



LIFE+ 08 ENV/IT/000406

Rewetland - "Widespread introduction of constructed wetlands for a wastewater treatment of Agro Pontino"

Ente Parco Nazionale del Circeo

***Linee guida per interventi
nelle aree protette costiere
(Azione 8.3)***

Giugno 2013

Indice

Premessa.....	5
1. Finalità delle linee guida per gli interventi nelle aree protette costiere	6
2. Le aree protette dell'Agro Pontino.....	8
2.1 Parco Nazionale del Circeo.....	8
2.2 Siti della rete Natura 2000	9
2.2.1 Laghi Gricilli.....	10
2.2.2 Ninfa.....	11
2.2.3 Canali in disuso della bonifica pontina	11
2.3 Siti Ramsar	12
2.4 Riserva della Biosfera "Circeo"	12
2.5 Aree protette regionali	13
2.6 Altre aree importanti	13
3. Gli interventi nelle aree protette costiere	14
3.1 Aspetti normativi.....	14
3.1.1 Convenzione di Ramsar	14
3.1.2 Convenzione sulla Biodiversità e Strategia Nazionale per la Biodiversità.....	17
3.1.3 Direttive comunitarie Habitat e Uccelli	20
3.1.4 Direttiva Quadro sulle Acque	29
3.1.5 Collegamenti tra le Direttive Acque, Habitat e Uccelli	30
3.1.5.1 <i>Unità di gestione</i>	32
3.1.5.2 <i>Condizioni e siti di riferimento</i>	32
3.1.6 Direttiva sull'uso sostenibile dei pesticidi	33
3.1.7 Legge Quadro sulle Aree Protette	34
3.1.8 Codice dei beni culturali e del paesaggio.....	36
3.2 Aspetti tecnico-scientifici, metodologici e gestionali	37
3.2.1 Stato di conservazione delle zone umide	37
3.2.1.1 <i>Le zone umide di transizione</i>	38
3.2.2 Gestione e recupero delle zone umide	40
3.2.2.1 <i>Introduzione</i>	40
3.2.2.2 <i>Il recupero ambientale</i>	40
3.2.2.3 <i>Progettare il recupero ambientale</i>	41
3.2.2.4 <i>La vegetazione e la sua dinamica naturale</i>	43
3.2.2.5 <i>La flora autoctona</i>	44
3.2.2.6 <i>Le specie aliene</i>	45
3.2.2.7 <i>Modalità di utilizzo delle piante</i>	47
3.3 Interventi di riqualificazione ambientale e rinaturalizzazione delle zone umide.....	51
3.3.1 Introduzione	51
3.3.2 Interventi di creazione e miglioramento degli ecosistemi igrofilo e acquatici	52
3.3.2.1 <i>Rinaturalizzazione delle sponde dei corpi idrici</i>	53
3.3.2.2 <i>Creazione di nuovi habitat acquatici</i>	58
3.3.2.3 <i>Creazione e adattamento di fasce tampone e aree filtro forestali</i>	62
3.3.2.4 <i>Manutenzione della vegetazione acquatica e ripariale</i>	64
3.3.2.5 <i>Controllo numerico delle popolazioni di specie alloctone invasive</i>	68
3.3.2.6 <i>Conservazione delle specie autoctone minacciate</i>	74
3.3.3 Interventi per il miglioramento della qualità delle acque superficiali e sotterranee	83
3.3.3.1 <i>Riduzione della salinità dei laghi costieri</i>	83
3.3.3.2 <i>Creazione o adattamento di aree finalizzate alla ricarica della falda</i>	93
3.3.4 Interventi finalizzati allo sviluppo sostenibile	96
3.3.4.1 <i>Introduzione</i>	96

3.3.4.2 Regolamentazione della serricoltura	98
3.3.4.3 Regolamentazione del pascolo brado	102
3.3.4.4 Interventi per il miglioramento del paesaggio.....	105
3.3.4.5 Promozione dell'agricoltura biologica.....	107
3.3.4.6 Acquacoltura	112
3.3.4.7 Promozione di una filiera delle biomasse.....	113
3.3.5 Interventi finalizzati alla ricerca e alla formazione.....	114
3.3.5.1 Sviluppo della comunicazione e dell'educazione ambientale.....	114
3.3.5.2 Interventi di adeguamento della sentieristica e dei punti di osservazione	116
3.3.5.3 Monitoraggio della biodiversità e delle trasformazioni ambientali	117
3.3.5.4 Azioni di gestione per favorire l'adattamento al cambiamento climatico.....	121
Conclusioni generali	124
Contributi gestionali specifici	132
Bibliografia	139

BOX

Casi studio

Caso studio 1: Sistemazione spondale del lago dei Monaci

Caso studio 2: Trappolaggio della Nutria (*Myocastor coypus*)

Caso studio 3: Contenimento del Gambero rosso (*Procambarus clarkii*)

Caso studio 4: Analisi idrologica del sistema dei laghi Fogliano-Monaci

Caso studio 5: La Serra Sostenibile

Caso studio 6: Monitoraggio e controllo dei laghi costieri

Definizioni

Definizioni 1: *Buffer strip* e fascia tampone

Definizioni 2: Tipologie di piante e comunità acquatiche

Definizione 3: Prodotti biologici

Approfondimenti

Approfondimento 1: La cannuccia di palude (*Phragmites australis*)

Approfondimento 2: Habitat per anfibi

Approfondimento 3: Habitat per la fauna ittica

Approfondimento 4: Gli eucalitteti e le fasce frangivento

Approfondimento 5: Manutenzione in alveo

Approfondimento 6: Manutenzione della vegetazione spondale

Approfondimento 7: Macchinari utilizzabili nelle attività di manutenzione

Approfondimento 8: Gestione della Testuggine dalle guance rosse (*Trachemys scripta elegans*)

Approfondimento 9: La Testuggine palustre (*Emys orbicularis*)

Approfondimento 10: La gestione delle aree contigue delle aree protette

Approfondimento 11: La salinizzazione degli acquiferi costieri

Approfondimento 12: Le pinete artificiali, tra conservazione e trasformazione

Approfondimento 13: Storia dell'allevamento bufalino.

Approfondimento 14: Valorizzazione dei prodotti agro-alimentari

Approfondimento 15: I servizi ecosistemici

Approfondimento 16: Integrazione dei sistemi di monitoraggio

Premessa

Il presente documento rappresenta l'elaborato finale della **Azione 8.3: Linee guida per interventi nelle aree protette costiere** di competenza dell'Ente Parco Nazionale del Circeo. Tale elaborato è funzionale, in particolare, alla redazione e realizzazione del **Programma di riqualificazione ambientale attraverso sistemi di fitodepurazione diffusa** sviluppato nell'ambito del Progetto Life Rewetland.

Vengono qui proposti e descritti i principali criteri per la gestione e il recupero delle aree umide e del reticolo idrografico ricadenti nelle aree protette dell'Agro Pontino, territorio oggetto del Progetto Life.

Tali linee guida, come richiesto nel *Technical Application Form* del Progetto, definiscono gli *interventi ad alto valore naturalistico idonei a favorire il ripristino di processi naturali che prevedano misure specifiche per la tutela della biodiversità animale e vegetale (es. realizzazione di ecosistemi filtro), con particolare riferimento alle zone umide costiere.*

In altre parole, queste linee guida raccolgono e integrano le modalità ritenute attualmente più corrette per intervenire all'interno delle diverse tipologie di aree protette costiere, tenendo conto delle loro differenti finalità istituzionali e di quelle derivanti da politiche, norme e procedure dirette a tutelare e ripristinare la funzionalità ecologica delle zone umide.

1. Finalità delle linee guida per gli interventi nelle aree protette costiere

Le zone umide sono minacciate da un gran numero di fenomeni e attività: le artificializzazioni del territorio, l'inquinamento delle acque, l'introduzione e l'invasione di specie esotiche, alcuni usi attuati in maniera non compatibile (agricoltura, pascolo, acquacoltura, fruizione turistico-ricreativa, ecc.) e i cambiamenti climatici (D'Antoni *et al.*, 2011).

Tra le cause principali della qualità non sufficiente delle zone umide si devono contemplare in particolare l'impiego di tecnologie ad alto impatto ambientale nell'industria e in agricoltura, l'espansione degli insediamenti urbani, la semplificazione dei paesaggi delle pianure e l'aumento esponenziale dei consumi idrici.

Gli impatti ritenuti più significativi sono riconducibili a due attività principali, l'urbanizzazione e l'agricoltura, ed è quindi su di esse che occorre concentrare le iniziative volte alla mitigazione o, laddove possibile, eliminazione degli impatti.

Le zone umide che vengono a trovarsi in aree pianeggianti e costiere, come la piana pontina, sono quelle che subiscono maggiormente gli effetti negativi di queste attività, poiché è in questi contesti morfologici e ambientali che si concentrano l'espansione delle superfici urbane e industriali, lo sviluppo delle infrastrutture e la trasformazione delle pratiche colturali da tradizionali a intensive.

I principali effetti sono l'inquinamento idrico causato da scarichi puntuali civili e industriali e dal dilavamento dei fertilizzanti e dei pesticidi utilizzati in agricoltura. A questi va aggiunto l'abbassamento della falda freatica a causa della elevatissima quantità di pozzi che prelevano acqua dal sottosuolo, a profondità sempre maggiori (anche a causa dell'inquinamento delle falde più superficiali).

A tutto questo si aggiunge la necessità di proteggere gli insediamenti e le popolazioni dal rischio di alluvioni, cosa che in passato ha indirizzato la gestione dei corsi d'acqua in modo da garantire lo scorrimento veloce delle acque, attraverso alvei quanto più possibile regolari e privi di asperità (vegetazione in alveo, diversità morfologica, ecc.) e spesso privi anche di alberature lungo le fasce spondali in modo da consentire una loro manutenzione periodica. Ciò ha intaccato profondamente la composizione e struttura degli ecosistemi acquatici, riducendo fortemente le capacità autodepurative dei corsi d'acqua. (Caggianelli *et al.*, 2012).

Ma pur se molto semplificata e degradata, la pianura pontina mantiene ancora buone potenzialità per un recupero della naturalità, grazie proprio al reticolo idrografico che l'attraversa ed alla persistenza di alcune importanti zone umide lacustri e palustri che sono conservate all'interno delle aree protette in essa presenti (il Parco Nazionale del Circeo e alcuni siti della Rete Natura 2000).

Affinché queste potenzialità possano tornare ad esprimersi al meglio, è necessario porre in essere alcuni interventi che agevolino i processi di recupero, assecondandoli o velocizzandoli, partendo proprio dalle aree protette le quali più si prestano, per finalità istituzionali, ad interventi di riqualificazione ambientale.

Con queste linee guida si propongono alcuni interventi che, oltre a migliorare le aree protette, potranno mostrare la loro efficacia nel tempo anche a scala d'area vasta, sempre che nel frattempo si operi contemporaneamente ai fini di un netto miglioramento della qualità delle acque dei corpi idrici dell'intera piana e se le modalità di manutenzione appresso descritte e i concetti di bene comune e di sostenibilità entrino appieno nell'ordinarietà della gestione del territorio.

E' evidente che gli interventi qui illustrati non dovranno essere eseguiti allo stesso modo in ogni contesto (pur trovandosi all'interno di aree protette), per cui in fase di progettazione sarà necessario valutare attentamente dove intervenire e con quali modalità in modo da massimizzare i benefici, minimizzando i costi.

I benefici possono essere notevoli non solo dal punto di vista della qualità delle acque e del recupero della biodiversità, ma anche in termini di miglioramento del paesaggio della pianura, di stabilizzazione delle sponde, di promozione di una fruibilità molteplice del territorio, di incremento della qualità dei prodotti agricoli e di adattamento ai cambiamenti climatici.

2. Le aree protette dell'Agro Pontino

Nell'ambito della pianura pontina le aree protette sono presenti in numero molto limitato e ciò è una dimostrazione indiretta del grado di trasformazione che tale territorio ha subito negli ultimi decenni, a seguito della bonifica integrale, e quindi della attuale scarsa rilevanza in termini naturalistici.

All'interno di questo contesto è contenuto però il Parco Nazionale del Circeo, area protetta di notevole valore ecologico, così come descritto nel paragrafo seguente. Nei paragrafi successivi si illustrano sommariamente anche le altre aree protette presenti nel territorio in esame.

2.1 Parco Nazionale del Circeo

Istituito nel 1934, ma successivamente modificato nei suoi limiti perimetrali e ampliato nella sua estensione, interessa oggi una superficie di 8.874 ettari. Anche se relativamente poco esteso, è caratterizzato da una notevole varietà di ambienti e di biocenosi e, di conseguenza, una rilevante ricchezza in termini di entità floristiche e faunistiche.

Dal punto di vista fisiografico, il territorio del Parco è divisibile in 5 macroambiti (Blasi, 2005):

- il cordone dunale costiero, lungo circa 25 chilometri e dinamicamente legato all'azione del mare, del vento, della vegetazione e, sempre più, delle trasformazioni antropiche, sia lungo costa che nell'interno e, soprattutto, lungo i corsi d'acqua che sfociano a nord del parco;
- i laghi retrodunali (Fogliano, Monaci, Caprolace e Paola), in passato collegati da vaste aree paludose e diversamente perimetrati (solo il Lago di Paola presenta ancora un perimetro naturale, caratterizzato dai numerosi "bracci" che penetrano nella duna antica verso l'interno);
- la duna antica, costituita dagli antichi depositi sabbiosi dunali risalenti a periodi in cui la linea di costa era più interna rispetto a quella attuale; in questi depositi, nel tempo, per effetto della morfologia di tipo dunale (porzioni rilevate o *leste* e porzioni depresse o *piscine*), delle modificazioni dei regimi idrologici e dei livelli della falda e per effetto dei processi pedogenetici, si hanno limitati o significativi depositi di argille e limi, substrati che incidono sullo sviluppo delle attuali fitocenosi;
- il Promontorio del Circeo, anticamente un'isola, che raggiunge i 541 m di quota ed è caratterizzato da due versanti fortemente differenziati in termini di esposizione, tanto da essere stati ribattezzati Quarto freddo (il versante Nord) e Quarto caldo (il versante Sud), fattore che incide in maniera notevole sulla tipologia di comunità vegetali presenti;

- l'Isola di Zannone, distante circa 25 km dal Promontorio e prevalentemente costituita da rocce vulcaniche, con affioramenti sedimentari e metamorfici nell'estremità settentrionale; la scarsità di piogge e di suolo, l'azione del vento, la morfologia e gli effetti del disturbo antropico passato consentono, sulla porzione meridionale, lo sviluppo solo della macchia bassa, mentre sulla porzione settentrionale persiste una estesa boscaglia dominata dal leccio.

Nel parco il 58% della superficie è coperta da comunità vegetali naturali o seminaturali. Il 70% di esse (pari al 40% della superficie del parco) è costituito da boschi, tra i quali prevalgono nettamente i boschi di cerro (*Quercus cerris*) e farnetto (*Quercus frainetto*), seguiti dai boschi di leccio (*Quercus ilex*). Molto più limitati sono quelli a prevalenza di sughera (*Quercus suber*) o di altre specie arboree (*Quercus robur*, *Fraxinus oxycarpa*, ecc.).

Il restante 18% circa delle aree naturali e seminaturali è costituito in parte da rimboschimenti, soprattutto di pini (*Pinus pinea*, *P. pinaster*, *P. halepensis*) e in minor misura di eucalitti, e in parte dalla macchia mediterranea, sia dunale che di versante (Quarto caldo e Zannone), a mosaico con l'ampelodesmeto. Limitate sono le altre formazioni erbacee, comprese quelle psammofile.

I corpi d'acqua, rappresentati in particolare dai laghi retrodunali di Fogliano, Monaci, Caprolace e Paola, coprono circa il 13% del parco, mentre le zone umide salmastre circostanti interessano circa il 3%.

Le aree agricole coprono una superficie considerevole, più del 18% del territorio del parco. Si tratta, in particolare, di seminativi e colture orticole, le quali sono progressivamente sempre più coltivate in serra. Le superfici artificiali risultano, invece, pari a circa l'8% del parco, ma questo è un dato generalmente sottostimato, non tenendo conto di tutte le abitazioni isolate e di tutto il reticolo stradale o infrastrutturale.

Proprio ai fini della tutela e conservazione delle zone umide pontine, vista l'estensione dei laghi e delle aree palustri in esso contenuti, il parco ha rappresentato e rappresenta un elemento fondamentale per promuovere ricerche e analisi scientifiche oltre ad attività di gestione compatibile e di educazione ambientale. Tra l'altro nel parco ricadono 5 Riserve Naturali Statali, la cui gestione è particolarmente restrittiva nei confronti dell'uso antropico, perciò sono fondamentali per la conservazione di alcuni ambienti umidi (soprattutto la Riserva retrodunale dei "Pantani dell'Inferno" e quelle forestali di "Piscina della Gattuccia" e "Piscina delle Bagnature").

2.2 Siti della rete Natura 2000

Sempre nell'ambito della pianura pontina sono stati identificati diversi nodi della Rete europea Natura 2000, rappresentati dai Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e dalle Zone di Protezione

Speciale (ZPS), rispettivamente istituiti ai sensi delle Direttive 92/43/CEE - “Habitat” e 2009/147/CE - “Uccelli” (ex 79/409/CEE). Per essere definito SIC un territorio deve presentare uno o più habitat e/o una o più popolazioni di specie definiti “di interesse comunitario” ed elencati negli Allegati I e II della Direttiva Habitat; mentre per essere definito ZPS un territorio deve presentare una o più popolazioni di specie di uccelli elencate nell’Allegato I della Direttiva Uccelli.

Una ZPS (IT6040015 “Parco Nazionale del Circeo”) e ben 6 SIC, di cui 3 molto importanti per gli habitat igrofilo e le specie acquatiche (IT6040012 “Laghi Fogliano, Monaci, Caprolace e Pantani dell’Inferno”, IT6040013 “Lago di Sabaudia” e IT6040014 “Foresta Demaniale del Circeo”), interessano l’area del Parco del Circeo, a conferma dell’importanza di questa porzione di territorio. Altri 5 SIC, totalmente esterni e distanti dal Parco, ma non per questo meno importanti, soprattutto per la conservazione degli ecosistemi delle zone umide e della funzionalità della rete ecologica a scala territoriale, ricadono nella pianura pontina. Si tratta dei Siti IT6030047 “Bosco di Foglino”, IT6030049 “Zone umide a Ovest del Fiume Astura”, IT6040002 “Ninfa (ambienti acquatici)”, IT6040003 “Laghi Gricilli” e IT6040008 “Canali in disuso della bonifica pontina”. I primi due ricadono in provincia di Roma e per questo motivo non sono oggetto di approfondimento in questo documento. Nei paragrafi seguenti si descrivono sommariamente i tre Siti pontini.

2.2.1 Laghi Gricilli

Il SIC IT6040003 “Laghi Gricilli” ricade al margine interno della pianura pontina, ai piedi del piccolo gruppo collinare di M. Saiano (colline di Priverno). Si estende per 179 ha ed è in gran parte compreso nel comune di Pontinia e minimamente in quello di Sezze. Rientra completamente nell’estesa ZPS IT6030043 “Monti Lepini” la quale, oltre a interessare buona parte dei rilievi carbonatici, include anche una porzione della piana pontina che comprende e circonda il SIC.

Questo Sito è caratterizzato da cinque piccoli laghi: il lago San Carlo, il lago Mazzocchio e i tre laghi del Vescovo (laghi Verde, Bianco e Nero). Si tratta di tipiche cavità di crollo (o *sinkhole*) riempite dalle acque di falda e da sorgenti (alcune di acque idrotermali) che si aprono in loro corrispondenza e che alimentano il reticolo idrografico locale, in particolare il fiume Ufente.

Tali laghetti sono immersi in una matrice agricola marginalmente urbanizzata. Escludendo i corpi d’acqua, le superfici naturali sono molto modeste e limitate alle sponde dei laghi e ad alcune zone palustri che circondano in particolare i laghi del Vescovo, caratterizzate dal canneto a cannuccia di palude (*Phragmites australis*). La vegetazione arborea è limitata ad un filare di pioppi neri (*Populus nigra*) ed eucalipti che borda il lago San Carlo. Gli usi antropici hanno inciso fortemente sulla naturalità del luogo e tuttora hanno un impatto non marginale riconducibile a:

- inquinamento delle acque (di origine agricola e urbana);
- prelievi idrici;

- rimozione periodica della vegetazione ripariale (attraverso il taglio e/o la bruciatura);
- diffusione di specie alloctone invasive;
- abbandono di rifiuti;
- usi turistici e ricreativi non compatibili.

Tali impatti hanno determinato, anche negli anni successivi alla istituzione del SIC, un impoverimento in termini di biodiversità (sia floristico-vegetazionale che faunistica), come ben rappresentato negli studi propedeutici al Piano di Gestione del Sito (AA.VV., 2004). Una nuova campagna di monitoraggio permetterebbe di verificare se nel frattempo siano intercorsi dei miglioramenti o degli ulteriori peggioramenti sugli habitat e specie di interesse comunitario segnalati nell'area. Alcuni dati interessanti relativi alla flora sono contenuti in Iberite e Pelliccioni (2009).

2.2.2 Ninfa

Il SIC IT6040002 “Ninfa (ambienti acquatici)” include l'area delle sorgenti del Ninfa e il primo tratto del fiume omonimo. Tale piccolo sito (quasi 22 ha) si trova al margine orientale della pianura pontina, ai piedi dei Monti Lepini, ed è compreso nel comune di Cisterna di Latina. E' inoltre totalmente incluso nel Monumento Naturale “Giardino di Ninfa” che interessa sia il famoso e storico giardino botanico che la limitrofa e più estesa area di Pantanello, in passato coltivata e recentemente rinaturalizzata attraverso la realizzazione di bacini lacustri e palustri di differente ampiezza e profondità che consentono già oggi (e ancor più lo faranno con il passare degli anni) la conservazione di piante e animali tipici delle zone umide della piana pontina. Il progetto alla base del recupero della naturalità di tale sito rappresenta un esempio di grande valore da prendere come riferimento per interventi di riqualificazione e rinaturalizzazione in ambito pontino.

Il SIC, quindi, non include attualmente la porzione di Pantanello, ma vista la contiguità e lo stato dei luoghi andrebbe evidentemente ampliato per comprenderla, al fine anche di renderne più efficaci le funzioni di conservazione e le azioni di gestione.

2.2.3 Canali in disuso della bonifica pontina

Il SIC IT6040008 “Canali in disuso della bonifica pontina” ricade al margine sud-orientale della pianura pontina, ai piedi dei Monti Ausoni. Si estende per 593 ha ed è in gran parte compreso nel comune di Terracina e secondariamente in quello di Sonnino.

Il Sito è caratterizzato da alcuni corsi d'acqua e canali di bonifica, tra cui il fosso Pedicata che conserva ancora un discreto livello di naturalità e di biodiversità. Ad occidente il perimetro del SIC corre in parte lungo il fiume Amaseno, che è il corso d'acqua principale di questa porzione della piana pontina ma che purtroppo non versa in condizioni di qualità soddisfacenti.

La matrice paesaggistica è anche qui agricola e parzialmente urbanizzata, in particolare lungo le infrastrutture viarie, alcune delle quali negli ultimi anni hanno visto un incremento del traffico a seguito della realizzazione dello svincolo di Frasso della superstrada Frosinone-Terracina.

Le superfici naturali, anche in questo Sito, sono molto modeste e limitate alle sponde dei corsi d'acqua, dominate dai canneti a cannuccia di palude (*Phragmites australis*) e/o dai roveti. La componente forestale igrofila, che potenzialmente sarebbe molto estesa in questo ambito, è limitata ad individui singoli e sparsi di pioppo nero (*Populus nigra*), salice bianco (*Salix alba*) e ontano nero (*Alnus glutinosa*). Come indicato per il SIC dei Laghi Gricilli, gli usi antropici hanno inciso fortemente anche sulla naturalità di questo luogo e determinano tuttora un impatto non marginale riconducibile a:

- inquinamento delle acque (di origine agricola e urbana);
- prelievi idrici;
- rimozione periodica della vegetazione ripariale (attraverso il taglio e/o la bruciatura);
- diffusione di specie alloctone invasive.

Anche in questo caso, gli impatti hanno determinato un progressivo impoverimento in termini di biodiversità (sia floristico-vegetazionale che faunistica), come illustrato negli studi propedeutici al Piano di Gestione del SIC (AA.VV., 2004). Recentemente alcuni dati interessanti relativi alla flora sono stati raccolti da Iberite e Pelliccioni (2009). Attraverso una nuova campagna di monitoraggio su tutti i gruppi tassonomici si potrebbe aggiornare la valutazione dello stato di conservazione degli habitat e specie di interesse comunitario segnalati nell'area.

2.3 Siti Ramsar

Il Parco Nazionale del Circeo racchiude al proprio interno 4 Siti Ramsar, cioè aree umide di notevole importanza per la conservazione degli ecosistemi acquatici e, in particolare, degli uccelli migratori, istituiti nel 1978 in applicazione della Convenzione internazionale di Ramsar del 1971 (APAT, 2005; Blasi *et al.*, 2010). I 4 siti sono legati ai laghi costieri e alle superfici ad essi circostanti interessate dal periodico impaludamento o comunque funzionali alla conservazione degli ecosistemi acquatici e alla loro corretta gestione.

2.4 Riserva della Biosfera “Circeo”

La foresta planiziale del Parco del Circeo, all'interno della quale sono conservati rilevanti esempi di comunità forestali igrofile, di depressioni umide e di pozze effimere, nel 1977 è stata definita come Riserva della Biosfera in applicazione del Programma *Man and Biosphere* dell'UNESCO.

Recentemente tale Riserva è stata ampliata al fine di racchiudere tutto il territorio del parco nazionale (ad esclusione dell'Isola di Zannone).

2.5 Aree protette regionali

Tra le Aree Naturali Protette istituite ai sensi della normativa regionale vigente in materia (L.R. n. 29/97 e s.m.i.), nella pianura pontina figura soltanto il suddetto Monumento Naturale “Giardino di Ninfa” (nel comune di Cisterna di Latina), che include il SIC “Ninfa (ambienti acquatici)”.

2.6 Altre aree importanti

Altre normative o istituti giuridici determinano dei vincoli parziali o totali di uso del territorio in particolari porzioni della pianura pontina. Tra esse figura, ad esempio, l'area del Poligono Militare di Nettuno, all'interno della quale sono state di recente rilevate rare entità floristiche tipiche degli ambienti umidi costieri e delle pozze effimere (Filibeck e Lattanzi, 2008).

Aree con vincolistica finalizzata ad altri obiettivi rispetto alla tutela della biodiversità possono essere comunque funzionali indirettamente anche per questo fine, come nel caso delle aree soggette a vincolo idrogeologico, archeologico, paesaggistico, ecc., secondo quanto definito nel Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), nel Piano Territoriale Paesaggistico Regionale (PTPR), nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Lazio (PTAR) e in altri strumenti di pianificazione settoriale.

3. Gli interventi nelle aree protette costiere

3.1 Aspetti normativi

La produzione normativa in materia di conservazione della natura, sia a livello internazionale che nazionale e regionale, risulta essere molto ampia ed articolata, in quanto comprendente diverse tematiche e campi di applicazione. Molte norme hanno una forte influenza sulla gestione delle aree protette e delle zone umide. Di seguito sono riportati alcuni approfondimenti relativi a quelle che meglio si collegano al progetto di riferimento per questa relazione.

3.1.1 Convenzione di Ramsar

La necessità di una tutela adeguata delle zone umide è stata sancita fin dal 1971 con la Convenzione di Ramsar - CR (*Convenzione relativa alle zone umide di importanza internazionale soprattutto come habitat degli uccelli acquatici*), recepita in Italia con due D.P.R.: n. 448/76 e n. 184/87.

Essa è finalizzata, in particolare, alla tutela delle zone importanti a livello internazionale per la salvaguardia delle specie di uccelli acquatici migratrici e per impedire l'eliminazione e l'uso improprio delle zone umide. Queste ultime sono definite come le “*aree quali stagni, paludi, torbiere, bacini naturali e artificiali permanenti con acqua stagnante o corrente dolce, salmastra o salata, comprendendo aree marittime la cui profondità in condizioni di bassa marea non supera i sei metri*”.

Nel documento intitolato *Strategic Framework and guidelines for the future development of the List of Wetlands of International Importance* (2009) vengono riportati i criteri aggiornati per l'individuazione dei siti da inserire nelle liste redatte dagli Stati firmatari. I criteri di riferimento sono i seguenti, suddivisi in due gruppi principali (Cenni e D'Antoni in D'Antoni *et al.*, 2011):

Gruppo A: Siti che contengono tipi di zone umide rappresentativi, rari o unici

- 1) il sito contiene una tipologia naturale o semi naturale di zona umida rappresentativa, rara o unica all'interno di una specifica regione biogeografia (per l'Europa si fa riferimento alle regioni biogeografiche del progetto Natura 2000);

Gruppo B: Siti di importanza internazionale per la conservazione della biodiversità

Criteri basati sulle specie e le comunità ecologiche

- 2) il sito supporta specie o comunità ecologiche in uno stato critico di conservazione, minacciate o vulnerabili;
- 3) il sito supporta popolazioni di piante e/o specie animali importanti per il mantenimento della diversità biologica di una particolare regione biogeografia;
- 4) il sito supporta popolazioni di piante e/o specie animali in uno stato critico del loro ciclo vitale o offre rifugio durante condizioni avverse;

Criteri basati sugli uccelli acquatici

- 5) il sito supporta regolarmente 20.000 o più uccelli acquatici;
- 6) supporta regolarmente l'1% degli individui di una popolazione, specie o sottospecie di uccelli acquatici;

Criteri basati sui pesci:

- 7) il sito supporta una proporzione significativa di sottospecie, specie o famiglie autoctone, fasi del ciclo vitale, interazioni fra specie e/o popolazioni che sono rappresentative dei benefici e dei valori della zona umida e che contribuiscono al mantenimento della diversità biologica globale;
- 8) il sito è un'importante fonte di cibo, zona di frega e deposizione, nursery per i pesci e/o un percorso di migrazione da cui gli stocks di pesci, sia se sono dentro la zona umida che altrove, dipendono;

Criteri basati su altri taxa:

- 9) il sito supporta regolarmente l'1% degli individui di una popolazione di una specie o sottospecie dipendente dalle zone umide, esclusi gli uccelli.

Per raggiungere l'obiettivo principale della Convenzione, cioè la tutela delle zone umide, è richiesta l'attuazione delle seguenti attività: individuazione, delimitazione e studio dei loro aspetti caratteristici (*in primis* l'avifauna migratoria) e realizzazione di programmi che ne garantiscano la conservazione e la valorizzazione. Gli Stati sottoscrittori si sono impegnati quindi a:

- designare le zone umide di importanza internazionale del proprio territorio;
- elaborare e mettere in pratica programmi che favoriscano l'utilizzo razionale delle zone umide;
- creare delle riserve naturali nelle zone umide, indipendentemente, dal fatto che queste siano o meno inserite nell'elenco;
- incoraggiare le ricerche, gli scambi di dati e le pubblicazioni;
- aumentare, con una gestione idonea ed appropriata, la biodiversità delle zone umide;
- valutare l'influenza delle attività antropiche nelle zone attigue alle zone umide, consentendo attività eco-compatibili.

Attualmente hanno aderito 163 Paesi e la lista delle zone umide riconosciute di interesse internazionale comprende 2.501 siti, per una superficie totale di 193.810.395 ettari. **L'Italia contribuisce alla lista con 53 siti (per una superficie totale di 60.223 ettari), quattro dei quali ricadono all'interno del Parco Nazionale del Circeo, ognuno dei quali include uno dei quattro laghi costieri e una discreta parte delle superfici che li circondano.**

Gli inventari delle zone umide (naturali, semi-naturali o artificiali) riconosciute importanti per la tutela della biodiversità devono seguire specifici criteri. Per quanto riguarda i Paesi dell'area del Mediterraneo, un inventario dettagliato è stato avviato con il progetto *Pan Mediterranean Wetland*

Inventory (PMWI), promosso nell'ambito dell'iniziativa *MedWet* (*Mediterranean Wetlands Initiative*) la quale fu definita durante la “Conferenza sulle zone umide mediterranee” organizzata a Grado nel 1991. Tale iniziativa ha indicato come obiettivo principale l'arresto e l'inversione dei processi di perdita e di degrado delle zone umide nel bacino del Mediterraneo. Nel 1999, essa è stata riconosciuta ufficialmente quale *Ramsar Regional Initiative*, assumendo il ruolo di modello per altre iniziative regionali.

Anche l'Italia ha aderito al progetto PMWI e ha avviato, dal 2007, attività volte alla ricognizione delle zone umide, alla valutazione del loro stato di conservazione e alla definizione di opportune modalità di gestione. **Nel 2009 è stato istituito, in seno all'ISPRA, il “Tavolo tecnico sulle zone umide”, al quale partecipano numerosi enti amministrativi, tecnici, di ricerca, ecc., tra cui l'Ente Parco Nazionale del Circeo. Il lavoro condotto nell'ambito del primo triennio di attività di tale tavolo tecnico, descritto nel Rapporto ISPRA n. 153/2011 (D'Antoni *et al.*, 2011), costituisce un valido riferimento ai fini della gestione e tutela delle zone umide italiane. In detto rapporto è riportato anche un richiamo al Progetto Life *Rewetland*, riconosciuto come un esempio importante di progetto locale di gestione della risorsa idrica e delle zone umide.**

Le zone umide inserite nel PMWI nazionale sono 1.515 (dato aggiornato a dicembre 2011). Sono prevalentemente in acque interne (48%); una percentuale minore è costituita da zone umide in ambienti marino-costieri (32%), mentre il 20% circa sono zone umide artificiali. Per quanto riguarda i Siti Ramsar, questi sono prevalentemente presenti nelle acque interne (55%) e in minor parte in ambienti marino-costieri e di acque interne e marino-costiere (22,5% per ciascuna categoria). Inoltre i Siti Ramsar sono per la maggior parte artificiali (62%) e in parte minore di origine naturale (38%).

La superficie complessiva delle zone umide è pari a 771.125 ha, ma tale dato non si riferisce esclusivamente alle superfici degli habitat umidi e tiene conto solo dell'80% dei siti inventariati. Le regioni che presentano una maggiore estensione di zone umide, sulla base dei dati disponibili, sono l'Emilia Romagna e la Sardegna, nelle quali ricade anche la superficie maggiore di Siti Ramsar a livello regionale.

La maggior parte dei Siti Ramsar tutela contesti rappresentativi, unici e/o rari all'interno della regione biogeografica di appartenenza (83%); il 32% circa tutela siti importanti a livello internazionale per la conservazione dell'avifauna acquatica; mentre ancora non sono stati individuati siti che tutelino l'1% di una popolazione o comunità appartenente a taxa legati alle zone umide, che non siano uccelli. Il quadro dello stato di protezione è abbastanza completo per le 13 regioni che hanno fornito i dati, da cui si evince che solo una piccola porzione delle zone umide

inventariate (pari a circa il 6%) non è sottoposto a tutela (D'Antoni e Cenni in D'Antoni *et al.*, 2011).

In accordo con questa ricognizione, i quattro Siti ricadenti nel territorio del Parco Nazionale del Circeo, oltre ad essere tutelati dalla normativa specifica per le aree protette nazionali, sono anche riconosciuti quali siti della Rete Natura 2000, essendo compresi nella Zona di Protezione Speciale IT6040015 “Parco Nazionale del Circeo” e nei Siti di Importanza Comunitaria IT6040012 “Laghi Fogliano, Monaci, Caprolace e Pantani dell’Inferno” e IT6040013 “Lago di Sabaudia”. Escludendo quest’ultimo lago, che ha mantenuto il naturale perimetro originario, gli altri tre sono stati tutti artificializzati nel corso della bonifica integrale della pianura pontina eseguita nella prima metà del secolo scorso. Ampliamenti degli invasi, approfondimenti, rettificazione delle sponde, regimazione degli immissari ed emissari, modificazione dei collegamenti con il mare, ecc. sono operazioni che hanno trasformato fortemente la biodiversità dei laghi e delle superfici umide circostanti. Nonostante ciò in poco tempo essi hanno riacquisito un importantissimo ruolo per la conservazione della biodiversità, in particolare delle specie di uccelli acquatici migratori, dimostrando la grande resilienza che hanno le zone umide e il ruolo chiave della protezione ai fini della velocizzazione del recupero naturalistico delle zone umide artificiali (o artificializzate).

3.1.2 Convenzione sulla Biodiversità e Strategia Nazionale per la Biodiversità

Con la legge n.124 del 14 febbraio 1994, l'Italia ha ratificato e reso esecutiva la Convenzione sulla Biodiversità - CBD (sottoscritta nel 1992 durante il Summit dell'ONU di Rio de Janeiro) e si è impegnata a:

- garantire l’equa distribuzione, tra Paesi sviluppati e Paesi in via di sviluppo, dei vantaggi derivanti dalla biodiversità;
- definire i propri obiettivi strategici affinché si affermi un nuovo rapporto con la natura, fondato sul rispetto di tradizioni, cultura, storia;
- utilizzare correttamente le risorse socio-economiche dei territori;
- tutelare, conservare e valorizzare il patrimonio naturale ed ambientale.

La CBD riconosce, ovviamente, l'importanza della tutela degli ecosistemi acquatici e marino-costieri e nell'ambito della sua applicazione è stata avviata la *River Basin Initiative* che promuove le politiche di tutela attraverso la pianificazione a scala di bacino idrografico. Viste le numerose connessioni fra la CBD e la Convenzione di Ramsar (di seguito CR), i rispettivi Segretariati hanno definito un Piano di lavoro congiunto per la tutela delle zone umide (*Joint Work Programme between CBD and Ramsar Convention on wetlands*).

La CBD stabilisce che ciascuno Stato firmatario deve elaborare politiche e strategie volte a garantire la conservazione e l'utilizzazione durevole della biodiversità e deve integrare la conservazione e l'uso sostenibile della biodiversità nei piani e programmi settoriali.

Nell'ambito degli impegni assunti dall'Italia con la ratifica della CBD rientra quindi anche l'elaborazione della Strategia Nazionale per la Biodiversità (SNB). Quest'ultima è stata definitivamente approvata, con notevole ritardo rispetto agli altri Paesi, nella Conferenza Stato-Regioni del 7 ottobre 2010, dopo un lungo lavoro di preparazione e un processo a cui hanno partecipato numerosi soggetti, istituzionali e non, a vario titolo coinvolti.

Nella SNB dell'Italia vengono prese in esame le principali minacce alla biodiversità delle acque interne e vengono identificati obiettivi specifici da conseguire entro il 2020 con le relative priorità di intervento, tra cui:

- rafforzare la tutela degli ecosistemi acquatici, sviluppando le opportune sinergie tra quanto previsto dalle Direttive Acque (n. 2000/60/CE), Habitat (92/43/CEE) e Uccelli (2009/147/CE, ex 79/409/CEE), come suggerito dal Piano congiunto tra CBD e CR;
- promuovere la conservazione di corpi idrici di alto pregio, attraverso il recupero delle zone umide, il ripristino dei meandri fluviali e il mantenimento di corpi idrici seminaturali.

Sempre nella SNB si sottolinea la necessità di approfondire la conoscenza e colmare le lacune conoscitive sulla consistenza, le caratteristiche e lo stato di conservazione di habitat e specie e dei servizi ecosistemici da essi offerti, nonché sui fattori di minaccia diretti ed indiretti. Infine, si identifica come priorità l'attuazione di politiche finalizzate a completare e sostenere la gestione della Rete Natura 2000, in ambito terrestre e marino, e a garantire la sua valorizzazione e promozione. Una adeguata attenzione è rivolta anche agli ecosistemi marino-costieri e alla gestione integrata della fascia costiera, come peraltro previsto nel Protocollo sulla Gestione Integrata delle Zone Costiere (ICZM) nell'ambito della Convenzione di Barcellona (Pettiti in D'Antoni *et al.*, 2011).

Le principali minacce riconosciute nella SNB per le acque interne sono:

- l'alterazione morfologica e fisica dovuta alla canalizzazione dei corsi d'acqua, alla costruzione di infrastrutture idrauliche, dighe e sbarramenti, alle operazioni di drenaggio, al cambiamento d'uso del suolo e all'urbanizzazione delle aree periferiali e periacuali;
- la perdita e la degradazione degli habitat a causa della crescita demografica e dell'aumento dell'uso della risorsa idrica;
- l'uso non sostenibile delle risorse idriche con un prelievo crescente e incontrollato di acqua dolce per uso umano e per attività produttive (agricoltura, industria, idroelettrico, acquacoltura ecc.);

- l'inquinamento dovuto all'eccessivo carico di scarichi puntuali e diffusi;
- l'introduzione di specie alloctone invasive accidentale o volontaria in acquacoltura o per controllo biologico che provoca competizione con le specie autoctone, alterazione della produttività del ciclo dei nutrienti e perdita di integrità genetica;
- l'impatto dei cambiamenti climatici che incidono su tutto il ciclo idrologico, con evidenti conseguenze sulle zone umide costiere, quali l'innalzamento del livello del mare, i cambiamenti del regime idrico dei fiumi e del trasporto dei sedimenti.

Per quanto riguarda l'ambiente marino-costiero, le principali minacce sono attualmente:

- l'inquinamento proveniente dalla terraferma e in particolare: l'eutrofizzazione e l'inquinamento da sostanze pericolose e nutrienti provenienti dall'agricoltura, lo scarico dei rifiuti provenienti dalle attività industriali, dal turismo e dalla crescita urbanistica indotta dall'aumento e dalla concentrazione demografica;
- l'introduzione volontaria e involontaria di specie aliene invasive attraverso le acque di zavorra delle navi, il *fouling*, le importazioni di specie e agenti patogeni non indigeni;
- l'alterazione fisica degli habitat costieri;
- il cambiamento climatico.

Sulla base della valutazione delle suddette minacce, la SNB definisce i macro-obiettivi e gli obiettivi specifici da raggiungere entro il 2020 per la prevenzione e l'eventuale mitigazione degli impatti da esse derivanti (D'Antoni in D'Antoni *et al.*, 2011). Le priorità d'intervento definite per le acque interne sono:

- assicurare entro il 2015 il raggiungimento e il mantenimento dello stato ecologico buono per i corpi idrici superficiali e sotterranei o, se già raggiunto, dello stato di qualità elevato, secondo la Direttiva Quadro sulle Acque (WFD) e la normativa nazionale di recepimento;
- assicurare la piena operatività dei Piani di bacino distrettuali e dei Piani di tutela delle acque;
- rafforzare la tutela degli ecosistemi acquatici sviluppando le opportune sinergie tra quanto previsto dalla WFD e dalle Direttive Habitat e Uccelli, come suggerito nella *River Basin Initiative* definita nell'ambito del relativo programma di lavoro congiunto tra CBD e CR;
- ridurre in modo sostanziale gli impatti sugli ecosistemi acquatici diminuendo l'incidenza delle fonti di inquinamento puntuali (reflui urbani, reflui di impianti industriali e di trattamento rifiuti) e diffuse (ad es. agricoltura) e gli effetti dell'inquinamento atmosferico;
- potenziare l'attività conoscitiva in materia di tutela delle (e dalle) acque, attraverso l'ottimizzazione delle reti di monitoraggio meteo-idro-pluviometriche e freatometriche, non solo per la gestione del rischio idrogeologico, idraulico e di siccità, ma anche per valutare la disponibilità della risorsa idrica superficiale e sotterranea;

- razionalizzare l'uso delle risorse idriche attraverso la regolamentazione delle attività e delle procedure in ordine al regime concessorio del bene acqua e il controllo delle captazioni illecite e delle dispersioni dovute al malfunzionamento della rete di distribuzione, valutando, sulla base di un'analisi costi/benefici la risorsa che, a scala di bacino, può essere utilizzata senza compromettere i servizi ecosistemici;
- sostenere azioni finalizzate a migliorare l'efficienza di utilizzo delle risorse idriche per le attività produttive e il riutilizzo dei reflui depurati per gli usi compatibili in tutti i settori, promuovendo il risparmio idrico e progetti finalizzati alla definizione delle migliori pratiche tecnologiche per il trattamento delle acque potabili e per l'abbattimento degli inquinanti naturali sovrabbondanti;
- ridurre gli interventi di regimazione ed alterazione dell'idromorfologia dei corsi d'acqua, ripristinando il più possibile le connessioni dei corpi idrici e dei relativi ecosistemi, al fine di favorire le specie ittiche migratrici e le specie che utilizzano i corpi idrici e gli habitat associati per i loro spostamenti abituali;
- promuovere le attività di informazione sul valore della risorsa idrica, sul diritto di accesso e sulla necessità del risparmio idrico;
- promuovere la conservazione di corpi idrici di alto pregio, attraverso il recupero di zone umide, il ripristino dei meandri fluviali e il mantenimento di corpi idrici seminaturali;
- promuovere la corretta programmazione degli interventi irrigui, privilegiando le produzioni meno idroesigenti;
- vietare l'uso di specie aliene invasive nei corpi idrici (ad esempio per interventi di ripopolamento per scopi alieutici).

Le suddette priorità sono fortemente richiamate nel Progetto Life *Rewetland* e tale relazione è un contributo alla redazione del Programma di Riqualificazione Ambientale dell'Agro Pontino (azione specifica del Progetto) incentrato sugli obiettivi di miglioramento della qualità delle acque superficiali e sotterranee, riduzione dei consumi idrici, riduzione degli scarichi inquinanti puntuali e diffusi e recupero della funzionalità ecologica del reticolo idrografico e, più in generale, del territorio nel suo complesso.

3.1.3 Direttive comunitarie Habitat e Uccelli

In ambito europeo le norme che trattano in maniera più specifica di tutela della biodiversità sono le Direttive 2009/147/CE (*Birds Directive* - BD, ex 79/409/CEE) e 92/43/CEE (*Habitats Directive* - HD).

In particolare la seconda è stata di grande rilievo negli ultimi due decenni avendo promosso l'istituzione della Rete ecologica europea Natura 2000, costituita attualmente da due tipologie di aree, che per certi versi possono essere equiparate ad aree protette: le Zone di Protezione Speciale (definite ai sensi della BD per la tutela di numerose specie dell'avifauna selvatica) e i Siti di Importanza Comunitaria (definiti ai sensi della HD per la conservazione di determinati habitat e specie, sia animali che vegetali, riconosciuti di interesse comunitario, parecchi dei quali sono tipici delle zone umide). Il completamento della procedura di istituzione della Rete Natura 2000 prevede la trasformazione dei SIC in ZSC (Zone Speciali di Conservazione), a seguito della definizione e attivazione di opportune modalità di conservazione e gestione.

La Rete Natura 2000 interessa una cospicua percentuale della superficie italiana, motivo per cui può garantire una maggiore efficacia in termini di conservazione della biodiversità rispetto all'attuale sistema delle aree protette in senso stretto (fermo restando che molti siti della Rete Natura 2000 corrispondono totalmente o parzialmente ad aree protette, come è il caso del Parco Nazionale del Circeo che si relaziona con due ZPS e sette SIC).

Un altro elemento che ha determinato un grande apprezzamento della HD è quello relativo alla promozione della tutela e gestione dell'habitat quale efficace strategia per la conservazione delle specie minacciate di estinzione o rare. Tale concetto è ripreso nella CBD con il nome di approccio ecosistemico.

Nel dettaglio, l'obiettivo prioritario della HD è la conservazione in uno stato di conservazione soddisfacente delle specie e degli habitat di interesse comunitario (specificati negli Allegati I, II, IV e V), anche con l'ausilio di una rete coerente di Zone Speciali di Conservazione (Rete Natura 2000). La BD ha, invece, l'obiettivo di tutelare tutte le specie di uccelli viventi allo stato selvatico in Europa e per le specie inserite nell'All. I e per i migratori regolari istituisce le Zone di Protezione Speciale (ZPS) che sono ricomprese anch'esse nella Rete Natura 2000.

Lo stato di conservazione soddisfacente è definito:

- a) per un habitat, quando la sua area di distribuzione è stabile o in estensione; la struttura e le funzioni specifiche necessarie al suo mantenimento a lungo termine esistono e possono continuare ad esistere in un futuro prevedibile e lo stato di conservazione delle specie tipiche è soddisfacente;
- b) per una specie, quando l'andamento delle popolazioni indica che tale specie continua o può continuare ad essere vitale; l'area di ripartizione naturale non è in declino né rischia di declinare in un futuro prevedibile; esiste e continuerà probabilmente ad esistere un habitat sufficiente affinché le sue popolazioni si mantengano a lungo termine.

Le direttive HD e BD prevedono, comunque, che per la definizione delle misure da attuare nei Siti Natura 2000 occorra considerare nella giusta misura anche le esigenze economiche, sociali e culturali, nonché le particolarità regionali e locali.

Sulla base del Decreto del Ministero dell'Ambiente del 17.10.2007 (e s.m.i.), il quale detta i criteri minimi uniformi per la definizione delle misure di conservazione relative a Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e a Zone di Protezione Speciale (ZPS), la Regione Lazio ha stabilito con la DGR n. 612 del 16.12.2011 le misure di conservazione da attuare nel territorio laziale. L'allegato B di detta DGR riporta, in particolare, le *"Misure di conservazione generali ed attività da promuovere e incentivare per tutte le Zone di Protezione Speciale (ZPS)"*, in cui si elencano i seguenti divieti (si omettono quelli non di interesse per la presente relazione):

- a) è vietata la realizzazione di nuove discariche o nuovi impianti di trattamento e smaltimento di fanghi e rifiuti nonché l'ampliamento di quelli esistenti in termine di superficie, fatte salve le discariche per inerti;
- b) *(omissis)*;
- c) *(omissis)*;
- d) è vietata l'apertura di nuove cave e l'ampliamento di quelle esistenti, ad eccezione di quelle previste negli strumenti di pianificazione generali e di settore vigenti alla data di entrata in vigore del D.M. 17.10.2007 o approvati entro il periodo di transizione stabilito dal D.M. stesso, prevedendo altresì che il recupero finale delle aree interessate dall'attività estrattiva sia realizzato a fini naturalistici e a condizione che sia conseguita la positiva valutazione di incidenza dei singoli progetti ovvero degli strumenti di pianificazione generali e di settore di riferimento dell'intervento;
- e) *(omissis)*;
- f) è vietata l'eliminazione degli elementi naturali e semi-naturali caratteristici del paesaggio agrario con alta valenza ecologica che verrà individuato con apposito provvedimento della Giunta regionale;
- g) è vietata l'eliminazione dei terrazzamenti esistenti, delimitati a valle da muretto a secco oppure da una scarpata inerbita, sono fatti salvi i casi regolarmente autorizzati di rimodellamento dei terrazzamenti eseguiti allo scopo di assicurare una gestione economicamente sostenibile;
- h) sono vietati i livellamenti del terreno che non abbiano ottenuto parere positivo di valutazione d'incidenza, ad esclusione dei livellamenti ordinari per la preparazione del letto di semina;
- i) è vietato convertire le superfici a pascolo permanente, come definito dall'art. 2 lettera c) del regolamento (CE) n. 1120/2009 della Commissione del 29.10.2009 recante "modalità di applicazione del regime di pagamento unico di cui al titolo III del regolamento n. 73/2009 del

Consiglio nell'ambito della politica agricola comune e istituisce taluni regimi di sostegno a favore degli agricoltori";

l) è vietata la bruciatura delle stoppie e delle paglie, nonché della vegetazione presente al termine dei cicli produttivi di prati naturali o seminati, sulle superfici specificate ai punti seguenti:

- 1) superfici a seminativo ai sensi dell'art. 2, lettera a) del regolamento (CE) n. 1120/2009;
- 2) superfici non coltivate durante tutto l'anno e superfici ritirate dalla produzione ammissibili all'aiuto diretto, mantenute in buone condizioni agronomiche e ambientali a norma dell'art. 6 del regolamento (CE) n. 73/2009.

Sono fatti salvi, in ogni caso, gli interventi di bruciatura connessi ad emergenze di carattere fitosanitario prescritti dall'autorità competente o a superfici investite a riso e salvo diversa prescrizione della competente Autorità di gestione;

m) (*omissis*);

n) (*omissis*);

o) (*omissis*).

Sempre nell'allegato B della DGR n. 612/2011 sono indicati i seguenti obblighi per tutte le ZPS della regione Lazio:

- a) gli elettrodotti e le linee aeree ad alta e media tensione, di nuova realizzazione o in manutenzione straordinaria o in ristrutturazione, devono essere messi in sicurezza rispetto al rischio di elettrocuzione e impatto degli uccelli; sono da considerare preferenziali le scelte progettuali che siano orientate all'interramento o all'isolamento delle linee elettriche e che prevedano la scelta di tracciati idonei a limitare al minimo gli impatti;
- b) per le superfici non coltivate (superfici disattivate) durante tutto l'anno e sulle superfici ritirate dalla produzione ammissibili all'aiuto diretto, mantenute in buone condizioni agronomiche e ambientali a norma dell'art. 6 del regolamento (CE) n. 73/2009, si deve garantire la presenza di una copertura vegetale, naturale o artificiale, durante tutto l'anno e attuare pratiche agronomiche consistenti esclusivamente in operazioni di sfalcio, trinciatura della vegetazione erbacea, o pascolamento sui terreni ritirati dalla produzione sui quali non vengono fatti valere titoli di ritiro. Dette operazioni devono essere effettuate almeno una volta all'anno, fatto salvo il periodo di divieto annuale di intervento compreso fra l'1 marzo e il 31 luglio di ogni anno. E' fatto comunque obbligo di compiere sfalci e/o lavorazioni del terreno per la realizzazione di fasce antincendio, conformemente a quanto previsto dalle normative in vigore. In deroga all'obbligo della presenza di una copertura vegetale, naturale o artificiale, durante tutto l'anno sono ammesse lavorazioni meccaniche sui terreni ritirati dalla produzione nei seguenti casi:
 - 1) pratica del sovescio, in presenza di specie da sovescio o piante biocide;

- 2) terreni interessati da interventi di ripristino di habitat e biotopi;
- 3) colture a perdere per la fauna, ai sensi dell'art. 1 lettera c) del decreto del Ministero delle politiche agricole e forestali del 7 marzo 2002;
- 4) nel caso in cui le lavorazioni siano funzionali all'esecuzione di interventi di miglioramento fondiario;
- 5) sui terreni a seminativo ritirati dalla produzione per un solo anno o, limitatamente all'annata agraria precedente all'entrata in produzione, nel caso di terreni a seminativo ritirati per due o più anni, lavorazioni del terreno allo scopo di ottenere una produzione agricola nella successiva annata agraria, comunque da effettuarsi non prima del 15 luglio dell'annata agraria precedente all'entrata in produzione;

Sono fatte salve altresì diverse prescrizioni previste dalle misure di conservazione, o dai piani di gestione, specifiche per le singole ZPS.

c) gli interventi di diserbo meccanico nella rete idraulica artificiale, quali canali di irrigazione e canali collettori, devono essere effettuati al di fuori del periodo riproduttivo degli uccelli, che va dal 1° febbraio al 1° settembre.

d) deve essere realizzato il monitoraggio, delle popolazioni delle specie ornitiche protette dalla direttiva 2009/147/CE e in particolare quelle dell'Allegato I della medesima direttiva o comunque a priorità di conservazione.

Inoltre, si dispone che in tutte le ZPS della Regione vadano promosse e incentivate le attività finalizzate alla conservazione delle specie e degli habitat, tra le quali (si omettono quelli non di interesse per la presente relazione):

- a) (*omissis*);
- b) la rimozione dei cavi sospesi di (...) elettrodotti dismessi;
- c) l'informazione e la sensibilizzazione della popolazione locale e dei maggiori fruitori del territorio sulla Rete Natura 2000;
- d) l'agricoltura biologica e integrata con riferimento ai Programmi di Sviluppo Rurale;
- e) le forme di allevamento e agricoltura estensive tradizionali;
- f) il ripristino, il recupero e la riqualificazione ambientale di habitat naturali, quali ad esempio zone umide, temporanee e permanenti, e prati tramite la messa a riposo dei seminativi;
- g) il mantenimento delle stoppie e delle paglie, nonché della vegetazione presente al termine dei cicli produttivi dei terreni seminati, nel periodo invernale almeno fino alla fine di febbraio.
- h) le operazioni di pulizia dagli arbusti finalizzata al mantenimento delle superfici a pascolo permanente, come definito dall'art. 2 lettera c) del regolamento (CE) n. 1120/2009 della Commissione del 29 ottobre 2009.

L'allegato C della DGR n. 612/2011 definisce le “*Misure di conservazione specifiche e attività da favorire per le singole tipologie di habitat caratterizzanti le ZPS*”. Per quanto concerne le ZPS caratterizzate dalla presenza di zone umide sono indicati i seguenti divieti (si omettono quelli non di interesse per la presente relazione):

- a) è fatto divieto di bonifica idraulica delle zone umide naturali;
- b) *(omissis)*;

Gli obblighi previsti sono i seguenti:

- a) dovrà essere effettuato il monitoraggio del livello idrico delle zone umide, in particolar modo durante la stagione riproduttiva delle specie ornitiche presenti, al fine di evitare eccessivi sbalzi del medesimo;
- b) **a partire dal 1 gennaio 2012 è fatto obbligo di creare e mantenere fasce tampone definite come una fascia inerbita spontanea o seminata con specie autoctone preferibilmente ad alto assorbimento di nitrati, oppure arborea o arbustiva** riferita allo standard 5.2 di cui all'articolo 6 e all'Allegato III del regolamento CE 73/2009 e di larghezza definita dal decreto del Ministro delle politiche agricole alimentari e forestali n. 30125/2009 e successive modificazioni ed integrazioni come recepito ed attuato da apposito atto della Giunta regionale.

Le regolamentazioni sono:

- a) **la costruzione di nuove serre fisse è disciplinata dalla L.R. 12 agosto 1996 n. 34 concernente “Disciplina urbanistica per la costruzione delle serre” e successive modificazioni con le seguenti disposizioni attuative: è consentita esclusivamente la costruzione di serre senza opere di fondazione con strutture in legno o tubolare metallico comunque amovibili e con copertura degli impianti in film plastico e la cui superficie coperta non deve superare il quaranta per cento dell'area disponibile;**
- b) nelle zone umide naturali quali laghi, stagni, paludi, acquitrini, lanche e lagune d'acqua dolce, salata e salmastra, le attività che comportino improvvise e consistenti variazioni del livello dell'acqua o la riduzione della superficie di isole ovvero zone affioranti sono sottoposte a parere obbligatorio e vincolante della struttura regionale della Direzione Ambiente, competente in materia di Rete Natura 2000. Sono fatte salve le operazioni di prosciugamento delle sole vasche salanti delle saline in produzione;
- c) **è sospeso durante il periodo riproduttivo dell'avifauna, dal 15 marzo al 31 luglio, il controllo ovvero la gestione all'interno delle zone umide naturali quali laghi, stagni, paludi, acquitrini, lanche e lagune d'acqua dolce, salata e salmastra della vegetazione spontanea arborea, arbustiva e erbacea, mediante taglio, sfalcio, trinciatura, incendio, diserbo chimico, lavorazioni superficiali del terreno.** Sono fatti salvi interventi straordinari di gestione

previa autorizzazione dell'ente gestore, al fine di non arrecare disturbo o danno alla riproduzione della fauna selvatica;

d) l'utilizzo dei diserbanti per il controllo della vegetazione della rete idraulica artificiale (canali di irrigazione, fossati e canali collettori) è regolamentato dalle norme tecniche di difesa integrata del Piano di Sviluppo Rurale vigenti al momento del trattamento;

e) (*omissis*).

Le attività da favorire sono:

a) la riduzione dei nitrati immessi nelle acque superficiali nell'ambito di attività agricole;

b) la messa a riposo a lungo termine dei seminativi, nonché la conversione dei terreni da pioppeto in boschi di latifoglie autoctone o in praterie sfalciabili o per creare zone umide o per ampliare biotopi relitti e gestiti per scopi ambientali nelle aree contigue a lagune costiere, valli, torbiere e laghi;

c) (*omissis*);

d) l'incentivazione dei metodi di agricoltura biologica;

e) la creazione di zone a diversa profondità d'acqua con argini e rive a ridotta pendenza;

f) il mantenimento ovvero il ripristino del profilo irregolare (con insenature e anfratti) dei contorni della zona umida;

g) il mantenimento ovvero il ripristino della vegetazione sommersa natante ed emersa e dei terreni circostanti l'area umida;

h) il mantenimento dei cicli di circolazione delle acque salate nelle saline abbandonate al fine di conservare gli habitat con acque e fanghi ipersalati idonei per Limicoli, Sternidi e Fenicottero;

i) gli interventi di taglio della vegetazione, nei corsi d'acqua con alveo di larghezza superiore ai 5 metri, effettuati solo su una delle due sponde in modo alternato nel tempo e nello spazio, al fine di garantire la permanenza di habitat idonei a specie vegetali e animali;

l) la creazione di isole e zone affioranti idonee alla nidificazione in aree dove questi elementi scarseggiano a causa di processi di erosione, subsidenza, mantenimento di alti livelli dell'acqua in primavera;

m) (*omissis*);

n) (*omissis*);

o) la trasformazione ad agricoltura biologica nelle aree agricole esistenti contigue alle zone umide;

p) la realizzazione di sistemi per la fitodepurazione;

q) la gestione periodica degli ambiti di canneto, da realizzarsi esclusivamente al di fuori del periodo di riproduzione dell'avifauna, con sfalci finalizzati alla diversificazione strutturale, al

ringiovanimento, al mantenimento di specchi d'acqua liberi, favorendo i tagli a rotazione per parcelle ed evitando il taglio raso;

- r) il ripristino di prati stabili, zone umide temporanee o permanenti, l'ampliamento di biotopi relitti gestiti per scopi esclusivamente ambientali, in particolare nelle aree contigue a lagune costiere, valli, torbiere, laghi tramite la messa a riposo dei seminativi;
- s) la conversione dei terreni adibiti a pioppeto in boschi di latifoglie autoctone;
- t) le colture a basso consumo idrico e l'individuazione di fonti di approvvigionamento idrico, tra cui reflui depurati per tamponare le situazioni di stress idrico estivo;
- u) l'adozione, attraverso il meccanismo della certificazione ambientale, di pratiche ecocompatibili nella pioppicoltura, tra cui il mantenimento della vegetazione erbacea durante gli stadi avanzati di crescita del pioppeto, il mantenimento di strisce non fresate anche durante le lavorazioni nei primi anni di impianto, il mantenimento di piccoli nuclei di alberi morti, annosi o deperienti.

Nelle ZPS caratterizzate dalla presenza di ambienti agricoli sono da rispettare i seguenti obblighi:

- a) a partire dal 1 gennaio 2012 è fatto obbligo di creare e mantenere fasce tampone definite come una fascia inerbita spontanea o seminata con specie autoctone, preferibilmente ad alto assorbimento di nitrati, oppure arborea o arbustiva riferita allo standard 5.2 di cui all'articolo 6 e all'Allegato III del regolamento CE 73/2009 e di larghezza definita dal decreto del Ministro delle politiche agricole alimentari e forestali n. 30125/2009 e successive modificazioni ed integrazioni come recepito ed attuato da apposito atto della Giunta Regionale.

Regolamentazioni:

- a) L'utilizzazione di uso dei fanghi di depurazione è autorizzata dalle provincie ai sensi del decreto legislativo 27 gennaio 1992, n. 99 recante attuazione della Direttiva 86/278/CEE.

Attività da favorire:

- a) la messa a riposo a lungo termine dei seminativi per creare zone umide (temporanee e permanenti) e prati arbustati gestiti esclusivamente per la flora e la fauna selvatica, in particolare nelle aree contigue alle zone umide e il mantenimento (tramite corresponsione di premi ovvero indennità) dei terreni precedentemente ritirati dalla produzione dopo la scadenza del periodo di impegno;
- b) il mantenimento ovvero il ripristino di elementi di interesse ecologico e paesaggistico tra cui siepi, frangivento, arbusti, boschetti, residui di sistemazioni agricole, vecchi frutteti e vigneti, maceri, laghetti;
- c) l'adozione dei sistemi di coltivazione dell'agricoltura biologica;
- d) l'adozione di altri sistemi di riduzione o controllo nell'uso dei prodotti chimici in relazione: alle tipologie di prodotti a minore impatto e tossicità, alle epoche meno dannose per le specie

selvatiche (autunno e inverno), alla protezione delle aree di maggiore interesse per i selvatici (ecotoni, bordi dei campi, zone di vegetazione semi-naturale, ecc.);

- e) il mantenimento quanto più a lungo possibile delle stoppie o dei residui colturali prima delle lavorazioni del terreno;
- f) l'adozione delle misure più efficaci per ridurre gli impatti sulla fauna selvatica delle operazioni di sfalcio dei foraggi (come sfalci, andanature, ranghinature), di raccolta dei cereali e delle altre colture di pieno campo (mietitrebbiature);
- g) gli interventi di taglio delle vegetazione, nei corsi d'acqua con alveo di larghezza superiore ai 5 metri, effettuati solo su una delle due sponde in modo alternato nel tempo e nello spazio, al fine di garantire la permanenza di habitat idonei a specie vegetali e animali;
- h) la riduzione e controllo delle sostanze inquinanti di origine agricola;
- i) l'agricoltura biologica e integrata;
- l) l'adozione, attraverso il meccanismo della certificazione ambientale, di pratiche ecocompatibili nella pioppicoltura, tra cui il mantenimento della vegetazione erbacea durante gli stadi avanzati di crescita del pioppeto, il mantenimento di strisce non fresate anche durante le lavorazioni nei primi anni di impianto, il mantenimento di piccoli nuclei di alberi morti, annosi o deperienti.

I soggetti gestori dei siti Natura 2000, nel rispetto del principio di gestione partecipata attraverso accordi stipulati con i proprietari terrieri, siano essi pubblici, collettivi o privati, dovranno prevedere come impegni, per i suddetti proprietari (anche attraverso un apposito sistema di incentivi), le attività da promuovere e incentivare di cui alla lettera C) dell'Allegato B, le attività da favorire di cui all'Allegato C nonché gli obblighi di cui all'Allegato D alla suddetta D.G.R. n. 612/2011.

Il Regolamento (CE) 73/2009 del Consiglio del 19 gennaio 2009, e successive modificazioni, attuazioni e integrazioni, *“stabilisce norme comuni relative ai regimi del sostegno diretto agli agricoltori nell'ambito della politica agricola comune e istituisce taluni regimi di sostegno a favore degli agricoltori e che modifica i regolamenti CE n. 1290/2005, CE n. 247/2006, CE n. 378/2007 e abroga il regolamento CE 1782/2003”* e, in particolare, gli articoli 4 e 5 che istituiscono l'elenco dei criteri di gestione obbligatori di cui all'Allegato II del regolamento stesso relativi agli Atti A1 (Direttiva 2009/147/CE) e A5 (Direttiva 92/43/CE).

Ai sensi di tale Regolamento, le misure di conservazione previste dalla sopra richiamata DGR n. 612/2011, laddove applicabili, entrano a far parte degli impegni delle aziende agricole ricadenti all'interno dei siti Natura 2000 del Lazio, in applicazione del regime di condizionalità stabilito dalle relative deliberazioni della Giunta regionale di recepimento.

Tali indicazioni, oltre al Parco Nazionale del Circeo che, come detto sopra, include più siti della Rete Natura 2000, sono utili anche per la gestione degli altri siti presenti nel territorio dell'Agro Pontino, in particolare i SIC IT6040002 “Ninfa (ambienti acquatici)”, IT6040003 “Laghi Gricilli” e IT6040008 “Canali in disuso della bonifica pontina”.

3.1.4 Direttiva Quadro sulle Acque

La Direttiva 2000/60/CE (*Water Framework Directive* - WFD) stabilisce il quadro di riferimento per la politica comunitaria in materia di acque (costiere, di transizione, interne e sotterranee) per una gestione sostenibile a livello di bacino dei corpi idrici, degli ecosistemi associati e delle zone umide direttamente dipendenti da questi.

Nell'ambito della sua *Common Implementation Strategy* sono state redatte le linee guida sulle zone umide (“*Wetlands Horizontal Guidance. Horizontal Guidance Document on the role of wetlands in the Water Framework Directive*”), riferimento utile per la stesura di questa relazione.

La WFD introduce definitivamente nel panorama normativo europeo la necessità di gestire la risorsa idrica attraverso una pianificazione di bacino idrografico, con un approccio ecologico che consideri il ciclo delle acque e non i confini amministrativi dei vari enti gestori del territorio. Si fonda sui concetti di precauzione, prevenzione e sul principio di “chi inquina paga” e mira alla graduale riduzione delle emissioni di sostanze pericolose, fino ad eliminarle totalmente. In tale contesto, la gestione delle acque non deve solo agevolare un utilizzo idrico sostenibile fondato sulla protezione a lungo termine delle risorse idriche disponibili, ma anche contribuire a mitigare gli effetti delle inondazioni e delle stagioni aride.

Tale strategia trova concretezza nella valorizzazione delle molteplici funzioni del bene acqua e nel riconoscimento della coesistenza di diverse esigenze, sociali, economiche, ambientali. In tal senso il governo delle acque necessita una riduzione della frammentarietà delle competenze, il recupero della funzionalità ecologica degli ecosistemi acquatici e la promozione di una gestione integrata, sostenibile e solidale.

Gli Stati Membri sono chiamati pertanto non solo a valutare l'impatto ambientale delle attività umane, ad analizzare gli utilizzi delle risorse idriche e a monitorare lo stato delle acque superficiali e sotterranee, ma anche ad intraprendere concretamente le misure necessarie per impedire il deterioramento dello stato di tutti i corpi idrici superficiali e sotterranei. Uno degli obiettivi della Direttiva è, infatti, quello di raggiungere il “buono stato ecologico e chimico” delle acque superficiali entro il 2015.

Per i corpi d'acqua altamente modificati (HMWB - *High Modified Water Bodies*) e quelli artificiali (AWB - *Artificial Water Bodies*) si fa riferimento al potenziale ecologico che riflette, per quanto

possibile, le condizioni ecologiche associate al tipo di corpo idrico superficiale maggiormente comparabile, tenendo conto delle alterazioni idromorfologiche che non possono essere modificate senza effetti negativi sul servizio per cui le modifiche o le alterazioni sono state realizzate oppure, più in generale, su alcune componenti ambientali.

Scopi principali generali della WFD sono: l'individuazione delle pressioni antropiche significative sulle acque superficiali e sotterranee, l'analisi economica dell'utilizzo idrico e il quadro di azioni per la tutela delle acque (superficiali, sotterranee, di transizione e costiere) al fine di impedire l'ulteriore degrado dello stato degli ecosistemi acquatici, di quelli terrestri, nonché delle zone umide direttamente dipendenti dall'ambiente acquatico sotto il profilo del fabbisogno idrico.

Per la tutela degli ecosistemi acquatici e la pianificazione territoriale integrata la WFD recepisce l'approccio ecosistemico sancito dalla CBD, prevedendo misure di tutela a scala di bacino (come proposto dalla suddetta *River Basin Initiative*), attraverso i Piani di Gestione di Distretto Idrografico.

3.1.5 Collegamenti tra le Direttive Acque, Habitat e Uccelli

La WFD fornisce gli strumenti per un'opportuna integrazione con le direttive HD e BD e per la protezione o il ripristino delle connessioni fra gli habitat acquatici presenti nei Siti Natura 2000 (o fra di essi), con conseguente vantaggio per lo stato di conservazione delle specie migratrici.

La WFD prevede che le aree “...alle quali è stata attribuita una protezione speciale in base alla specifica normativa comunitaria al fine di proteggere le acque superficiali e sotterranee ivi contenute o di conservare gli habitat e le specie presenti che dipendono direttamente dall'ambiente acquatico” siano incluse in un Registro delle aree protette del Piano di Gestione di Distretto Idrografico. Inoltre specifica che fra le aree incluse nel Registro delle aree protette destinate alla protezione degli habitat e delle specie (per le quali il mantenimento o il miglioramento dello stato ecologico delle acque è un fattore importante per la loro protezione), siano inclusi i Siti della Rete Natura 2000.

Pertanto gli elementi per il collegamento di HD, BD e WFD sono i Siti Natura 2000 e le Aree Protette, fra cui i Siti Ramsar, in cui sono presenti specie ed habitat di interesse comunitario. In queste aree devono essere raggiunti gli obiettivi di tutela fissati dalle tre Direttive, ovvero lo stato di conservazione “soddisfacente” per specie ed habitat (HD) e lo stato ecologico “buono” dei corpi idrici entro il 2015 (WFD). Devono, inoltre, essere effettuate attività di monitoraggio integrate secondo quanto previsto dalle tre direttive. Infine, occorre coordinare le misure di gestione incluse nel Piano di Gestione di Distretto Idrografico e nei Piani di gestione dei Siti Natura 2000 e di aree protette.

Le tre Direttive hanno, quindi, lo scopo di tutelare gli ecosistemi acquatici, garantendo un equilibrio tra la protezione dei corpi idrici e della biodiversità ad essi associata e l'uso sostenibile delle risorse naturali. Pertanto, l'attuazione delle misure previste dalla WFD può determinare un beneficio generale sulla biodiversità, in particolare quella delle zone umide.

Per quanto riguarda i corpi idrici normali (non HMWB o AWB) che rientrano in Siti Natura 2000, aree protette e Siti Ramsar inseriti nei Registri delle aree protette, è previsto che gli obiettivi di qualità definiti dalla WFD (raggiungimento dello stato buono entro il 2015) si integrino con gli obiettivi definiti dallo strumento normativo ai sensi del quale sono state definite come aree protette. Ciò comporta che se le condizioni per il raggiungimento dello stato "buono" non sono sufficienti per la conservazione delle specie e degli habitat tutelati dalla HD, nel Piano di Gestione di Distretto Idrografico dovrebbero essere incluse misure supplementari per il raggiungimento degli obiettivi delle direttive HD e BD.

Occorre cioè identificare i requisiti legati alla qualità dello stato ecologico dei corpi idrici necessari al raggiungimento dello stato soddisfacente di conservazione delle specie e degli habitat legati all'ambiente acquatico. Infatti, per ciascun sito Natura 2000 incluso nel Registro delle aree protette, occorre considerare ogni aspetto dello stato ecologico dei corpi idrici che ha diretta influenza sullo stato di conservazione soddisfacente delle specie e degli habitat legati alle acque (D'Antoni e Natalia, 2010).

La WFD stabilisce, anche, che nei Siti Natura 2000 deve essere raggiunto l'obiettivo più restrittivo fra quelli stabiliti in base alle tre Direttive. Per cui se in un Sito Natura 2000 vi è una specie o un habitat che necessita di uno stato ecologico "elevato" del corpo idrico per raggiungere lo stato di conservazione soddisfacente, l'obiettivo da raggiungere per quel corpo idrico dovrà essere "elevato" anziché "buono" (D'Antoni in D'Antoni et al., 2011). Ma visto che il raggiungimento dello stato di conservazione soddisfacente può non dipendere solo dallo stato ecologico del corpo idrico, bensì ad esempio dalle pressioni antropiche, è necessario effettuare un'oculata analisi delle minacce per la definizione degli obiettivi specifici e delle misure di pianificazione più opportune.

È importante tener conto che lo stato di conservazione soddisfacente di specie e habitat è valutato a livello nazionale (e di regione biogeografica). In tal senso, lo stato di conservazione favorevole può essere raggiunto con un contributo diverso nei vari Siti Natura 2000, a cui corrispondono diversi obiettivi di conservazione.

Le HD e BD non hanno stabilito una data entro cui raggiungere gli obiettivi di conservazione dei Siti Natura 2000, anche se l'HD stabilisce che entro sei anni dall'istituzione dei Siti di Importanza Comunitaria (SIC) devono esserne definiti gli obiettivi e le misure di conservazione, per poter completare l'iter di designazione delle Zone Speciali di Conservazione (ZSC). In ogni caso è entro

il 2015 che occorre pianificare le misure necessarie per il raggiungimento degli obiettivi di tutela nelle aree protette collegati al raggiungimento dello stato ecologico delle acque al fine del raggiungimento dello stato di conservazione favorevole delle specie ed degli habitat di interesse comunitario legati all'ambiente acquatico. Tali misure devono essere considerate nei piani di gestione dei bacini idrografici ai sensi della WFD. Altri obiettivi delle HD e BD non collegati allo stato dei corpi idrici non sono influenzati dalla scadenza del 2015 prevista dalla WFD.

In sintesi, le misure previste dalle tre Direttive devono essere ben integrate e incluse nei Piani di Gestione di Distretto Idrografico (D'Antoni e Natalia, 2010).

3.1.5.1 Unità di gestione

Le acque superficiali considerate dalla WFD sono suddivise in tipologie per mezzo di criteri abiotici. Ciascuna tipologia di acque superficiali è suddivisa in corpi idrici che costituiscono l'unità di base per la gestione dell'acqua.

L'individuazione dei corpi idrici effettuata prendendo in considerazione la presenza di Aree protette è considerata una *best practice*, tuttavia i criteri per la definizione dei corpi idrici e dei Siti Natura 2000 sono differenti, come lo sono i principi generali delle due Direttive. Nel caso in cui un corpo idrico non ricada completamente in un'area protetta, il perimetro di questa può essere considerato per suddividere il corpo idrico in più parti, purché queste costituiscano unità omogenee dal punto di vista dello stato ecologico e delle pressioni in atto.

Ugualmente, gli habitat della HD costituiscono spesso una parte di un corpo idrico e in alcuni casi i corpi idrici sono più ampi dei siti Natura 2000, ma accade anche che estesi Siti Natura 2000 possano includere più di un corpo idrico.

Queste diverse configurazioni delle unità di gestione contemplate nelle tre Direttive devono essere tenute in debita considerazione nelle analisi e valutazioni.

3.1.5.2 Condizioni e siti di riferimento

La WFD stabilisce che, ai fini della valutazione dello stato ecologico, i valori dell'indice considerato per un dato corpo idrico vengano confrontati con i valori relativi alle condizioni che si avrebbero in assenza di pressioni antropiche o nel caso queste siano trascurabili. Tali condizioni dovrebbero essere riscontrate nei siti con elevato stato ecologico o con condizioni prossime a quelle naturali. Generalmente le condizioni meno degradate si possono riscontrare nelle aree protette, anche se i criteri per l'individuazione dei siti di riferimento e quelli utilizzati per individuare le aree protette sono differenti. Infatti, queste ultime dovrebbero coincidere con zone in cui si ha una particolare ricchezza di specie di interesse naturalistico o per tutelare particolari specie e/o habitat e/o ecosistemi. Tuttavia non è assolutamente scontato che ad un alto valore naturalistico dell'area

protetta corrisponda uno stato elevato di qualità del corpo idrico in essa presente. Pertanto non è possibile considerare *tout court* le Aree protette - Siti Natura 2000 - Siti Ramsar per l'individuazione dei siti di riferimento in quanto per la loro individuazione si utilizzano criteri differenti.

3.1.6 Direttiva sull'uso sostenibile dei pesticidi

La direttiva 128/2009/CE, deliberata dal Parlamento europeo e dal Consiglio delle Comunità europee in accordo alle indicazioni del VI Programma d'azione in materia di ambiente (Decisione n.1600/2002/CE), rappresenta il quadro normativo comunitario per l'utilizzo sostenibile dei prodotti fitosanitari.

La Direttiva stabilisce che ogni Stato membro adotti un Piano d'Azione Nazionale (PAN) nel quale definire gli obiettivi, le misure e i tempi per la riduzione dei rischi e degli impatti derivanti dall'utilizzo dei prodotti fitosanitari sulla salute umana e sull'ambiente. L'Italia ha l'obbligo, entro il 2012, di trasmettere il PAN alla Commissione europea e agli altri Stati membri, e, almeno ogni 5 anni, di riesaminarlo, garantendo ogni volta la massima partecipazione dei portatori di interessi e del pubblico in genere.

Assumendo come riferimento il principio di precauzione, i principali argomenti da affrontare nel PAN sono la formazione per gli operatori agricoli, la tutela dell'ambiente acquatico, la tutela della biodiversità, la riduzione dell'uso dei prodotti fitosanitari e dei rischi in aree specifiche nonché la difesa integrata.

Ciascuno di questi argomenti si interseca, direttamente o indirettamente, con le disposizioni comunitarie in materia di conservazione degli uccelli selvatici e di conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatica. Il legame più immediato, tuttavia, emerge in due azioni (Sannino e Lucci in D'Antoni *et al.*, 2011):

- a) tutela dell'ambiente acquatico dall'impatto dei prodotti fitosanitari. Questa azione comprende innanzitutto le misure di mitigazione del rischio definite prima della immissione in commercio del prodotto fitosanitario e rappresentate con le frasi di precauzione e di prescrizione in etichetta. Tra queste si cita, ad esempio, l'indicazione sulle distanze minime dai corpi idrici e l'obbligo di utilizzo degli ugelli antideriva. In secondo luogo, sono considerate le misure di mitigazione del rischio correlate alle attività specifiche degli enti territoriali. L'esempio migliore è costituito dalla **definizione delle aree vulnerabili alla contaminazione dei prodotti fitosanitari, al cui interno gli enti locali e regionali possono prevedere misure per la protezione dell'ambiente acquatico e dei corsi idrici**, adatte alle specifiche realtà territoriali (tipo di suolo, colture

prevalenti, problematiche fitosanitarie emergenti, ecc.). Il riferimento è l'articolo 11 *“Misure specifiche per la tutela dell'ambiente acquatico e dell'acqua non potabile”*;

- b) riduzione dell'uso dei prodotti fitosanitari o dei rischi in aree specifiche. Questa azione è orientata alla definizione di criteri per la eventuale riduzione o il divieto dell'uso dei prodotti fitosanitari. Il riferimento è l'articolo 12 *“Riduzione dell'uso dei pesticidi o dei rischi in aree specifiche”* che in maniera puntuale evidenzia l'opportunità di **definire specifiche misure per il divieto e/o la regolamentazione della utilizzazione dei prodotti fitosanitari nelle aree protette individuate, ai fini della conservazione, secondo le Direttive 92/43/CEE e 2009/147/CE (che sostituisce la n. 79/409/CEE) e la Convenzione di Ramsar.**

3.1.7 Legge Quadro sulle Aree Protette

In Italia, la norma che definisce i principi fondamentali per l'istituzione delle aree protette e la loro gestione, finalizzata alla tutela e alla valorizzazione del patrimonio naturale, è la Legge n. 394/91.

Ogni Regione ha successivamente emanato una propria normativa, o adeguato quella già vigente, in accordo con quella nazionale, introducendo in alcuni casi elementi di novità e di modernità, cosa che ha reso molto variegato il panorama normativo italiano.

Con tale norma sono stati fissati gli obiettivi di qualità e sicurezza che sono alla base delle politiche e degli interventi per la tutela della fauna e della flora selvatiche. La Legge Quadro prevede inoltre, ai fini della tutela dell'ambiente naturale, il coinvolgimento di tutte le parti interessate presenti nel territorio compreso in un'area protetta. Viene così superato il vecchio concetto di aree vincolate, valorizzando, al contrario, tutte le occasioni di promozione dell'economia locale e di sostegno allo sviluppo del turismo.

Le aree protette istituite secondo il dettato della L. 394/91 sono incluse nell'Elenco Ufficiale delle Aree Protette (EUAP). Tra queste rientra anche il Parco Nazionale del Circeo, pur essendo uno dei cosiddetti “parchi storici” in quanto istituito precedentemente alla Legge Quadro, ma alla quale si è adeguato successivamente in termini amministrativi e gestionali.

Nella regione Lazio la norma nazionale sopra indicata è stata declinata nella L.R. n. 29/1997, e s.m.i., la quale all'art. 3 stabilisce che:

1. La Regione, attraverso la creazione di un sistema di aree naturali protette nonché mediante l'istituzione dei monumenti naturali e l'individuazione dei siti di importanza comunitaria, persegue, in particolare, i seguenti obiettivi:
 - a) la tutela, il recupero e il restauro degli habitat naturali e dei paesaggi, nonché la loro valorizzazione;

- b) la conservazione di specie animali e vegetali, di singolarità geologiche, di formazioni paleontologiche e di ambienti naturali che abbiano rilevante valore naturalistico ed ambientale;
 - c) l'applicazione di metodi di gestione e di restauro ambientale allo scopo di favorire l'integrazione tra uomo ed ambiente anche mediante il recupero e la valorizzazione delle testimonianze antropologiche, archeologiche, storiche e architettoniche e delle attività agro-silvo-pastorali tradizionali;
 - d) la promozione di attività di educazione, formazione e ricerca scientifica, anche interdisciplinare, nonché di attività ricreative compatibili;
 - e) la difesa degli equilibri idraulici ed idrogeologici;
 - f) la valorizzazione delle risorse umane attraverso misure integrate che sviluppino la valenza economica, educativa delle aree protette;
 - g) la promozione del turismo sostenibile e delle attività ad esso connesse.
2. Nelle aree naturali protette si promuove la valorizzazione e la sperimentazione delle attività produttive compatibili con l'esigenza di tutela dell'ambiente e che favoriscono nuove forme di occupazione, ivi comprese le attività connesse alle fattorie sociali e didattiche. A tal fine si incentiva la più ampia partecipazione degli enti locali e delle forze sociali presenti nel territorio al fine di conseguire forme di sviluppo economico e di ricerca di nuove opportunità lavorative compatibili.

Importante, ai fini del Progetto *Rewetland*, è anche il dettato dell'art. 31, secondo cui:

1. Per consentire la qualificazione e la valorizzazione delle attività agro-silvo-pastorali, nell'ambito delle finalità istitutive dell'area naturale protetta, gli organismi di gestione, compatibilmente con la tutela dei valori naturali e culturali presenti nell'area stessa, favoriscono:
 - a) l'attività agricola e zootecnica ed il loro eventuale sviluppo;
 - b) la razionale gestione ed il miglioramento dei pascoli e dei boschi;
 - c) (*omissis*);
 - d) (*omissis*).
2. Al fine di cui al comma 1, nel programma pluriennale di promozione economica e sociale di cui all'art. 30, devono essere previsti interventi per rendere compatibili le attività agro-silvopastorali all'interno dell'area naturale protetta con la tutela dell'ambiente, interventi per l'agriturismo ed interventi per sostenere e sviluppare l'agricoltura biologica e/o compatibile, nel rispetto della vigente legislazione regionale, nonché per sostenere la valorizzazione e lo sviluppo delle peculiarità e suscettività produttive favorendo le attività agricole come fattore di difesa

ambientale e per promuovere, coordinare e incentivare le attività compatibili tese a perseguire il massimo sviluppo economico e sociale delle popolazioni locali.

Inoltre, in accordo con quanto già indicato nella Legge Quadro, si enfatizza il ruolo dei territori circostanti alle aree protette ai fini di una efficace conservazione della biodiversità. L'art. 10 riporta infatti come:

1. Qualora occorra intervenire per assicurare la conservazione dei valori di un'area naturale protetta, il Consiglio regionale, su proposta della Giunta regionale, d'intesa con l'organismo di gestione dell'area naturale protetta e con gli enti locali interessati, stabilisce piani e programmi nonché le eventuali misure di disciplina della pesca, delle attività estrattive e per la tutela dell'ambiente, relativi alle aree contigue all'area naturale protetta interessata, delimitandone i confini d'intesa con l'organismo di gestione dell'area naturale protetta medesima.

Purtroppo, nel territorio dell'Agro Pontino, anche per effetto delle notevoli trasformazioni ambientali subite a seguito delle attività di bonifica, non insistono altre aree protette (in senso stretto) oltre al Parco Nazionale del Circeo, se non il piccolo Monumento Naturale "Giardino di Ninfa".

3.1.8 Codice dei beni culturali e del paesaggio

Il D.Lgs. n. 42/2004, coerentemente con quanto già definito in norme precedenti, stabilisce che ogni intervento modificativo dei territori costieri (entro 300 m alla linea della battigia), di quelli contermini ai laghi (entro 300 m dalla linea della battigia), dei fiumi, torrenti e altri corsi d'acqua, iscritti negli elenchi del testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, e delle relative sponde (per una fascia di 150 m), deve essere assoggettato ad un provvedimento di autorizzazione paesaggistica.

Tale Decreto, in accordo con la Convenzione Europea sul Paesaggio sottoscritta a Firenze nel 2000, fornisce per la prima volta in Italia una normativa specifica riguardante il paesaggio, nonostante che questo termine fosse già richiamato nella Costituzione della Repubblica Italiana (art. 9) in cui se ne introduceva chiaramente la necessità di una sua tutela.

A scala regionale, la normativa paesaggistica è integrata dal Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) il quale però è stato soltanto adottato ma non ancora approvato dalla Regione Lazio.

3.2 Aspetti tecnico-scientifici, metodologici e gestionali

3.2.1 Stato di conservazione delle zone umide

Numerosi report e documenti scientifici evidenziano il particolare stato di degrado a livello globale degli ambienti umidi, intesi nella più ampia definizione della Convenzione di Ramsar. Nel secolo scorso, in molti paesi europei, si è registrata una perdita di oltre il 50% della superficie originaria delle zone umide. La situazione allarmante si ricava sia dai *trends* nella perdita e trasformazione di tali habitat e dall'elevato numero di specie attualmente minacciate (pesci, anfibi, invertebrati, uccelli), in proporzione superiore a quello di altri habitat terrestri, sia dalla interazione tra una serie di determinanti e fattori di minaccia legati a sviluppo urbano, agricoltura intensiva, inquinamento, modificazioni del regime idrogeologico, introduzione di specie invasive, ecc., che agiscono in sinergia e su scale diverse, causando effetti assai rilevanti sugli ecosistemi.

La perdita di tali ambienti preziosi si riflette non solo sui valori ecologici ed il funzionamento degli ecosistemi, ma anche sulle attività umane da essi dipendenti (pesca, uso dell'acqua potabile, irrigazione, regolazione delle piene, ecc.), controbilanciando i possibili vantaggi economici nel breve termine, legati alla trasformazione degli ambienti. La valutazione dei servizi ecosistemici forniti dalle zone umide rappresenta quindi uno strumento di conoscenza e di conservazione molto più efficace (Caporioni in D'Antoni *et al.*, 2011).

Gli uccelli acquatici migratori rappresentano un elemento chiave per designare e giustificare la protezione delle zone umide più importanti: la loro sensibilità ai cambiamenti ambientali, la relativa facilità di osservazione e la loro tendenza ad aggregarsi in particolari siti li rendono degli efficaci strumenti per la protezione di aspetti più ampi della biodiversità.

La distribuzione delle zone umide influenza la distribuzione dell'avifauna acquatica legata a tali ambienti definendo così aree caratterizzate da una maggiore biodiversità, quindi aventi un maggior valore conservazionistico intrinseco.

L'analisi, quantitativa e qualitativa, della ricchezza e della biodiversità delle zone umide risulta uno strumento importante al fine di stimare l'idoneità ambientale dei diversi siti e valutare l'efficacia delle misure di conservazione poste in atto, quali i ripristini e i miglioramenti ambientali, la gestione faunistico-venatoria, la regolamentazione delle attività antropiche impattanti, la gestione dei livelli idrici, ecc. (Baccetti e Amadesi in D'Antoni *et al.*, 2011).

Una delle tipologie di zone umide maggiormente trasformate in passato (con le bonifiche) e tra le più pressate ancor oggi dagli usi antropici (agricoltura intensiva, urbanizzazione della fascia costiera, abbassamento della falda, ecc.) è quella delle cosiddette zone umide di transizione, descritte nel paragrafo seguente.

3.2.1.1 Le zone umide di transizione

La dicitura *acque di transizione* è stata introdotta nella Direttiva 2000/60/CE con la seguente definizione: *corpi idrici superficiali in prossimità della foce di un fiume, che sono parzialmente di natura salina a causa della loro vicinanza alle acque costiere, ma sostanzialmente influenzati dai flussi di acqua dolce*. Essa esclude le lagune mediterranee che non ricevono acque dolci e per risolvere questa criticità è stata proposta la dicitura *ambienti acquatici di transizione*.

Gli ecosistemi acquatici di transizione sono ambienti ecotonali che occupano una posizione d'interfaccia tra l'ambiente terrestre e gli ambienti acquatici permanenti e che si formano nelle zone costiere dove i tratti terminali di fiumi, che trasportano l'acqua proveniente dal drenaggio continentale, incontrano l'acqua marina. La loro peculiare collocazione, tra terra emersa e terre completamente sommerse, acque dolci continentali ed acque marine, conferisce a questi ambienti caratteristiche ecologiche peculiari e una intrinseca eterogeneità, rappresentata sia dalle variazioni dei parametri chimico-fisici (e.g. salinità, nutrienti, idrodinamismo e geomorfologia) sia dalla variabilità caratterizzata da interfacce terra-acqua estremamente differenti (AA.VV., 2007).

Tra gli ambienti acquatici di transizione, considerando in un'ottica paesaggistica anche la loro parte emersa, sono da annoverare le lagune costiere, gli stagni salmastri, le zone di estuario, le foci di fiumi temporanei, i canali di drenaggio con sbocchi in mare, gli invasi degli impianti di produzione di sale (in attività e in disuso), alcune baie costiere riparate interessate dal mescolamento di acqua dolce di origine meteorica, di falda e/o proveniente dall'interno con l'acqua marina (Ferronato *et al.*, 2000).

Le lagune costiere sono formate dall'azione dei fiumi che trasportano grandi quantità di sedimenti e dalle correnti che li dispongono orizzontalmente e parallelamente alla costa, formando un cordone litorale che racchiude così un tratto di acque separato dal mare, in cui penetrano sia le acque costiere che quelle continentali; esso è dominato dalle maree in quanto comunica con il mare attraverso alcuni sbocchi o foci lagunari (Minelli, 2009).

Gli stagni salmastri sono corpi d'acqua costieri, con mescolanza di acque dolci e marine, separati dal mare da una lingua di terra (cordone litorale, freccia litorale, tombolo, ecc.), che a volte comunicano col mare attraverso stretti canali; questi sono caratterizzati da bassi fondali e, diversamente dalle lagune, non sentono l'influenza delle maree pur possedendo sbocchi al mare (Stock, 2004).

Le zone di estuario sono quelle in cui le acque dei fiumi che si uniscono al mare sono influenzate dalle maree con progressivo mescolamento e presenza di gradienti di salinità e densità; la differenza di densità tra acque dolci e marine per gravità produce una stratificazione verticale della salinità ed

un flusso convettivo (circolazione estuarina). Per estensione, la somma di più rami a estuario costituisce un delta.

Gli invasi degli impianti per la produzione del sale in disuso sono ecosistemi acquatici artificiali che, con l'abbandono delle attività estrattive, stanno mostrando interessanti processi ecologici ed evolutivi, quali quelli di colonizzazione animale e vegetale e di strutturazione di reti trofiche (Cerfolli *et al.*, 2009).

In generale, gli ecosistemi acquatici di transizione sono molto complessi da analizzare in quanto vi sono numerosi fattori che concorrono a rendere tali ambienti molto variabili; la morfologia di ogni singola area viene infatti influenzata dalle variazioni annuali, stagionali ed anche giornaliere, sia climatiche (umidità, piogge, temperatura, venti) che fisico-chimiche (salinità, ossigeno, composizione ionica). Questi elementi a loro volta si influenzano a vicenda, definendo particolari condizioni di eterogeneità spaziale e temporale nelle stesse aree. Si vengono così a creare numerosi gradienti come quello di salinità, maggiore verso il mare e minore risalendo verso l'interno del bacino, con effetti ecologici sulle comunità di pascolo e di detrito. La variazione è più o meno accentuata a seconda della morfologia del bacino e della presenza o meno di fiumi e sbocchi al mare.

Gli ambienti acquatici di transizione sono ambienti ad elevata produttività e in essi la biodiversità è alta per effetto della connessione tra habitat contrastanti (terrestri, d'acqua dolce e d'acqua marina). Il valore o l'importanza ecologica di un dato ecosistema acquatico di transizione è determinato sia dall'integrità delle funzioni di regolazione (resistenza e resilienza) e di produttività che dall'integrità dei parametri ecosistemici quali la complessità, la diversità (in termini di geni, di specie e di habitat) e la presenza di componenti tassonomiche di pregio. La presenza di specie a rischio di estinzione (Liste Rosse) e/o inserite negli Allegati delle Direttive UE (Habitat, Uccelli) e nelle liste delle Convenzioni internazionali (Bonn, Barcellona, ecc.) costituisce un altro parametro per definirne il valore.

Dato che molte funzioni e numerosi processi ecosistemici sono tra loro interconnessi, un uso sostenibile delle risorse è determinato dal mantenimento della complessità del sistema, prendendo con la dovuta considerazione le interazioni dinamiche tra funzioni, valori e processi. In altre parole, il valore ecologico di un dato ecosistema è intrinsecamente legato alla complessità del sistema stesso: dalle analisi delle dinamiche delle funzioni, dei valori e dei processi, e dalle loro interconnessioni, è possibile definire come regolare i bilanci ecologici e i tassi di sfruttamento delle singole risorse naturali.

3.2.2 Gestione e recupero delle zone umide

3.2.2.1 Introduzione

Un aspetto che emerge comunemente nei lavori sullo stato di conservazione delle zone umide è la difficoltà di attuare una strategia gestionale coordinata da parte delle diverse autorità competenti in materia, attraverso un approccio organico volto alla soluzione dei problemi che interessano in modo trasversale i numerosi risvolti presenti: aspetti ecologici, gestionali, socio-economici, effetti sulle condizioni delle popolazioni locali, utilizzo delle risorse, attività di informazione sulle problematiche, ecc. (Caporioni in D'Antoni *et al.*, 2011).

I piani e i programmi con i quali Regioni, Province, Comuni, Comunità montane, Autorità di bacino e Consorzi di bonifica gestiscono il territorio dovrebbero contenere i necessari criteri ed indirizzi generali (sulla base delle priorità, dei tempi e delle risorse finanziarie necessarie alla loro attuazione) per distinguere e caratterizzare gli interventi tra ordinari e straordinari. Nella maggior parte dei casi, purtroppo, le scelte sono dettate dalla necessità di intervenire con la massima urgenza e le autorità competenti spesso considerano solo gli aspetti legati alla sicurezza idraulica e allo sfruttamento delle risorse, tenendo conto raramente di quelli legati al risanamento della funzionalità degli ecosistemi che caratterizzano il territorio e ne rappresentano il grado di biodiversità presente. Di seguito, vengono quindi illustrate alcune considerazioni e indicazioni volte alla definizione di interventi finalizzati al recupero della biodiversità in un ambiente trasformato e/o degradato.

3.2.2.2 Il recupero ambientale

Il recupero ambientale di un sito è caratterizzato da una serie di misure e azioni poste in essere quando un'area è sottoposta a degli interventi che innescano dei processi naturali finalizzati alla riqualificazione degli ecosistemi caratteristici dell'area stessa (Di Noi in Onori *et al.*, 2005).

Nel recente passato si è sentito parlare spesso di interventi di recupero ambientale, soprattutto in relazione alla gestione del territorio (la sistemazione delle sponde di corsi d'acqua con il ripristino della vegetazione ripariale, la realizzazione di impianti di fitodepurazione, lo scavo di bacini di lagunaggio, l'impianto di fasce tampone boscate, ecc.). Queste azioni, sebbene finalizzate ad una gestione sostenibile del territorio e pur essendo definite genericamente interventi di "recupero", non sempre possono essere considerate realmente tali se non vengono eseguite con modalità e materiali adeguati.

Per la riqualificazione degli ecosistemi le cosiddette tecniche di intervento a basso impatto ambientale, basandosi in gran parte sull'utilizzo di materiali naturali, risultano le migliori in quanto tendono a conciliare gli obiettivi di sicurezza con quelli di conservazione delle componenti naturalistiche (e quindi della biodiversità).

Generalmente, recuperare un ecosistema significa riportare l'ecosistema, con buona approssimazione, alle condizioni in cui si trovava prima che fosse oggetto di una qualsiasi azione di disturbo. Ma non è sempre possibile affermare di conoscere le condizioni originarie naturali di ogni luogo. Considerato, inoltre, che le specie chiave originariamente presenti in un ambiente potrebbero ormai essere scomparse, gli sforzi per attuare il recupero di un ecosistema potrebbero, in alcuni casi, risultare eccezionalmente complessi, inefficaci, dispendiosi o, addirittura, inutili e negativi.

Quindi, il recupero di un ecosistema è un processo, molto complesso e delicato, governato artificialmente per un periodo più o meno lungo e che può essere avviato soltanto dopo aver condotto studi approfonditi.

Spesso è possibile trovarsi nella situazione in cui l'ecosistema abbia subito una tale evoluzione nel corso del tempo da non poter, comunque, essere ricondotto alla condizione originaria se non modificando la destinazione d'uso dell'area in cui esso si trova (con conseguente ricaduta sulla eventuale componente antropica storicamente e culturalmente legata al sito). In questo caso il recupero dell'ecosistema potrebbe essere una soluzione non perseguibile, sia sotto l'aspetto pratico che per gli elevati costi economici. In tali situazioni, si preferisce parlare di “riabilitazione ambientale”, intesa come insieme di pratiche eseguite con lo scopo di migliorare strutture e funzioni che siano state in precedenza alterate o rimosse da un disturbo. L'ecosistema riabilitato può, di conseguenza, risultare anche molto diverso dall'originale, ma presentare delle funzionalità positive più o meno identiche a quelle originariamente possedute.

3.2.2.3 Progettare il recupero ambientale

Un progetto finalizzato al recupero e al risanamento di un ecosistema deve necessariamente considerare due aspetti: la ricchezza di specie e la struttura delle comunità. L'obiettivo principale del progetto deve essere il recupero delle funzionalità di un ecosistema e l'ottenimento di un livello di biodiversità di base sufficiente ad innescare un processo di evoluzione naturale.

Nelle azioni di ripristino che interessano la componente vegetazionale dovrebbe pertanto essere assicurata una adeguata composizione di specie, in termini quali-quantitativi, per lo sviluppo di una “struttura di comunità” in grado di evolvere autonomamente verso uno stato di equilibrio dinamico.

Un'approfondita analisi iniziale del sito su cui si vuole intervenire deve essere prioritaria per la formulazione di qualsiasi ipotesi progettuale.

Per la scelta delle specie vegetali da utilizzare si dovrebbe fare riferimento alle liste delle specie autoctone, tenendo conto dei loro assemblaggi nelle formazioni vegetali naturali. Adeguata cura dovrebbe essere riposta nel loro reperimento in quanto l'impiego di specie vegetali autoctone aumenta la probabilità di successo dell'impianto, riduce i costi di manutenzione e può prevenire l'invasione di specie alloctone (esotiche o aliene). Per quanto riguarda le specie animali, invece, la

maggior parte dei progetti di ripristino non prevede azioni finalizzate alla loro reintroduzione poiché, in genere, ci si affida alla loro capacità di raggiungimento spontaneo del sito ripristinato.

La progettazione di un intervento di ripristino deve essere eseguita da un gruppo di lavoro multidisciplinare che comprenda tutte le figure professionali utili al raggiungimento di un risultato ottimale. Per la ricognizione dei dati e l'analisi del contesto ambientale, si dovrà porre particolare attenzione ai:

- fattori abiotici (clima locale, substrato pedo-litologico, assetto idrogeologico, topografia, ecc.);
- fattori biotici (le specie e le comunità tipiche del contesto biogeografico e di quello ambientale locale).

Ma una ulteriore attenzione va posta anche nei confronti del contesto territoriale in cui il sito d'intervento ricade, il quale direttamente o indirettamente può influenzare la funzionalità dell'ecosistema da recuperare, e delle attività antropiche presenti le quali possono influire, anch'esse direttamente o indirettamente, sull'intervento).

I dati raccolti consentiranno di individuare gli obiettivi di ripristino da perseguire e la tecnologia da utilizzare, analizzando anche le valenze economiche dell'ecosistema ed i servizi che è in grado di offrire. Il valore economico di un ecosistema può dipendere, ad esempio, da: produzione di risorse naturali (legname, foraggio o derivati della pesca); conservazione del germoplasma di specie localmente presenti; offerta ricreativa; offerta turistico-naturalistica.

I servizi ecosistemici possono essere: tutela delle “aree di ricarica” dell'acqua potabile; contenimento del fenomeno erosivo del suolo; riduzione del rumore; rifugio naturale per quelle specie selvatiche, rare e/o minacciate di estinzione.

Dopo aver valutato il contesto ambientale è possibile delineare il quadro di riferimento cui tendere e gli obiettivi da perseguire. Le tre principali tipologie di intervento sono:

- 1) recupero di un ecosistema danneggiato (la soluzione che tende a riportare il sito in una condizione antecedente al degrado);
- 2) ricostruzione dell'ecosistema preesistente (l'ecosistema è completamente ricostruito essendo stato fortemente trasformato);
- 3) costruzione di un ecosistema diverso da quello preesistente (soluzione ottimale qualora il contesto non consenta più di ripristinare le funzionalità minime dell'ecosistema precedente la trasformazione).

Nel progettare il ripristino di un ecosistema, una particolare attenzione dovrà quindi essere rivolta alla componente biotica vegetale. L'analisi ambientale del sito, propedeutica a qualsiasi intervento, dovrà quindi focalizzarsi nel reperire informazioni sui lineamenti vegetazionali che caratterizzano l'area in cui è presente l'ecosistema target; sugli habitat presenti; sugli ecotipi ad essi associati. Ciò

consentirà di realizzare un programma di reimpianto delle specie vegetali scegliendo le più idonee tra quelle presenti nell'ecosistema originale.

Affinché gli animali possano ripopolare spontaneamente un'area ripristinata è necessario procedere alla verifica della sussistenza di alcuni importanti presupposti, primo tra tutti il fatto che non dovrebbero esserci impedimenti fisici notevoli tra l'ecosistema ripristinato e le aree naturali limitrofe. La “frammentazione ambientale” costituisce, infatti, uno dei principali problemi attuali a causa della elevata urbanizzazione del territorio. Perché le specie possano spostarsi liberamente da un'area naturale all'altra devono essere previsti, laddove necessario, interventi mirati alla loro connessione, cioè al miglioramento della funzionalità della rete ecologica attraverso la realizzazione di fasce di connessione (corridoi ecologici) per ridurre l'isolamento di aree ad alta naturalità.

Conclusi gli interventi, dovrà essere monitorata nel tempo la loro efficacia verificando la eventuale necessità di azioni di manutenzione. Il monitoraggio risulta, quindi, uno strumento indispensabile perché, valutando in che misura saranno conseguiti gli obiettivi e in quanto tempo essi saranno raggiunti, renderà possibile la raccolta di informazioni fondamentali per definire criteri ed indirizzi per la progettazione di futuri interventi di ripristino.

3.2.2.4 La vegetazione e la sua dinamica naturale

La copertura vegetale presente in un territorio è detta anche vegetazione ed è costituita da un numero di tipologie differenti (boschi, arbusteti, prati, ecc.) che può essere più o meno elevato a seconda delle dimensioni del territorio, della sua eterogeneità ambientale e del disturbo antropico in esso presente.

Le singole tipologie non sono stabili, bensì governate da una dinamica che tende a trasformare generalmente le tipologie più semplici (prati) in quelle più complesse (foreste). Il dinamismo naturale si articola in due processi principali: le fluttuazioni e le successioni (Giacanelli in Onori *et al.*, 2005). Le prime sono variazioni temporanee (ad esempio quelle stagionali), che non modificano la tipologia, mentre le seconde avvengono quando si ha una trasformazione, cioè quando, ad una tipologia ne subentra un'altra (Pignatti, 1995).

La serie di vegetazione include tutti gli stadi vegetazionali, da quelli pionieri a quelli maturi, che si susseguono in un determinato sito in condizioni naturali. Fenomeni di disturbo, più o meno consistenti, alterano di continuo l'evoluzione della vegetazione, mantenendo una certa dinamica anche quando si è raggiunto lo stadio forestale apparentemente definitivo. Tale stadio definitivo (non sempre forestale) laddove non presente è ricavabile, in termini teorici, dal concetto di vegetazione naturale potenziale.

La conoscenza dei processi dinamici, storici e in atto, che interessano la vegetazione di un determinato territorio è la condizione necessaria ad una corretta pianificazione di interventi di

restauro vegetazionale che si pongano nell'ottica di un riavvicinamento alle condizioni ecologiche preesistenti il degrado (quando la causa sia stata rimossa), al raggiungimento del miglior equilibrio possibile con le condizioni climatiche proprie della zona e al rispetto della biodiversità locale sia in termini di ricchezza specifica, sia di struttura. Bisogna, cioè, tenere conto non solo di quali specie appartengono naturalmente all'area, ma anche come esse si assemblano in una comunità vegetale e quali sono le differenti tipologie di comunità presenti sul territorio in questione.

Una comunità vegetale può essere definita come un gruppo di piante che vivono insieme come risultato non casuale della selezione ambientale e della competizione con le altre piante. Una data comunità può quindi stabilirsi solo in un determinato ambiente ed è legata ad esso in quanto le specie che vi appartengono hanno necessariamente un'ecologia simile, anche se occupano nicchie ecologiche non del tutto sovrapponibili. Le relazioni interne ad una comunità, sia di tipo funzionale che strutturale, concorrono a mantenere la comunità in un equilibrio dinamico ma essa non è solo sede di relazioni interne, ma è in connessione con l'esterno.

Gli interventi di ripristino devono, quindi, tenere conto non solo degli aspetti floristici, presenza/assenza di specie nell'area in questione, ma anche di quelli vegetazionali, considerando il modo in cui esse interagiscono e si distribuiscono sul terreno nello spazio e nel tempo. Un'attenta analisi della vegetazione naturale attuale e potenziale è quindi il primo passo da compiere per operare scelte corrette.

I metodi di analisi della vegetazione possono essere raggruppati in due grandi tipologie, quelli fisionomici o strutturali, che rilevano la morfologia, la stratificazione, la forma di crescita delle specie, e quelli floristico-statistici, basati sulla tipologia e l'abbondanza relativa delle specie presenti in una comunità. Quest'ultimo tipo di analisi è utilizzato nel metodo fitosociologico di classificazione della vegetazione, il quale consente di mettere in evidenza i rapporti qualitativi con cui le piante tendono ad occupare lo spazio, geografico ed ecologico, di un determinato territorio, in equilibrio dinamico con tutti i fattori ambientali, abiotici e biotici, che lo caratterizzano.

3.2.2.5 La flora autoctona

L'insieme delle specie vegetali presenti in un territorio ne costituisce la cosiddetta "flora", concetto ben differente da quello di vegetazione sopra richiamato. Tale insieme può essere, come la vegetazione, molto variegato a seconda delle caratteristiche ambientali del territorio e del disturbo antropico presente. Quest'ultimo ha favorito sempre più la diffusione di specie in territori anche molto distinti e lontani, determinando forme varie di "inquinamento floristico", il quale in alcuni casi si è dimostrato così imponente da modificare, più o meno profondamente, l'assetto vegetazionale e paesaggistico di alcuni territori. Esempi emblematici sono riconducibili alle

introduzioni di *Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus altissima*, *Opuntia ficus-indica*, *Agave americana*, ecc., nonché di molte piante erbacee utilizzate per miglioramenti dei prato-pascoli e che hanno determinato forti modificazioni nell'organizzazione e composizione delle comunità vegetali.

Numerose esperienze hanno dimostrato come l'utilizzo di specie locali (cosiddette autoctone), negli interventi di recupero ambientale, sia vincente, relativamente alle capacità di attecchimento, alle potenzialità di sviluppo e alla resistenza ai fattori naturali di disturbo (condizioni climatiche, interazioni biotiche, ecc.).

E' dunque fondamentale conoscere la flora locale (e regionale) del territorio in cui insiste l'area di intervento, contemplando anche le caratteristiche strutturali e fenologiche delle specie, gli habitat ottimali e tutti gli altri parametri che risultano utili per poter definire le liste di specie da considerare nel progetto. A tal fine è importante conoscerne il periodo migliore per la raccolta dei campioni e/o dei semi, quello per la piantumazione o la disseminazione, le pratiche colturali necessarie e gli eventuali benefici funzionali che le specie stesse possono apportare all'ecosistema con la loro presenza.

Molte sono le problematiche su cui soffermarsi per migliorare le operazioni di intervento che contemplano l'utilizzo di specie vegetali, in quanto il mercato vivaistico non fornisce generalmente molte specie autoctone, soprattutto se si necessita di esemplari provenienti da ecotipi locali, o non sempre sono disponibili nelle quantità e qualità desiderate. E' necessario quindi un potenziamento della disponibilità delle specie autoctone in modo da rendere possibile concretamente la loro utilizzazione; a ciò va unito un incremento delle informazioni sulle caratteristiche delle diverse specie (velocità di crescita, caratteristiche radicali, strategie riproduttive, ecc.) in modo da poter più facilmente selezionare quelle coerenti con l'intervento previsto. Per raggiungere tale obiettivo sarebbe necessaria una revisione della normativa omogeneizzando le disposizioni e rendendo più stringenti le prescrizioni a tutela della diversità floristica naturale a scala locale.

3.2.2.6 Le specie aliene

La tutela della biodiversità è legata anche alla protezione degli ecosistemi dall'introduzione di specie aliene (o esotiche, o alloctone). La diffusione di tali specie ha assunto una rilevanza tale da essere indicata quale principale rischio ambientale a scala mondiale, dopo la distruzione degli habitat e l'inquinamento chimico (Capocefalo in Onori *et al.*, 2005).

L'introduzione negli ecosistemi di una qualsiasi nuova entità estranea può provocare effetti che vanno dall'ibridazione tra entità poco distinte in termini filogenetici, alla competizione per le risorse vitali, allo sviluppo di nuove relazioni interspecifiche o alla modifica di quelle preesistenti, fino al sopravvento della nuova entità e la scomparsa di una o più entità autoctone (o di intere comunità in casi eccezionali). Diverse sono, quindi, le possibili interazioni tra le specie vegetali che si trovano a

coesistere e si basano su criteri di maggiore o minore adattabilità, in termini di successione naturale, alle mutevoli condizioni ambientali.

Spesso, grazie alla elevata adattabilità e competitività, le specie aliene beneficiano dei disturbi arrecati dall'uomo che frammentano gli ecosistemi e ne aumentano la vulnerabilità. Ma, a favorire il successo dell'invasione, soprattutto in fase iniziale, è spesso la mancata esistenza di predatori e parassiti specifici nell'ambiente colonizzato. Nel tempo, l'invasione determina un decremento delle specie autoctone, con diminuzione della biodiversità locale e frammentazione degli habitat.

L'introduzione in Italia di specie aliene è avvenuta soprattutto per ragioni ornamentali, agricole e selvicolturali. La possibilità di utilizzare specie forestali a rapido accrescimento ha favorito lo sviluppo dei rimboschimenti finalizzati alla massimizzazione produttiva del bosco. Usi più o meno estesi sono stati effettuati per ricostruire velocemente una copertura vegetale arborea dopo il passaggio di incendi, o dove le superfici erano totalmente denudate per l'impatto millenario del pascolo o del taglio.

In passato sono state effettuate delle approfondite sperimentazioni con specie forestali esotiche al fine dell'individuazione di entità in grado di sopravvivere alle nostre condizioni edafiche e climatiche, fornendo buone prestazioni sia funzionali che di tipo produttivo.

Ad esempio, gli eucalitti (*Eucalyptus* sp.pl.), di origine australiana, sono stati importati in Italia ad inizio Ottocento proprio per la loro rapida crescita ed elevata capacità pollonifera. La loro diffusione è legata inizialmente alle bonifiche delle pianure costiere (tra cui l'Agro Pontino, in cui sono ancora evidenti numerose alberature con funzione di frangivento e di idrovore naturali) e successivamente alla capacità di soddisfare le richieste di pasta di cellulosa dall'industria cartaria. Non marginale è anche l'utilizzo come pianta mellifera ed officinale.

Fra le specie arboree di vecchia introduzione è da ricordare *Populus deltoides*, la quale, se da un lato ha permesso un buon incremento della produzione di legno, dall'altro sta provocando un forte inquinamento genetico a discapito di *P. nigra*.

Una specie ancora più invasiva, introdotta in Italia nel Settecento, in tal caso dal Nord America, è *Robinia pseudoacacia*, nota per le sue capacità di colonizzazione di superfici denudate o disturbate, che ne hanno determinato una veloce espansione, anche qui favorita dall'uomo per la piantumazione finalizzata al ricoprimento dei versanti e delle scarpate limitrofe alle infrastrutture stradali e ferroviarie. Le sue facoltà pollonifere e di miglioratrice del suolo (per via dei batteri azotofissatori simbiotici presenti nelle radici), la velocità di crescita, l'utilizzo anche come pianta mellifera o per fini ornamentali, hanno consentito la sua naturalizzazione nel paesaggio vegetale italiano e di molti altri Paesi europei.

3.2.2.7 Modalità di utilizzo delle piante

Numerosi enti pubblici, organizzazioni di categoria e associazioni hanno pubblicato, negli ultimi due decenni, testi e manuali di progettazione di interventi di recupero ambientale e miglioramento della funzionalità ecologica (alcuni esempi sono riportati nella bibliografia in coda alla presente relazione). Spesso, accanto alle tecniche ingegneristiche da eseguire, sono riportate anche indicazioni, più o meno approfondite, su quali specie vegetali possano essere utilizzate per detti interventi. Ma non sempre si riportano informazioni approfondite sulle modalità da seguire per ottenere il massimo dei risultati in termini di coerenza ambientale e di conservazione della biodiversità (Onori *et al.*, 2005).

Un aspetto molto importante e delicato negli interventi di recupero ambientale è quello relativo all'utilizzo delle piante (arboree, arbustive ed erbacee). Pur essendo organismi viventi, le piante vengono troppo spesso trattate alla stregua di un qualsiasi altro componente strutturale delle opere di progetto o, peggio, di un elemento di arredo con esclusiva funzione di miglioramento estetico-percettivo o ad esclusivo beneficio dell'inserimento paesaggistico delle stesse. Tale concezione è alla base di clamorosi errori di progettazione e/o realizzazione di interventi e può avere delle notevoli conseguenze negative sugli ecosistemi in cui si interviene e sul raggiungimento degli obiettivi ipotizzati.

A seguire si riporta un testo che illustra gli aspetti biologici riproduttivi delle piante e le tecniche che, partendo da tali conoscenze, contribuiscono ad ottenere adeguati risultati nelle fasi progettuali ed esecutive in cui si prevede l'utilizzo delle piante.

3.2.2.7.1 Riproduzione e propagazione delle piante

La riproduzione delle piante può avvenire per via sessuata, detta anche gamica, o per via asessuata, o agamica (Siniscalco in Onori *et al.*, 2005).

La propagazione gamica (cioè per seme) è il più efficace metodo di riproduzione delle piante selvatiche, perché gli individui che derivano da seme hanno genotipi diversi tra loro e dai genitori. Questa variabilità genetica è importante perché consente un continuo adattamento delle diverse specie alle eventuali variazioni ambientali, per cui gli individui che entro ciascuna generazione mostrano maggior adattamento ambientale tendono a svilupparsi meglio e a produrre una successiva generazione a garanzia della sopravvivenza della specie. Negli interventi di recupero ambientale, quando risulta essenziale la ricerca del massimo grado di variabilità genetica, la propagazione per seme risulta il metodo più efficace ed allo stesso tempo più economico.

Con la germinazione del seme l'embrione sviluppa una plantula entrando così nella fase giovanile. In questa fase predomina la crescita vegetativa e la pianta si sviluppa per accrescimento del fusto, delle radici e della sezione trasversale. Le piante allo stadio giovanile continuano a vegetare per un

certo periodo di tempo non rispondendo agli stimoli che inducono alla fioritura. Quando la pianta sta per entrare nella fase adulta o matura, in cui predomina l'attività di riproduzione sessuata, inizia una fase di transizione e mentre le piante erbacee annuali e biennali quando raggiungono le loro dimensioni definitive fioriscono, disseminano e muoiono, le piante perenni, una volta raggiunta la fase adulta, continuano la crescita vegetativa producendo nuovi germogli accanto alle regolari fioriture annuali o stagionali.

La scelta della propagazione per seme di diverse specie vegetali erbacee o legnose utilizzabili in azioni di recupero ambientale è obbligata dal fatto che esse non si propagano per via agamica, contribuendo di per sé alla conservazione della biodiversità. In altri casi no.

La propagazione asessuata o agamica, assicurando la replica esatta del genotipo, ha invece un ruolo fondamentale nei programmi che prevedono il mantenimento di caratteri genetici quale risultato di combinazioni particolari di geni. I programmi di miglioramento genetico sono da sempre oggetto di attenzione da parte dell'uomo. Ma il continuo miglioramento genetico delle piante coltivate, perseguito con la propagazione agamica di specie sempre più selezionate e destinate al mantenimento e miglioramento di specifiche caratteristiche colturali e produttive, ha portato in molteplici casi ad una progressiva riduzione della variabilità genetica. Una naturale conseguenza del decremento della variabilità genetica è l'aumento della sensibilità agli attacchi parassitari e la minore resistenza ai cambiamenti ambientali.

La riproduzione agamica è possibile quando ogni cellula vegetale, o la maggior parte di esse, contiene le informazioni genetiche necessarie per la rigenerazione di un'intera pianta. Tale riproduzione può avvenire attraverso la formazione di radici o germogli avventizi (ad es. da talee) o attraverso l'unione di parti vegetative con la tecnica dell'innesto.

Riproducendo l'esatta duplicazione del genotipo dell'organismo originario, la propagazione agamica (o vegetativa) è di fatto una clonazione. Ma per mantenere l'identità genetica della pianta originaria, la riproduzione agamica dei cloni richiede l'impiego di procedure che rivelino eventuali mutazioni genetiche e che escludano infezioni da patogeni (virus, batteri, funghi, nematodi) che possano comprometterne lo stato di salute. Infatti, i cloni possono essere soggetti a deperimento per una qualunque di queste cause e possono andare incontro ad una rapida scomparsa. Analogamente può accadere che un clone, con risultati soddisfacenti in una determinata zona, trasportato in un'altra area possa essere oggetto ad attacchi da parte di nuovi patogeni e deperire perché ad essi non è resistente; oppure potrebbe contaminare le specie del nuovo ambiente con le malattie di cui è portatore sano (Siniscalco in Onori *et al.*, 2005).

In termini biologici, l'apparato radicale può essere in grado, anche in età avanzata, di dare origine a nuovi tessuti più facilmente del resto della pianta. Nella parte epigea, i getti sono tanto più giovanili

quanto più sono vicini alla zona di congiunzione del fusto con il polo radicale. Porzioni prelevate dalle branche più alte attecchiscono meno facilmente di quelle prelevate in basso e quelle che derivano da una ramificazione di ordine più elevato hanno percentuali di riuscita minore di quelle ottenute da rami di ordine inferiore.

I tessuti dei polloni, dei rami epicormici e dei boccioli floreali e i getti che si originano da gemme avventizie sviluppate sui calli di cicatrizzazione risultano essere le porzioni più reattive. Al contrario, quelle aeree prelevate da piante adulte non attecchiscono o lo fanno molto difficilmente, originando piante con vigoria scarsa o nulla. La propagazione vegetativa, quindi, può assicurare piante identiche a quella di partenza solo se vengono impiegati i tessuti cosiddetti meristemati.

Nel caso in cui la pianta prescelta per la propagazione agamica sia adulta, i metodi di ringiovanimento utilizzabili possono prevedere: tagli energici della parte aerea, o anche ceduzione, in seguito ai quali si originano getti tanto più giovanili, quanto più ci si avvicina al polo radicale; innesto su soggetti giovani.

Attualmente le tecniche di propagazione agamica note sono:

- per innesto, che consiste nel saldare su una pianta munita di apparato radicale (portainnesto) una porzione di un'altra pianta (nesto) che in genere è una porzione di ramo o una gemma. Questo metodo non trova nessun utilizzo nel caso specifico delle opere di recupero ambientale perché ha costi elevati, grossi problemi di incompatibilità e nessuna utilità dal punto di vista pratico;
- per talea, per la quale sono prelevate porzioni di ramo oppure di radice o di foglia a seconda della specie e tale materiale è posto in condizioni ambientali favorevoli alla produzione di radici avventizie e nuovi germogli, ottenendo così una nuova pianta. Alcune specie arboree che si moltiplicano facilmente per talea, come pioppi e salici, trovano largo impiego nelle opere di rinaturalizzazione, fino al punto di porre direttamente a dimora porzioni di ramo;
- per propaggine, che consiste nell'ottenere la radicazione dai rami inferiori della pianta tenuti costantemente a contatto col terreno, fenomeno che può verificarsi spontaneamente in natura in seguito alla copertura di rami inferiori da strati superficiali del suolo ma è un metodo che non trova riscontri applicativi nelle opere di recupero;
- per margotta, metodo che necessita di molto tempo ma che permette la propagazione di piante di difficile radicazione. Si distinguono due tipi, aerea o di ceppaia, di cui la prima consiste nel praticare un'incisione anulare su di un ramo, che viene ricoperta con un substrato mantenuto umido, stimolando così l'emissione di radici aeree; la seconda, più diffusa, consiste nel tagliare la pianta, ricoprire di terra la ceppaia con i relativi germogli, favorendo così l'emissione delle radici e successivamente la parte radicata viene distaccata e messa a dimora (metodo utilizzato

nella propagazione del castagno e che potrebbe avere un largo impiego in opere di rinaturalizzazione che richiedono materiale vegetale di una certa pezzatura);

- per polloni radicali, in cui si sfrutta la capacità dell'apparato radicale di alcune specie vegetali di originare polloni che successivamente emettono facilmente radici avventizie laterali. I nuovi soggetti corredati di apparato radicale vengono affrancati senza grandi problemi e molte specie arboree (olmo, pioppi, ecc.) sono propagati con questo metodo e possono trovare un largo impiego nelle opere di recupero ambientale che necessitano di materiale localmente reperito per evitare rischi di contaminazione genetica da parte di piante ottenute con semi della stesse specie ma di ecotipi differenti.

Le modalità specie-specifiche di riproduzione e propagazione delle piante costituiscono un riferimento progettuale e applicativo obbligato e imprescindibile allorquando si intenda realizzare opere di recupero della naturalità o di ricostruzione di ambienti degradati.

La scelta delle specie vegetali da utilizzare non può prescindere, infatti, da valutazioni non solo sulla coerenza fitogeografica e ambientale ma anche sulla facilità nel trattamento, sulla ridotta necessità di azioni di manutenzione e sulla disponibilità nei vivai pubblici e privati del materiale necessario (semi, piante giovani, ecc.), proveniente il più possibile da ecotipi locali.

Facilità di trattamento e ridotta necessità di manutenzione sono aspetti che variano da specie a specie (e poi da luogo a luogo) per cui soltanto conoscendo le caratteristiche biologiche e autoecologiche di ogni specie potenzialmente utilizzabile in un determinato contesto è possibile selezionare quelle che potranno rivelarsi le più adatte al raggiungimento degli obiettivi prefissati. Nel prosieguo delle attività inerenti l'azione oggetto della presente relazione saranno approfondite tali tematiche al fine di redigere elenchi ragionati di specie da utilizzare in contesti differenti e per finalità differenti.

3.3 Interventi di riqualificazione ambientale e rinaturalizzazione delle zone umide

3.3.1 Introduzione

Il problema della ridotta biodiversità della pianura pontina deve essere risolto operando al fine di ottenere, partendo dalle aree protette in essa presenti, il recupero e la conservazione della funzionalità ecologica, in particolare di quella delle zone umide. Questo obiettivo può essere raggiunto, in alcuni casi, intervenendo soltanto attraverso l'applicazione di adeguate pratiche di manutenzione, mentre, in altri, attraverso l'attuazione di interventi specifici di riqualificazione ambientale e rinaturalizzazione: diversificazione morfologica dei corpi d'acqua, creazione di habitat, gestione della risorsa idrica, contenimento delle specie esotiche invasive, ecc. (Caggianelli *et al.*, 2012).

Tali interventi, interessando aree protette, richiedono la massima attenzione in fase di progettazione e realizzazione al fine di evitare effetti indesiderati e fortemente negativi come, ad esempio, l'introduzione di specie non coerenti con le condizioni ecologiche locali, o di evitare interventi molto costosi ma di dubbia efficacia.

Laddove realizzati correttamente, si possono ottenere effetti sia di interesse ecologico (miglioramento dello stato della vegetazione acquatica e spondale, miglioramento dello stato delle zoocenosi collegate, incremento della funzionalità della rete ecologica, ecc.), che di interesse antropico (incremento della qualità delle acque e dei prodotti agricoli, miglioramento dell'ambiente in generale e del paesaggio, incremento delle potenzialità di fruizione, ecc.).

Gli interventi di riqualificazione ambientale e rinaturalizzazione delle zone umide qui proposti sono indirizzati, infatti, a risolvere contemporaneamente molteplici problematiche: scarsa qualità chimico-fisica e biologica dell'acqua, degrado paesaggistico del territorio agricolo e insediativo, ridotta biodiversità. Ma il raggiungimento degli obiettivi suddetti non può prescindere, in generale, dalla valutazione e mitigazione del rischio idraulico, che nei territori antropizzati e produttivi, come la pianura pontina, è il principale aspetto che gli enti che governano il territorio devono tenere in considerazione.

Gli interventi di riqualificazione ambientale possono consistere in azioni strutturali (quali ad esempio la realizzazione di fasce tampone lungo le sponde per intercettare gli inquinanti diffusi, l'ampliamento della sezione dei corsi d'acqua mediante la creazione di alvei a due stadi dotati di golene vegetate allagabili, ecc.) e metodologie di gestione ordinaria del corpo idrico che permettano di preservare maggiormente l'ecosistema rispetto alle pratiche tradizionali, cercando il migliore compromesso tra difesa idraulica e miglioramento ambientale (Monaci, 2009).

Queste linee guida forniscono indicazioni utili per la progettazione e realizzazione di interventi di riqualificazione ambientale e rinaturalizzazione delle zone umide, con l'intento che entrino progressivamente a far parte delle metodologie utilizzate abitualmente sia dagli enti gestori del territorio, a vario livello, che dai privati, in particolare le aziende agricole e, più in generale, tutte quelle realtà economiche che utilizzano i corpi idrici e le risorse idriche per finalità produttive.

Alcune indicazioni qui fornite sono ugualmente valide in contesti differenti ma in fase di progettazione dovranno essere tenute in debita considerazione le diverse realtà territoriali oggetto di intervento e le specifiche problematiche ambientali. Questo documento rappresenta dunque una guida concettuale da cui trarre spunto per individuare soluzioni progettuali innovative e modalità di loro realizzazione.

La rinaturalizzazione delle zone umide, associata alla rivisitazione di alcune attività produttive (in particolare quelle agricole) e di alcuni elementi territoriali (ad es. le fasce frangivento), può inoltre generare ulteriori benefici, quali la creazione di redditi integrativi per l'agricoltore (sviluppo di una filiera legata alla biomassa ricavabile dalle fasce tampone e dalle zone umide artificiali, la gestione e la mitigazione di alcuni effetti creati dal cambiamento climatico, il miglioramento del paesaggio a favore di un aumento di interesse turistico e fruitivo delle aree rurali, ecc.).

Per facilitare la lettura degli interventi qui proposti e di seguito illustrati, essi sono stati accorpati in quattro gruppi, ognuno contraddistinto da un macroobiettivo generale:

- miglioramento degli ecosistemi igrofilo e acquatici;
- miglioramento della qualità delle acque superficiali e sotterranee;
- promozione di attività produttive sostenibili;
- promozione delle attività di ricerca e di educazione ambientale.

E' però l'integrazione di tutti questi interventi che consente il raggiungimento dei massimi benefici.

3.3.2 Interventi di creazione e miglioramento degli ecosistemi igrofilo e acquatici

La maggior parte dei corpi idrici attuali della pianura pontina è stata costruita ex-novo dall'uomo nel corso della cosiddetta Bonifica Integrale, tra gli anni '20 e '30 del secolo scorso, spesso riadattando alvei e depressioni già esistenti (naturali o creati in precedenti tentativi di bonifica).

L'obiettivo principale era, ovviamente, quello di favorire lo scorrimento delle acque ed evitare l'impaludamento delle porzioni più depresse, alcune delle quali poste ad una quota inferiore a quella del mare. Altro obiettivo importante era quello di creare una fitta rete di canali irrigui a beneficio dell'agricoltura, principale attività economica dell'epoca (e ancora di grande rilievo).

Per garantire queste finalità tutti i corpi idrici sono stati modellati in modo da privilegiare sponde e sezioni a geometria regolare, le quali sono state successivamente gestite in modo da non consentire (quasi mai) le evoluzioni morfologiche naturali, tipiche dei corpi idrici. Al controllo della

morfologia è stato associato, chiaramente, il controllo dell'evoluzione della vegetazione attraverso frequenti operazioni di taglio ed espurgo, attività che non hanno consentito nel tempo la ricostituzione di biocenosi ricche e strutturate.

La pianura pontina è quindi un territorio in cui la componente naturalistica è estremamente semplificata (escludendo alcune porzioni più o meno limitate), la quale potrebbe però incrementare significativamente la sua valenza ecologica sfruttando proprio le potenzialità della rete dei canali. Ciò può essere sviluppato più facilmente partendo proprio dalle aree protette, nelle quali sono già presenti ambiti naturali, ma ancora numerosi sono quelli artificiali o gestiti secondo logiche essenzialmente idrauliche.

Nelle aree protette, in tutti gli ambiti in cui fosse possibile, andrebbero attuati interventi finalizzati principalmente al recupero della morfologia naturale dei corpi idrici, cioè al miglioramento dell'ecosistema, mentre nei restanti casi andrebbero attuate le migliori modalità di gestione in grado di garantire contemporaneamente la difesa idraulica (obiettivo prioritario, per legge, nelle aree antropizzate) e la conservazione di una naturalità adeguata, in grado di sostenere la funzionalità della rete ecologica e di mantenere una discreta capacità autodepurativa del corpo idrico.

3.3.2.1 Rinaturalizzazione delle sponde dei corpi idrici

Il recupero di una morfologia più naturaliforme delle sponde dei laghi e delle sezioni dei corsi d'acqua è fondamentale per poter ottenere, nel breve periodo, uno sviluppo autonomo dei processi di evoluzione delle principali biocenosi acquatiche e igrofile.

In alcuni casi, anche nelle aree protette, può risultare difficoltoso attuare questo tipo di interventi per l'impossibilità di utilizzare le fasce di terreno più prossime al corpo d'acqua. Questo limite può essere superato, in qualche caso, intervenendo direttamente lungo le sponde o nell'alveo per diversificare gli habitat, in modo da contribuire allo sviluppo di un andamento sinuoso (ad esempio inserendo, in modo alternato sulle sponde di un corso d'acqua rettificato, dei deflettori di corrente).

Gli interventi di riqualificazione morfologica che incrementano la sinuosità del tracciato, ampliano l'alveo, diversificano il substrato, introducono buche, ecc., aumentano il tempo di residenza delle acque, favoriscono l'ossigenazione e aumentano la superficie di contatto con le comunità microbiche e vegetali. In altre parole, aumentano la capacità autodepurativa dei corpi d'acqua, a tutto beneficio della qualità delle acque che in essi vi scorrono e che vengono utilizzate per l'irrigazione, attraversano le aree urbanizzate e si riversano nel mare.

Tali interventi, che generalmente necessitano di una ridefinizione radicale di una o entrambe le sponde, devono essere attentamente progettati in base al contesto e alle finalità che si vuole raggiungere in termini di diversificazione morfologica e di creazione di habitat differenti.

Dove la disponibilità di spazio lo consente si può coniugare l'ampliamento della sezione di un corso d'acqua con la realizzazione di una o più golene periodicamente allagabili poste a livelli differenti.

Un aspetto importante è quello del mantenimento di un alveo di magra adeguato in modo da evitare la dispersione della portata su una superficie eccessiva, con il rischio di aumenti eccessivi della temperatura dell'acqua, perdita della risorsa per evaporazione, incremento della biomassa e riduzione dell'ossigeno disciolto.

L'ampliamento della sezione di un corso d'acqua, oltre ad aumentare la capacità di accogliere piene più abbondanti, consente un complessivo miglioramento dell'ecosistema, essendo più facile mantenere la vegetazione spontanea e inserire specifiche piante nell'alveo e sulle sponde, la cui manutenzione periodica può essere eseguita con minore frequenza.

Questo tipo di interventi può necessitare della messa a dimora lungo le sponde di alberi e arbusti, da selezionare in base agli obiettivi di sicurezza idraulica e ad altre necessità da valutare caso per caso. In tal senso, oltre al miglioramento della qualità delle acque per l'incremento della capacità autodepurativa, si ottiene un miglioramento del territorio in termini paesaggistici e un aumento delle sue funzioni e dei servizi ecosistemici.

L'assenza di una fascia vegetata lungo il piede delle sponde o più in generale della vegetazione ripariale, che fornisce stabilità alle sponde, grazie al consolidamento determinato dall'apparato radicale, determina spesso il manifestarsi di fenomeni di erosione e di arretramento, con danni più o meno sostenuti alle superfici limitrofe. Ma anche gli interventi di manutenzione periodica eseguiti con mezzi meccanici possono determinare un danneggiamento del piede delle sponde, così come le cicliche (o stagionali) variazioni di livello e di portata, soprattutto dei canali irrigui.

Anche il dissesto spondale può essere affrontato attuando modalità di gestione che possono contribuire, allo stesso tempo, al miglioramento dell'ecosistema acquatico. L'opzione più semplice e più efficace in termini naturalistici è indubbiamente quella di non realizzare alcun intervento ma lasciare un'adeguata fascia perifluviale o perilacustre alla libera mobilità per effetto delle continue modificazioni operate dalla variazione del regime idraulico (equilibrio dinamico). Questa opzione è perseguibile laddove sia facilmente "sacrificabile" una fascia di territorio (demaniale, non produttiva, non interessata da infrastrutture). E' necessario in questi casi effettuare un'approfondita analisi costi-benefici, la quale, però, dovrebbe considerare anche tutti i vantaggi che tale opzione potrebbe comportare: aumento della biodiversità, aumento della capacità autodepurante, miglioramento della qualità del paesaggio e incremento delle funzioni.

Negli altri casi si può intervenire applicando le tecniche dell'ingegneria naturalistica, opportunamente selezionate sulla base del contesto specifico. Sono sicuramente da privilegiare le tecniche basate sull'uso di materiali naturali e porzioni vive di piante autoctone (meglio se di

ecotipi locali), le quali possono favorire un miglior recupero della naturalità tipica dei luoghi. In tali casi è da tenere in attenta considerazione l'oscillazione del livello dell'acqua e la durata di eventuali periodi predeterminati di assenza di acqua, al fine di evitare il disseccamento delle piante. In prossimità di abitazioni e infrastrutture potrebbe essere necessario inserire una palificata spondale a doppia parete oppure quella a parete singola con palo frontale verticale, entrambe rinverdite con talee di salice, mentre in aree agricole possono bastare una palizzata orizzontale rinverdita o una copertura diffusa con astoni di salice. Si ribadisce però che la scelta di quale tecnica utilizzare non può prescindere da considerazioni e valutazioni che vanno effettuate caso per caso. Sono da evitare le generalizzazioni, che possono vanificare gli interventi effettuati se questi non sono perfettamente adeguati.

Per i laghi costieri interni al Parco Nazionale del Circeo (ad eccezione del Lago di Paola che, come detto, ha delle caratteristiche molto differenti dagli altri tre), e per le aree ad essi limitrofe, l'obiettivo generale deve essere quello di recuperare il più possibile la naturalità degli habitat, a beneficio della biodiversità complessiva delle zone umide. Questo obiettivo richiede la realizzazione di numerosi interventi attivi di gestione, primo tra tutti la rinaturalizzazione delle sponde, consentendo in alcune aree l'esondazione delle acque nei momenti di piena e in altre la formazione di zone umide d'acqua dolce.

La rinaturalizzazione, almeno parziale, delle sponde dei Laghi di Fogliano, Monaci e Caprolace, con l'eliminazione degli argini artificiali e la creazione di aree boscate ripariali o aree palustri, produrrebbe un considerevole aumento della diversità ambientale, a vantaggio di numerosi taxa vegetali ed animali (ad esempio gli uccelli limicoli che risulterebbero favoriti dalla formazione di spiagge lacustri).

Questi interventi erano stati ampiamente valutati ed ipotizzati già in una proposta di Piano di gestione del Parco Nazionale del Circeo di alcuni anni fa (Aquater, 1988). Gli approcci progettuali proposti in quel piano erano i due suddetti: favorire le aree a sommersione periodica già soggette naturalmente ad allagamento e creare nuovi stagni perilacustri (ad es. al margine nord-est del Lago di Caprolace).

Un ampio approfondimento tecnico-progettuale su una ipotesi di progetto relativa al Lago Monaci è stato svolto, recentemente, nell'ambito di uno studio realizzato da ricercatori dell'Università di Roma La Sapienza (Budoni, 2008), il quale è stato propedeutico alla redazione di un progetto finanziato dalla Regione Lazio con l'Accordo di Programma Quadro n. 7 (APQ7). Lo studio ha sviluppato una serie approfondita di analisi del lago e del suo ecosistema, finalizzata alla progettazione di un intervento misto di difesa spondale idraulica e di rinaturalizzazione di una ampia area che si trova nella parte sud delle rive del lago. Tale intervento

va nella direzione auspicata (vedi box 1).

Caso studio 1: Sistemazione spondale del lago dei Monaci

(Tratto da: Budoni, 2008)

Le più comuni cause di dissesto arginale sono: il sormonto, il sifonamento, il franamento, lo sfiancamento, l'erosione. Il sormonto può essere dovuto a diverse cause, tra cui le principali, nel caso degli invasi, sono il superamento dei livelli di progetto, l'assestamento del rilevato, la subsidenza del terreno, e può essere anche conseguenza dello sfiancamento o del franamento del rilevato. Il sifonamento consiste nell'asportazione di materiale sciolto nei punti in cui il moto filtrante emerge alla superficie del suolo. Il sifonamento può essere favorito da radici di alberi con percorso sub-orizzontale, soprattutto se gli alberi vicini all'argine sono a tergo di esse e se la specie arborea è particolarmente idrofila. Un altro gravissimo pericolo è costituito dalle tane di animali, che costituiscono una via d'ingresso del sifonamento. Il franamento dell'argine può essere dovuto a varie cause che generano l'instabilità dei paramenti. Più a rischio risulta il paramento immerso in acqua e più esposto all'azione erosiva della corrente o del moto ondoso. Lo sfiancamento si verifica quando nella massa del materiale arginale, saturatosi, si sviluppano pressioni interstiziali. L'innescarsi di una situazione di imminente sfiancamento è segnalata dal fatto che l'argine diventa cedevole al piede.

La superficie libera del lago dei Monaci si trova ad una quota pari a circa 0 m s.l.m. Tale circostanza ha reso necessario il contenimento delle acque tramite la realizzazione di un'arginatura perimetrale: la campagna circostante si trova infatti a quote inferiori allo 0 marino, mediamente circa -0.5 m, specialmente nella parte SE. L'azione degli agenti atmosferici ed il moto ondoso hanno avuto negli anni un lento effetto erosivo sul rilevato arginale che sul lato NE per buona parte del suo sviluppo è oramai quasi completamente demolito, mentre sul lato SE e SW è stato oggetto nel passato di interventi di protezione mediante infissione di palizzate.

Le tecniche più idonee applicabili alle sponde lacuali, descritte in dettaglio nel *Manuale di Ingegneria Naturalistica della Regione Lazio* (2002), sono:

- fascinata spondale viva con culmi di canna;
- graticciata di ramaglia;
- palificata spondale con palo verticale frontale;
- rullo spondale con zolle di canne;
- rullo spondale in fibra di cocco.

Nel caso del lago dei Monaci un problema particolare è rappresentato dalla specificità della zona di applicazione caratterizzata da clima mediterraneo con lunghi periodi di siccità ed elevata salinità delle acque e dei suoli. E' da ricordare infatti che le maggiori esperienze di utilizzo delle tecniche di ingegneria naturalistica sono state condotte in zone climatiche diverse da quella mediterranea (zone alpine o centro-europee) in ambienti più favorevoli all'attecchimento delle piante utilizzate. I problemi legati all'utilizzo delle piante vive in ambito mediterraneo sono invece:

- la presenza di un periodo estivo xerico con stress idrico, che determina nelle piante mediterranee una serie di adattamenti biologici (sclerofillia, tomentosità, etc.);
- la presenza di una stagione vegetativa più lunga di quella delle regioni alpine, con conseguente periodo più breve per l'utilizzo di specie con capacità di riproduzione vegetativa, quali i salici o le tamerici, le cui talee si raccolgono tipicamente nella stagione del riposo vegetativo;
- la difficile reperibilità del materiale vivaistico, sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo.

L'elevata salinità rende ancora più difficoltosa la selezione delle specie vegetali. Ne deriva la necessità di maggiori accorgimenti per la loro scelta e di verificare nel tempo l'efficacia delle scelte. Tra le specie di possibile impiego vi è la cannuccia di palude (*Phragmites australis*).

Approfondimento 1: La cannuccia di palude (*Phragmites australis*)

Molto spesso, le cose naturali che abitualmente ci circondano e che si formano spontaneamente, senza il nostro aiuto o, peggio, contro il nostro volere, sono banalizzate se non denigrate e, per questo, eliminate in quanto ritenute inutili o, addirittura, dannose.

Una di queste è sicuramente il canneto, intendendo in questo scritto quel tipo di vegetazione che, nelle aree di pianura colonizza velocemente le superfici umide e le sponde di fossi, corsi d'acqua e laghi e che svolge, diversamente da quanto molti credono, un importantissimo ruolo per il mantenimento della funzionalità ecologica delle zone umide.

Nella Pianura Pontina i canneti sono rappresentati, essenzialmente, dalle comunità a *Phragmites australis* e, secondariamente, da quelle a *Scirpus maritimus*. Il primo è l'aspetto più diffuso grazie alla notevole adattabilità della specie dominante, *Phragmites australis* appunto, nota comunemente come cannuccia di palude. Una pianta erbacea perenne appartenente alla famiglia delle *Poaceae* (o graminacee), nativa dell'Eurasia ma ormai diffusa in quasi tutto il mondo. È una geofita rizomatosa (cioè ha le gemme in un rizoma sotterraneo) che può superare i 2 m di altezza. Ha foglie opposte, lanceolate, glabre, guainanti il fusto, larghe 3 cm e lunghe alcuni dm. Germoglia a marzo e fiorisce in estate, con la formazione di una folta pannocchia di colore bruno-violaceo all'apice del fusto.

In passato, i germogli e la radice, che ha un discreto contenuto di zucchero, venivano consumati sia crudi che cotti. I semi venivano macinati e usati come farina. Dalla pianta l'artigianato tradizionale ricava tuttora graticci (in greco *phragma*, da cui deriva il nome scientifico), cesti, scope, impagliature per sedie e fibre; mentre la medicina popolare associava diverse funzioni terapeutiche a questa pianta, nel trattamento della bronchite e di intossicazioni alimentari. Oggi, in erboristeria viene utilizzata come stimolante della sudorazione e come diuretico. Una disposizione del Ministero della Salute del 2010 consente di inserire le sostanze e gli estratti vegetali di questa pianta negli integratori alimentari.

Come detto, la cannuccia di palude costruisce densi canneti, chiamati fragmiteti, tollerando anche un moderato livello di salinità dell'acqua. Tali canneti sono un habitat estremamente importante per lo sviluppo e il sostentamento di numerose specie vegetali e, soprattutto, animali, rivestendo un'importante funzione come zona di transizione tra l'ambiente terrestre e quello acquatico.

In quanto comunità vegetale, il canneto svolge innanzitutto una funzione di produzione primaria, e quindi si colloca alla base della catena alimentare, fornendo cibo a invertebrati, pesci e uccelli acquatici. E' anche un habitat idoneo alla deposizione delle uova e allo svolgimento di una funzione di *nursery* per il novellame di alcune specie ittiche e anfibe, nonché alla nidificazione di numerosi uccelli acquatici. Le parti sommerse delle piante costituiscono, inoltre, un substrato idoneo alla colonizzazione da parte di macroinvertebrati, importante anello della catena alimentare.

Il canneto ha un ruolo importante anche per la prevenzione e riduzione dell'erosione delle sponde, grazie alla stabilizzazione dovuta alle radici e alla dissipazione dell'energia legata al moto ondoso, nei laghi, e alla corrente, nei fiumi. Può, infine, influenzare la qualità delle acque, svolgendo una naturale attività di depurazione da alcuni inquinanti trasportati dalle acque di dilavamento dei terreni circostanti, attraverso i processi biologici della cosiddetta fitodepurazione.

Questa si basa, infatti, su meccanismi biologici di eliminazione delle sostanze inquinanti che si attuano a livello degli apparati radicali delle piante acquatiche. Tali meccanismi naturali sono riprodotti artificialmente nei sistemi di fitodepurazione delle acque reflue domestiche, agricole e talvolta industriali. L'etimologia della parola (*fito* = pianta) potrebbe far ritenere che siano le piante gli attori principali del processo depurativo, in realtà le piante hanno il ruolo fondamentale di creare un habitat idoneo allo sviluppo di colonie batteriche, vere protagoniste della depurazione biologica.

Le tecniche di fitodepurazione possono essere molto differenti. Le più utilizzate sono quelle con macrofite (piante superiori acquatiche) radicate e con flusso idrico sommerso. Queste risultano più efficienti in quanto il substrato di crescita fornisce una maggiore superficie per i microrganismi responsabili dei processi depurativi e, quindi, la risposta al trattamento è più rapida e la superficie richiesta per l'impianto è minore. Inoltre, il livello dell'acqua e l'accumulo dei detriti vegetali sulla superficie dell'impianto offrono una protezione termica maggiore e il rischio dell'insorgenza di odori

o dello sviluppo delle zanzare è molto limitato e, pertanto, l'area adibita all'impianto può essere utilizzata dal pubblico ed è possibile prevederne la dislocazione anche in prossimità di centri urbani. La macrofita più utilizzata negli impianti artificiali di fitodepurazione è proprio *Phragmites australis*, per la sua capacità di fungere da *pompa di ossigeno*; infatti riesce a trasportare efficacemente l'ossigeno atmosferico in profondità nel substrato, grazie ai suoi lunghi rizomi, creando microzone ossidate che vengono colonizzate da batteri attivi in presenza di ossigeno. Quanto detto dovrebbe aver dimostrato la rilevante importanza ecologica e ambientale del canneto, che implica l'esigenza di gestirlo correttamente e diffonderlo, laddove necessario e possibile.

3.3.2.2 Creazione di nuovi habitat acquatici

Nella pianura pontina sono presenti un articolato reticolo idrografico ed estesi bacini lacustri salmastri, mentre sono poco numerosi, soprattutto nella fascia costiera, i bacini d'acqua dolce, fondamentali per la gran parte della fauna acquatica e per numerose comunità vegetali.

E' ormai nota la necessità di intervenire con il fine della creazione di habitat lentici dulcicoli di limitata profondità, sia diffusamente nell'intera piana pontina, che in particolare intorno ai laghi costieri del Parco Nazionale del Circeo, divenuti negli ultimi decenni sempre più salati non essendo più collegati al reticolo idrografico.

Occorre creare habitat idonei per gli anfibi, cioè stagni in cui garantire zone dove l'acqua permanga per lungo tempo e dove possano crearsi le condizioni per la deposizione delle uova e lo sviluppo dei girini. Ugualmente è necessario creare zone umide utili per l'avifauna limicola e per i rettili acquatici (ad es. la testuggine palustre, *Emys orbicularis*).

Negli ambiti in cui il rischio idraulico è più elevato si può ricorrere alla realizzazione di bacini con finalità multiple, cioè che fungano sia da casse d'espansione, che da habitat acquatici perenni o temporanei, così da divenire dei nodi della rete ecologica locale o quanto meno degli *stepping stones* visto il contesto attuale dell'agro pontino fortemente semplificato in termini naturalistici.

A seconda della localizzazione e delle caratteristiche dimensionali, questi bacini possono assumere anche altre funzioni, alcune di interesse agricolo (ad es. accumulo d'acqua per fini irrigui) altre di interesse ambientale (ad es. fitodepurazione).

Limitati, ma efficaci, habitat acquatici dulcicoli possono essere ricavati anche direttamente nell'alveo dei corsi d'acqua, in particolare in quelli in cui si è intervenuti, come detto in precedenza, con un ampliamento anche solo locale della sezione. In questi contesti, realizzando una depressione nell'alveo si può favorire la sedimentazione, mentre la copertura di macrofite che verrebbe ad interessare la restante superficie bagnata aumenterebbe notevolmente le capacità autodepurative del corpo idrico, oltre ad aumentare la qualità ecosistemica dello stesso.

Questo tipo di interventi è indicato per canali di piccole dimensioni e con portata ridotta, altrimenti occorrerebbe un ampliamento della sezione molto esteso per poter ottenere reali benefici in termini

di fitodepurazione. Anche in tali casi l'approfondimento in fase progettuale è fondamentale per poter raggiungere gli obiettivi previsti.

E' possibile ottenere habitat acquatici simili a quelli ricavati nell'alveo anche all'esterno di esso, parallelamente, realizzando una adeguata depressione in cui deviare parte della portata del corso d'acqua, la quale le verrebbe restituita poco più a valle. Questo tipo di intervento può risultare meno efficace in termini fitodepurativi ma consente di ricreare, a differenza del precedente, piccole zone umide con acqua meno corrente e quindi più utile per le comunità biotiche tipiche di ambienti palustri.

Approfondimento 2: Habitat per anfibi

Interventi funzionali alla conservazione e all'incremento delle popolazioni di batracofauna (anfibi) possono consistere semplicemente nella creazione di piccoli stagni limitrofi ai corsi d'acqua che assicurino la permanenza di una quantità d'acqua utile per la deposizione delle uova e lo sviluppo dei girini. In questo modo, anche nei momenti di eventuale asciutta dei canali rimangono comunque disponibili aree con presenza di acqua.

Questi piccoli stagni possono anche essere realizzati direttamente lungo una sponda dei corsi d'acqua, ad esempio allargando e approfondendo una porzione dell'alveo esistente all'interno degli argini e rivestendola poi con palizzate, fascinate e pietrame. La progettazione dell'intervento deve tenere in debita considerazione il regime idraulico del corso e la variazione dei livelli idrometrici, così da tarare opportunamente la profondità del fondo dello stagno e l'altezza di sormonto dello stesso.

Nel breve tempo, questi nuovi ambienti saranno colonizzati spontaneamente da piante igrofile e animali (soprattutto invertebrati) provenienti dalle zone umide lentiche più vicine, contribuendo così all'espansione delle metapopolazioni. L'intervento favorisce anche l'avifauna acquatica ed altri animali che si nutrono sia di anfibi che di invertebrati (ad es. i rettili).

In concreto, si riportano appresso alcune indicazioni utili per la progettazione e realizzazione di habitat per gli anfibi (Scoccianti, 2001).

Per la gestione degli habitat riproduttivi è necessario tenere in debita considerazione i seguenti aspetti:

- a) Livello delle acque – Gli stagni, o altro tipo di invasi, devono essere gestiti in modo che il livello delle acque non subisca brusche variazioni durante il periodo riproduttivo, di sviluppo degli embrioni nelle uova e di metamorfosi degli stadi giovanili. Per questo è necessario evitare di attingere acqua per usi irrigui, anche per evitare l'aspirazione insieme alle acque degli animali in via di sviluppo;
- b) Vegetazione acquatica – La composizione, la struttura e la dinamica della copertura vegetale influisce profondamente sulla comunità faunistica che colonizza gli habitat acquatici. Nei bacini di piccole dimensioni è necessario intervenire periodicamente con il taglio della vegetazione idrofita ed elofita per evitare il rapido interrimento. In ogni caso ciò fosse necessario, la copertura vegetale non deve essere però rimossa tutta insieme ma gradualmente e ciclicamente con metodi e mezzi opportuni, preferibilmente nei mesi tardo-autunnali. Sono da evitare in tal senso il fuoco e i diserbanti chimici. La biomassa asportata e l'eventuale sedimento raccolto con essa devono essere accantonati temporaneamente al margine del bacino per consentire agli animali accidentalmente presenti in essi di spostarsi e rifugiarsi nuovamente nel bacino. Se il bacino prevede periodi di totale disseccamento è in questi che va eseguito il taglio della vegetazione.

- c) Copertura spondale – Le stesse attenzioni sopra richiamate vanno rivolte anche alla vegetazione ripariale, mirando a mantenere una adeguata eterogeneità nella copertura vegetale (alternanza di superfici erbacee e arbustive) e contemplando la presenza in essa di altri tipi di rifugi (cumuli di pietrame, tronchi a terra, piccole cataste di legna, ecc.) al fine di arricchire la diversità dell'habitat. E' importante in particolare la gestione della vegetazione al fine di mantenere adeguate porzioni dello stagno non ombreggiate, perché è in esse che avviene lo sviluppo larvale.
- d) Qualità delle acque – E' necessario un periodico monitoraggio della qualità delle acque.
- e) Recinzioni – Queste non devono essere interrate ma staccate dal terreno di alcuni cm, per lasciare il libero e facile transito al di sotto di esse. Se ciò non fosse possibile è opportuno utilizzare reti a maglia quadrata ampia piuttosto che quelle a maglia rombica, più difficili da attraversare per gli anfibi adulti di maggiori dimensioni.
- f) Competizione interspecifica – Nei bacini realizzati per gli anfibi è necessario non inserire pesci e altri animali che li predano per non rischiare di vanificare tutto il lavoro.
- g) Fruizione – L'accesso al pubblico nelle fasce spondali deve essere regolamentato e all'occorrenza impedito nei tratti di maggiore sensibilità e qualità ecologica. Ciò dovrebbe valere anche nei confronti degli animali al pascolo che possono determinare un forte disturbo sia con il calpestio che con le deiezioni.

Qualora si volesse procedere con la creazione ex novo di un habitat per anfibi si consiglia di seguire il percorso appresso indicato:

1. Anticipare il progetto da uno studio del contesto territoriale in cui si intende intervenire per evidenziare tutti i possibili elementi positivi (altre zone umide, corridoi ecologici, ecc.) e negativi (infrastrutture, barriere, potenziali trappole, ecc.) presenti nell'intorno.
2. Definire del tipo di invaso da realizzare, a seconda dell'obiettivo prefissato, ad es. per favorire una particolare specie o gruppo tassonomico. E' preferibile comunque realizzare un habitat il più possibile eterogeneo al fine di massimizzare il risultato in termini ecologici, non puntando a soddisfare le esigenze ecologiche di una singola specie.
3. Nella scelta del luogo preciso in cui intervenire bisogna tener conto della distanza con altre zone umide, per evitare l'isolamento e l'impossibilità della colonizzazione spontanea, e l'eterogeneità ambientale circostante, la quale garantisce una maggiore funzionalità ecologica.
4. Munirsi di tutti i permessi e autorizzazioni necessari.
5. Concentrare i lavori nel periodo tardo-autunnale e all'inizio dell'inverno.
6. Utilizzare mezzi meccanici adeguati e manovrati da operatori esperti o, meglio, supportati da tecnici esperti in modo da adattare al meglio il progetto teorico al territorio di intervento.
7. Fondamentale è la definizione del tipo di approvvigionamento idrico per garantire la permanenza dell'acqua durante tutto l'anno (o per buona parte di esso). L'acqua può essere dunque di origine meteorica, laddove il substrato sia impermeabile ma l'evapotraspirazione non ne consente un accumulo permanente. Se la falda è molto superficiale, la depressione che viene realizzata può riempirsi spontaneamente dell'acqua di falda che però potrebbe non essere sufficiente nel periodo estivo quando il livello della falda è generalmente più basso. Un'altra modalità può essere quella dell'approvvigionamento artificiale attraverso tubature apposite, un sistema efficace ma dispendioso e meno ecologico. Quello più semplice prevede l'approvvigionamento da un corso d'acqua vicino, purché non inquinato, attraverso una apposita derivazione, la quale però deve essere realizzata in modo tale non scaricare nel bacino le ondate di piena, le quali possono trasportare sedimenti, pesci, ecc. oltre a determinare brusche variazioni del livello idrico e delle correnti. Una soluzione potrebbe essere quella di inserire l'habitat subito a valle di un impianto di fitodepurazione, il quale garantirebbe una qualità delle acque adeguata e una portata costante.
8. Se il substrato di base non è naturalmente impermeabile si dovrà intervenire con una impermeabilizzazione artificiale. La deposizione di uno strato di argilla sembra semplice ma

prevede il prelievo del materiale da altro sito, il trasporto, uno scavo dell'invaso più profondo per consentire lo spandimento di almeno 50 cm di argilla, la compattazione di tale strato e la sua periodica manutenzione. Ancora meno efficace è la deposizione di uno strato di bentonite in quanto trattasi di un materiale che se lasciato esposto all'aria e al sole si fessura come l'argilla ma, a differenza di questa, l'occlusione delle fessure a seguito della reidratazione non garantendo nel tempo l'impermeabilità. Altra soluzione è la stesura sul fondo di un telo spesso di PVC o meglio di butile, su un letto di sabbia se il fondo è roccioso e accidentato. Tali teli non hanno però una durata superiore ai 15-20 anni e la loro sostituzione richiede l'azzeramento di tutto l'ecosistema sviluppatosi nel frattempo. Ma un danneggiamento può avvenire anche prima di tale termine con il rischio costante di un possibile disseccamento. L'opzione migliore, seppure apparentemente meno ecologica, è la deposizione sul fondo di uno strato di cemento, il quale è molto più resistente, consente più facilmente le operazioni di gestione e manutenzione e si presta molto per quei bacini in cui si vuole ricreare un habitat poco evoluto. In quest'ultimo caso non è necessario sovrapporre al cemento uno strato di terreno (piuttosto inerte), cosa che invece occorre qualora si intenda riprodurre un'ambiente un po' più evoluto.

9. Per quanto concerne le dimensioni esse possono essere molto variabili, da un minimo di pochi metri quadri a estensioni notevoli se l'area a disposizione è molto grande.
10. La profondità non deve essere molto elevata e nelle porzioni centrali può anche attestarsi, nei bacini più grandi, ai 100-150 cm. La cosa più importante è la pendenza del fondo e delle sponde che non deve essere molto elevata (inferiore al 20-30%, fino al 5%) e variegata.
11. Le sponde al di sopra del livello dell'acqua devono essere irregolari e presentare possibili luoghi di rifugio (cumuli di pietre, cataste di legna, ecc.), soprattutto se la vegetazione non ha ancora colonizzato le fasce ripariali. Non devono essere disturbate dal calpestio.
12. La colonizzazione del nuovo habitat da parte di animali e piante dovrà essere spontanea, ma per velocizzare il processo è possibile introdurre alcune piante, prelevate da zone umide vicine, le quali possono rapidamente "naturalizzare" il nuovo bacino e attrarre la fauna. Le eventuali fioriture algali che si manifestino all'inizio, quando il sistema non è ancora maturo, vanno lasciate essendo fenomeni naturali e in quanto garantiscono il rifugio di numerosi piccoli invertebrati.

Approfondimento 3: Habitat per la fauna ittica

I pesci d'acqua dolce sono minacciati sia dall'inquinamento delle acque che dalla trasformazione degli habitat. Interventi che determinano evidenti ripercussioni negative sulla fauna ittica sono i dragaggi e le eliminazioni della vegetazione acquatica (questi ultimi soprattutto per quei pesci che si nutrono e si riproducono nella vegetazione). E' auspicabile, in tal senso, la limitazione dei dragaggi, realizzando laddove possibile specifiche trappole per sedimenti, e l'attuazione di una manutenzione compatibile della vegetazione.

Altri interventi che hanno effetti negativi sulla fauna ittica sono gli sbarramenti trasversali (briglie, chiuse). Laddove sia necessario inserire tali manufatti è opportuno prevedere la realizzazione di specifici "passaggi per pesci" in modo da mantenere la continuità del corso d'acqua.

Habitat utili per i pesci possono essere ottenuti attraverso la creazione nei corsi d'acqua di piccole anse con profondità maggiore di quella dell'alveo. La messa a dimora di piante arboree e arbustive igrofile attorno alle anse e la posa di massi e altri elementi inerti in alveo consente la creazione di rifugi per la fauna ittica.

Per favorire la fauna ittica è anche utile intervenire, ai fini del controllo del dissesto spondale, con soluzioni progettuali di tipo naturalistico e con l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica. In tal senso, anche il semplice rinverdimento delle scogliere può determinare di per sé alcuni effetti positivi, sebbene molto più limitati in termini di funzionalità ecologica complessiva.

3.3.2.3 Creazione e adattamento di fasce tampone e aree filtro forestali

Come già indicato nei precedenti paragrafi, il miglioramento della qualità delle acque dell'agro pontino può essere ottenuto con azioni volte al recupero delle capacità autodepurative dei corpi d'acqua, cioè volte all'incremento della funzionalità degli ecosistemi tipici di questi ambienti.

Risultati importanti in tal senso possono essere ottenuti realizzando interventi di forestazione in grado di intercettare gli inquinanti di tipo diffuso (essenzialmente di origine agricola e zootecnica).

Questi interventi favoriscono anche la stabilizzazione delle sponde, migliorano la qualità del paesaggio, aumentano la funzionalità della rete ecologica, creano ambienti utilizzabili anche per finalità turistico-ricreative e didattiche e generano biomassa legnosa che può essere destinata ad una specifica filiera locale, non necessariamente di tipo energetico.

3.3.2.3.1 Realizzazione di fasce tampone

Le fasce tampone sono, generalmente, fasce di vegetazione arborea ed arbustiva poste lungo le sponde dei canali e delle scoline che, intercettando le acque di dilavamento delle superfici coltivate o pascolate prima che esse si riversino nel reticolo idrografico, riescono a ridurre il carico inquinante, soprattutto le sostanze nutrienti.

Se la fascia boscata è collocata lungo il corpo idrico ma le acque provenienti dai terreni limitrofi non attraversano lo strato di suolo interessato dal suo apparato radicale non si ottiene alcun beneficio di carattere depurativo. In tal senso è molto più importante tenere sotto controllo questo elemento che aumentare l'ampiezza della fascia boscata, la quale, secondo alcuni studi, è efficace già a partire da una struttura monofilare.

La corretta progettazione della struttura e composizione delle fasce tampone deve tener conto del tipo di inquinamento che si vuole abbattere, della quantità e concentrazione delle acque di dilavamento, del tipo di suolo presente e dei fattori idrologici legati alle interazioni tra la falda e il corpo idrico ricettore.

Le fasce tampone più efficaci sono quelle arboree realizzate sulle sponde o in ambito golenale ma in alcuni casi può bastare anche una fascia di vegetazione erbacea per garantire l'effetto depurante.

L'inserimento di fasce alberate lungo i corpi idrici determina molteplici benefici ambientali, ma non può prescindere dalla revisione delle attuali modalità di gestione del reticolo idraulico e necessita chiaramente della rinuncia all'uso agricolo di una più o meno estesa superficie (bilanciata in parte, però, dalla valenza economica della fascia boscata in termini di biomassa legnosa).

Definizioni 1: *Buffer strip* e fascia tampone

Buffer strip: fascia riparia interposta tra il corpo idrico e il territorio circostante. Si usa il termine *buffer strip* al posto di fascia riparia per enfatizzare la sua funzione di filtro delle acque di

dilavamento dei fondi agricoli e di depurazione dai nutrienti e dagli inquinanti prima che essi giungano al corso d'acqua.

Fascia tampone: striscia di vegetazione erbacea, arbustiva e/o arborea che, trovandosi in prossimità di un corso d'acqua a margine degli appezzamenti coltivati, riduce il carico di inquinanti che giunge al corpo idrico. Il contenimento degli inquinanti si esplica grazie all'esaltazione dell'attività microbica di denitrificazione ed all'assorbimento diretto da parte delle piante dei nutrienti, attraverso la fissazione del terreno delle rive e la filtrazione fisica delle acque.

3.3.2.3.2 Realizzazione di aree filtro forestali

Un altro tipo di ecosistema filtro che opera similmente alla fascia tampone è rappresentato dalle aree filtro forestali, cioè aree boscate planiziali (preesistenti o ricreate ex-novo utilizzando specie meso-igrofile tipiche dei boschi di pianura umidi o periodicamente inondati) all'interno delle quali dirigere il deflusso delle acque di dilavamento delle aree agricole e pascolive.

Le acque depurate da questi ecosistemi possono essere in parte recuperate da un sistema di drenaggio che delimita l'area ma una parte sarà chiaramente destinata ad infiltrarsi nel suolo e raggiungere la falda, un aspetto comunque positivo nelle aree soggette ad abbassamento del livello della falda per effetto dei prelievi sostenuti.

Queste aree forestali possono produrre una maggiore biomassa legnosa delle fasce tampone, per cui possono essere più vantaggiose per l'imprenditore agricolo, ma sarebbe opportuno che alcune aree venissero realizzate con la finalità di non essere periodicamente tagliate, in modo da massimizzare i benefici naturalistici degli interventi. Per questa ragione le aree protette e le superfici demaniali esterne ad esse sono i luoghi in cui potrebbe essere più facile realizzarle, oltretutto opportuno vista la scarsa estensione della superficie forestale attuale della pianura pontina.

Approfondimento 4: Gli eucalitteti e le fasce frangivento

Un albero simbolo della piana pontina è, negli ultimi decenni, l'eucalipto. Originario di terre lontane (Australia), ha raggiunto l'Italia molto di recente (a cavallo tra 1700 e 1800), per essere coltivato prima nelle ville di famiglie nobili napoletane e romane, al fine di aumentare l'esoticità e la particolarità dei loro giardini, e poi in vari territori con clima mediterraneo per sperimentare nuove piantagioni forestali, data la rusticità e velocità nella crescita, e nelle aree costiere per contribuire alla loro bonifica, trattandosi di una pianta in grado di assorbire molta acqua dal suolo e di resistere ai periodi di aridità e ai venti marini.

Per questi motivi, successivamente alla bonifica integrale del secolo scorso, l'eucalipto è divenuto l'albero "tipico" dell'agro pontino. E ciò a dimostrazione del fatto di quanto la bonifica abbia prodotto in termini di trasformazione radicale di un territorio, dove testimonianze dell'identità precedente dei luoghi si possono ormai osservare solo, o quasi, nel Parco Nazionale del Circeo.

Si è parlato finora di eucalipto al singolare, ma in realtà questo nome accorpa molteplici specie arboree differenti appartenenti al genere botanico *Eucalyptus*, il cui nome deriva dalle parole greche *eu* e *calyptòs* che significano "ben coperto", in riferimento al particolare tipo di fiore protetto da un opercolo fino alla maturità. Trattasi di un genere che a sua volta appartiene alla famiglia *Myrtaceae*, che trae nome dal genere *Myrtus*, cioè da uno dei più comuni arbusti che caratterizzano la macchia

mediterranea, il mirto appunto. Eucalipto e mirto sono quindi piante molto distanti in termini fitogeografici (cioè di areale naturale) ma vicine in termini filogenetici (cioè di parentela botanica). Tra le tante specie di eucalipto presenti in natura solo alcune sono state, o sono ancora, coltivate in Italia per fini ornamentali o per fini produttivi, essenzialmente per la produzione di carta, ma anche per estrarre oli essenziali utilizzati in erboristeria e medicina (eucaliptolo *in primis*) e per ottenere il caratteristico e balsamico miele d'eucalipto.

In pianura pontina sono stati piantati essenzialmente esemplari afferenti alle specie *Eucalyptus globulus* e *E. camaldulensis* (a titolo di curiosità, quest'ultima si chiama così in quanto dedicata alla famiglia Camaldoli che per prima la utilizzò nei propri giardini di Napoli, ad inizio '800).

Sono alberi che si distinguono difficilmente all'occhio dei non esperti e per questo sono indicati spesso in modo unitario, come fatto all'inizio di questo box. Sono sempreverdi, dalle foglie lanceolate, pendule, piuttosto rigide e di colore verde pruinoso. La chioma è rada e la corteccia è molto chiara e caratterizzata dal distaccamento di grandi ma sottili scaglie o strisce di tessuti corticali. I fiori sono ermafroditi ma l'impollinazione è mediata anche da insetti (e colibrì nei paesi d'origine); la riproduzione spontanea è molto rara in Italia e per questo, diversamente da quanto avvenuto con altre piante (ad esempio la robinia e l'ailanto), fortunatamente non si è assistito ad una loro naturalizzazione e diffusione incontrollata al di fuori delle piantagioni.

L'assenza di cure antropiche porta nel tempo all'invecchiamento, morte e scomparsa degli eucalipti e questo si sta verificando velocemente nella pianura pontina, dove le principali piantumazioni, avvenute in forma di fasce frangivento a protezione delle superfici agricole, sono state abbandonate negli ultimi decenni, o addirittura eliminate volontariamente per ampliare le strade, realizzare edifici e aumentare le superfici agricole (soprattutto dove si coltiva in serra, cioè in strutture che forniscono già la necessaria protezione), o sono state colpite da parassiti, come la *Psilla*.

Questo processo sta determinando una nuova trasformazione del paesaggio dell'agro pontino e ciò non è accettato da una parte della popolazione più attenta e sensibile, che chiede alle amministrazioni pubbliche di conservare le fasce frangivento ancora esistenti e recuperare quelle perse, laddove ancora possibile.

Ciò ha stimolato un dibattito tra chi vorrebbe continuare ad utilizzare l'eucalipto anche nelle fasce da reimpiantare e chi invece suggerisce di utilizzare specie diverse, non più esotiche, al fine di incidere positivamente non solo in senso paesaggistico e agronomico ma anche in termini ecologici. Le fasce arborate che corrono lungo i margini dei campi coltivati o lungo i corsi d'acqua e le infrastrutture viarie possono rappresentare infatti dei corridoi biologici in grado di aumentare la funzionalità della rete ecologica attuale della piana pontina, molto banalizzata dalla grande trasformazione del territorio avvenuta durante e dopo la bonifica integrale. Utilizzando in queste fasce arborate anche specie realmente tipiche della flora italiana e pontina, si avrebbe di sicuro un risultato migliore che non perseverando nell'utilizzo del solo eucalipto.

3.3.2.4 Manutenzione della vegetazione acquatica e ripariale

Come ribadito più volte in questo elaborato, la qualità delle acque è legata profondamente alla qualità degli ecosistemi acquatici, la quale dipende a sua volta dalla composizione e struttura degli ecosistemi stessi.

In particolare, la componente vegetale assorbe, utilizza, trasforma e/o concentra molte sostanze disciolte nell'acqua determinando direttamente una riduzione della concentrazione, o consentendo alle comunità batteriche di ridurla con i loro processi metabolici, i quali sono più o meno efficaci a seconda della ricchezza ed etoregenezità della copertura vegetale.

In alcuni casi l'evoluzione della composizione e struttura della vegetazione può essere lasciata governare alle leggi della natura, mentre in altri casi è la gestione antropica che determina delle modificazioni, volute o meno. Ciò avviene in particolare con le periodiche operazioni di manutenzione degli alvei e delle sponde dei corpi idrici finalizzate alla limitazione dello sviluppo della vegetazione per evitare l'incremento del rischio di esondazione o per evitare modificazioni alla morfologia delle sponde. Ma la conservazione della vegetazione è un fattore essenziale per il sostegno della biodiversità, per consentire la funzionalità della rete ecologica, per stabilizzare le sponde e, come detto, per mantenere la capacità autodepurativa del corpo idrico. In tal senso è necessario utilizzare modalità di manutenzione della vegetazione meno impattanti rispetto a quelle utilizzate finora per gran parte del reticolo idrografico.

Occorre cercare di coniugare il più possibile le finalità idrauliche con quelle ambientali, limitando i tagli e le rettificazioni della morfologia laddove occorranzo realmente e operando con modalità tali da alternare o intervallare gli interventi lasciando adeguate isole di naturalità o sponde intere non disturbate.

Le operazioni di manutenzione devono mirare alla diversificazione morfologica e vegetazionale del corpo idrico, da cui dipende la differente velocità della corrente in punti diversi dell'alveo e la presenza di una maggiore biodiversità. Per questi motivi, il taglio della vegetazione in alveo non dovrebbe essere mai realizzato a raso, ma andrebbe conservata una parte della vegetazione acquatica all'interno della quale definire un canale di corrente sinuoso e di ampiezza variabile a seconda del contesto. Generalmente la vegetazione che borda il canale di corrente non determina innalzamenti significativi del livello idrico rispetto ai casi in cui si effettua la asportazione totale della copertura vegetale. Il rischio di esondazioni è quindi poco superiore.

La vegetazione acquatica, invece, protegge le sponde dal rischio di erosione. Per questo è auspicabile il mantenimento, quanto meno, di una fascia vegetata al piede della sponda, così da evitare cedimenti spondali.

Un aspetto da tenere in debita considerazione è il periodo in cui effettuare le operazioni di manutenzione. Per evitare incidenze significative sulla fauna in fase riproduttiva, il periodo migliore in cui intervenire è quello compreso tra la fine dell'estate e l'inizio dell'autunno.

Gli interventi vanno svolti preferibilmente evitando di tagliare tutta la vegetazione di un corpo idrico nell'arco di un breve intervallo di tempo, ma mantenendo sempre, in alcuni tratti, biocenosi sufficientemente diversificate ed in grado di ricolonizzare le contigue porzioni lavorate. In presenza di vegetazione legnosa ripariale, si dovrebbe limitare l'intervento alla rimozione degli alberi caduti nell'alveo o pericolanti, o comunque andrebbero svolti solo interventi saltuari di taglio, sfalsati di qualche anno sulle due sponde.

Una opportunità da sfruttare, laddove possibile, è il contenimento della proliferazione delle piante acquatiche mediante ombreggiamento dell'alveo, attraverso la piantumazione di piante arboree almeno su una delle sponde. Tale piantumazione deve prevedere delle interruzioni in modo da consentire che in alcuni tratti dell'alveo le piante acquatiche riescano comunque a svilupparsi, onde evitare la loro totale scomparsa in loco.

Oltre alla tempistica e alle modalità di taglio, un aspetto ugualmente importante da considerare in termini gestionali è quello della garanzia di una portata minima costante per i corsi d'acqua al fine di evitare periodi prolungati di prosciugamento che possono incidere fortemente su tutte le componenti biotiche dell'ecosistema, in particolare quelle strettamente dipendenti dall'acqua. Le incidenze economiche di questa indicazione andrebbero bilanciate dai benefici ottenuti dai servizi ecosistemici (depurazione acque, miglioramento paesaggio, igiene ambientale, conservazione biodiversità, stoccaggio del carbonio, produzione biomasse, ecc.) alcuni dei quali possono essere ormai stimati economicamente e, laddove possibile, essere oggetto di risarcimenti o di agevolazioni fiscali.

Per il controllo della vegetazione presente nei corsi d'acqua e nella rete dei canali irrigui non devono essere utilizzati i diserbanti e nemmeno il fuoco.

Approfondimento 5: Manutenzione in alveo

Nell'alveo dei corpi idrici di pianura si sviluppa spontaneamente una vegetazione costituita da specie cosiddette idrofite, la quale, avvicinandosi alle sponde, si arricchisce di specie tipiche di habitat palustri: le elofite. La trasformazione e la scomparsa delle zone umide ha determinato una riduzione della distribuzione e dell'estensione delle popolazioni di piante acquatiche, per questo molte specie sono ormai rare o minacciate di estinzione.

La vegetazione consente, a sua volta, lo sviluppo delle tipiche comunità animali acquatiche e anfibe. La frammentazione e la distruzione delle comunità vegetali idrofite ed elofitiche ha, infatti, conseguenze evidenti sul ciclo vitale di molti insetti caratterizzati da una fase larvale acquatica e che usano le piante come substrato di alimentazione o come elemento di ancoraggio. A cascata, subiscono impatti notevoli anche i pesci e gli anfibi che si nutrono dei suddetti insetti o che si rifugiano nei letti di macrofite per evitare la predazione o per riprodursi.

La vegetazione acquatica ha anche un effetto protettivo dei fondali dall'erosione, e il mantenimento della vegetazione palustre nelle fasce perimetrali dell'alveo protegge il piede delle sponde limitandone i cedimenti.

La manutenzione cosiddetta "gentile" della vegetazione acquatica tende ad evitare, o meglio a minimizzare, questi impatti. Scopo della manutenzione "gentile" è quello di mantenere la struttura del corso d'acqua gestito molto simile a quella di un corso d'acqua naturale. Per raggiungere tale scopo le tecniche a basso impatto mirano alla definizione di un flusso di corrente sinuoso attraverso opportuni interventi di taglio e regolazione della vegetazione acquatica. Si ottengono in tal modo zone a differenti velocità di corrente e quindi più habitat e maggiore biodiversità. In tal senso, è necessario preservare una parte della copertura vegetale (differente da caso a caso), creando nell'alveo dei flussi di corrente meandriformi. Numerosi studi hanno messo in evidenza che un taglio della vegetazione limitato ad 1/3 o 2/3 della larghezza dell'alveo non causa innalzamenti significativi dei livelli idrici. Questo tipo di interventi è più efficace e fattibile nei corsi d'acqua con larghezza dell'alveo di morbida superiore a 3 m.

Una soluzione alternativa consiste nell'effettuare il taglio su un solo lato, alternato sulle due sponde, mantenendo comunque una minima fascia di vegetazione sul piede della sponda lavorata, per proteggerla dall'erosione.

E' opportuno programmare gli interventi di manutenzione in maniera da ottenere una rotazione sui diversi tratti, in modo da ripeterli nello stesso tratto dopo 3-5 anni, così da mantenere biocenosi con struttura e composizione diversificata. Alcuni accorgimenti tecnici da tenere in debita considerazione sono:

- il taglio va eseguito preferibilmente tra agosto e ottobre, al fine di rispettare il periodo riproduttivo della fauna, che generalmente si concentra nel periodo febbraio-giugno;
- è necessario ridurre al massimo il numero dei tagli durante l'anno e, in molti casi, può essere sufficiente un unico taglio nel periodo vegetativo;
- durante il taglio della vegetazione acquatica è necessario evitare, per quanto possibile, di movimentare il fondo, in modo da limitare l'intorbidamento dell'acqua e la liberazione di fosforo solubile;
- la biomassa tagliata deve essere raccolta e asportata entro 12 ore dal taglio in modo da evitare il rilascio nell'acqua dei nutrienti presenti nei tessuti vegetali.

La possibilità di applicare gli interventi suddetti deve essere attentamente valutata caso per caso, evitando le situazioni in cui è altamente probabile l'innalzamento del rischio idraulico.

Approfondimento 6: Manutenzione spondale

La vegetazione, come detto, consolida le sponde e, offrendo resistenza alla corrente, ritarda la corruzione delle acque, attenuando i picchi di piena. La componente arborea e arbustiva riveste un ruolo fondamentale in termini ecologici e ha una funzione importante nel controllo della vegetazione acquatica.

Interventi di taglio della vegetazione frequenti possono comportare diversi effetti negativi:

- perdita di popolazioni floristiche di pregio;
- disturbo diretto o indiretto delle comunità animali;
- degradazione di habitat di interesse conservazionistico;
- perdita dell'ombreggiamento;
- dissesto spondale.

La vegetazione arbustiva e arborea dovrebbe essere conservata, laddove possibile. E' allora auspicabile seguire alcuni accorgimenti nell'esecuzione delle operazioni di manutenzione. Il taglio selettivo è la modalità d'intervento più indicata per la gestione della vegetazione legnosa spondale e interessa mediamente il 30% degli esemplari arborei. Questo intervento va eseguito in modo da:

- assicurare il mantenimento nel tempo del popolamento vegetale;
- aumentare al massimo la diversità, penalizzando gli esemplari di specie esotiche;
- preservare la rinnovazione della vegetazione autoctona;
- mantenere tutte le classi di età;
- rimuovere gli esemplari instabili (scalzati o fortemente inclinati), possibilmente escludendo quelli con nidi o di particolare pregio naturalistico e paesaggistico;
- prevedere, ogni 1.000 m di tratto interessato dai tagli selettivi della vegetazione arborea, fasce di discontinuità di almeno 200 m non interessate dagli interventi, anche solo su una sponda.

La vegetazione può anche essere mantenuta a portamento arbustivo in quanto, flettendosi al passaggio della piena, ne consente il regolare deflusso, ma nello stesso tempo protegge le sponde dall'erosione. Qualora non sussista un elevato rischio idraulico è utile lasciare in loco una parte degli alberi e della ramaglia tagliata e depezzata (circa 20%) come necromassa al fine di costituire habitat, rifugio e sostegno della catena alimentare.

Per quanto concerne la frequenza della manutenzione a sponde alternate, nella superficie non interessata dai tagli si suggerisce di intervenire solo l'anno successivo. Nella superficie interessata

dai tagli selettivi nei canali di dimensioni minori è consigliabile intervenire dopo almeno 6 anni, nei canali di dimensioni maggiori è preferibile intervenire ogni 10 anni.

Approfondimento 7: Macchinari utilizzabili nelle attività di manutenzione

(Tratto da Caggianelli et al., 2012)

L'uso dei mezzi per la manutenzione dei canali può provocare danni diretti alla fauna, oltre che quelli indiretti dovuti all'eliminazione di habitat, ma anche problemi di stabilità alle sponde. E' possibile seguire alcune precauzioni specifiche nell'uso di tali macchinari che, in molti casi, possono limitare tali problemi.

E' da preferire l'utilizzo di macchine e attrezzature di modeste dimensioni, con preferenza di macchine gommate rispetto a quelle cingolate, adeguate alla viabilità e alla sentieristica esistente e omologate in conformità alle normative dell'Unione Europea, per ridurre al massimo il rumore e l'emissione di polveri fini in atmosfera e la compattazione del suolo. Le operazioni dovrebbero essere eseguite preferenzialmente su suoli asciutti.

Gli strumenti più piccoli come falci, decespugliatori a spalla e motofalciatrici sono indubbiamente molto inefficienti da un punto di vista economico, ma presentano grandi vantaggi da quello ecologico. Con questi mezzi, infatti, è difficile ferire gli animali ed è possibile risparmiare singole piante e/o microhabitat di particolare interesse conservazionistico.

La benna falciante utilizzata per lo sfalcio della vegetazione può servire anche per un'azione di profilatura del fondo dei canali; è infatti spesso utilizzata in situazioni di sottodimensionamento del canale e in condizioni di rischio idraulico, in cui è necessario una continua riprofilatura e uno sfalcio frequente. Le modalità con cui è impiegata la rendono quindi tra gli attrezzi con l'impatto più elevato dal punto di vista ambientale, come conseguenza della periodica movimentazione del fondo e dell'alterazione degli habitat acquatici. Per questo motivo risulta molto importante la formazione dell'operatore, al fine di utilizzare modalità d'uso meno invasive, evitando quando possibile le riprofilature del canale.

I dispositivi falcianti a rotazione (tamburi/dischi falcianti) possono facilmente colpire gli animali presenti nella vegetazione e per questo motivo il loro utilizzo dovrebbe essere limitato al periodo tardo autunno-invernale, al di fuori del periodo di nidificazione della fauna.

La trinciatrice a mazzuoli genera un impatto ecologico negativo, che può essere ridotto con una regolazione alta dell'organo tagliatore e intervenendo nel periodo tardo autunno-invernale. Anteriormente alla barra falciante e alla trinciatrice, se montate frontalmente, possono essere collocate barre di involo al fine di allontanare preventivamente gli animali presenti nella vegetazione; in alternativa, il mezzo potrebbe essere preceduto da personale a piedi con il compito di allontanare la fauna. Per tutti i dispositivi l'altezza di lavoro dovrebbe essere di circa 10 cm sopra la cotica erbosa.

Fino ad oggi le macchine per la manutenzione sono state in genere frutto di adattamenti dei mezzi utilizzati in agricoltura, ma da alcuni anni hanno iniziato a svilupparsi macchine progettate specificatamente per l'uso lungo i canali: il ragno, dotato di un'elevata flessibilità nei movimenti lungo i canali, le falciatrici telecomandate, utili in situazioni in cui i mezzi classici per la manutenzione non possono accedere, o i mezzi anfibi, che permettono di operare dall'alveo sia in situazioni di scarsità d'acqua, mediante l'uso dei cingoli, sia quando il tirante idrico è elevato, grazie alla capacità di galleggiare e alla propulsione ad elica.

3.3.2.5 Controllo numerico delle popolazioni di specie alloctone invasive

Il numero di specie diffuse dall'uomo, volontariamente o involontariamente, al di fuori del loro areale naturale di distribuzione è in costante aumento e l'invasività di alcune di queste specie (dette alloctone, o esotiche, o aliene) è oggi considerata la seconda causa di estinzione delle specie

indigene dopo la perdita e il degrado degli habitat. Gli impatti esercitati dalle specie alloctone invasive sono molteplici e interessano tutti i livelli di organizzazione biologica, da quello genetico a quello ecosistemico, e possono determinare importanti ripercussioni sui sistemi naturali. Il problema è generalmente affrontato contestualmente all'analisi delle tendenze in atto relative al cambiamento climatico. Sono numerosi i casi di invasioni favorite dall'aumento della temperatura che possono portare all'estinzione locale di specie native e ad effetti di semplificazione e banalizzazione delle biocenosi.

Gli ecosistemi acquatici, in particolare, sono estremamente vulnerabili agli impatti generati dalle specie esotiche invasive. Per le piante, l'acqua rappresenta un ottimo vettore per frutti, semi e parti vegetative, favorendo la diffusione non controllata delle specie. L'insediamento di specie alloctone sembra peraltro facilitato dalle condizioni di vulnerabilità dei corpi d'acqua sottoposti ad intense pressioni antropiche (D'Antoni *et al.*, 2011).

Fortunatamente, non tutte le specie aliene si rivelano dannose, ma lo sono di sicuro quelle che dimostrano grandi capacità di diffusione a spese di specie locali aventi la stessa nicchia ecologica, o anche a spese di interi habitat qualora trattasi di specie molto competitive, opportuniste e in grado di adattarsi ad ambienti differenti.

Le zone umide e quelle costiere sono le più minacciate da questo fenomeno e le prime sono svantaggiate anche per il fatto che, come detto, l'acqua riesce a disperdere molto velocemente e su lunghe distanze esemplari, uova o semi, accelerando il processo di invasione. Oltre ai danni a piante e animali autoctoni, in diversi casi le specie esotiche si sono rivelate dannose anche per l'uomo, per le colture, per gli allevamenti e per alcune strutture ed opere.

Il controllo numerico o l'eventuale eradicazione possono essere effettuati efficacemente in presenza di adeguate conoscenze sulla loro ecologia, sui loro cicli biologici, sui competitori naturali, sulle sostanze chimiche a cui sono sensibili, sulle migliori tecniche di cattura, ecc. In assenza di dette informazioni potrebbero essere svolte operazioni fine a se stesse, con notevole dispendio di risorse. Spesso la loro diffusione è anche facilitata da disequilibri ecologici, dalla presenza di aree degradate e di forme varie di inquinamento, dalla precedente eliminazione dei competitori naturali, o da altri fattori che denunciano comunque una qualità ambientale piuttosto scarsa. Intervenire per migliorare la qualità ambientale complessiva potrebbe indirettamente determinare una minore capacità di loro dispersione e adattamento.

Molto delicato è l'aspetto legato all'impatto dei ripopolamenti ittici dei corsi d'acqua a beneficio della pesca sportiva. La gran parte delle specie utilizzate per tali ripopolamenti è esotica e arreca gravi danni ai pesci autoctoni ma anche sugli anfibi e, più in generale, a tutto l'ecosistema acquatico.

Generalmente l'impatto diretto sugli anfibi è determinato dalla predazione delle uova e delle larve, ma c'è anche un impatto indiretto legato allo stress che gli stadi larvali devono subire per poter fuggire alla predazione, cercare rifugi adatti, modificare i propri ritmi di attività e di alimentazione, ecc. Tutto ciò incide sulle fasi di sviluppo e di maturazione degli anfibi oltretutto sulla loro sopravvivenza (Scoccianti, 2001). La vegetazione acquatica, in particolare quella elofitica, può dimostrarsi molto utile per proteggere le uova e le larve di anfibi dai pesci di maggiori dimensioni, ma anche dagli uccelli e da altri predatori autoctoni e alieni.

Tra le numerose specie ittiche aliene che devono essere considerate ad alto rischio per gli anfibi vi sono anche le gambusie (*Gambusia affinis* e *G. holbrooki*), introdotte abbondantemente nel secolo scorso dall'America per il controllo delle zanzare nelle zone interessate dalla malaria, tanto che oggi tali specie sono considerate naturalizzate in Italia. Oltre alle larve di zanzara le gambusie predano uova e larve di numerose specie di anfibi ed essendo pesci molto piccoli riescono a penetrare anche nella vegetazione acquatica più fitta, riducendo fortemente le possibilità di rifugio e di sopravvivenza degli anfibi presenti nei corpi idrici in cui esse sono state immesse. Per tali ragioni dovrebbe essere vietato ovunque il loro utilizzo, così come dovrebbe essere rivisto tutto il sistema dei ripopolamenti ittici che determinano molti più danni ambientali che benefici socio-economici.

Le specie animali esotiche che negli ultimi anni si sono dimostrate però maggiormente invasive nella pianura pontina sono la Nutria (*Myocastor coypus*), il Gambero della Louisiana (*Procambarus clarkii*) e la Testuggine dalle guance rosse (*Trachemys scripta elegans*).

In particolare, il controllo numerico, ed eventuale eradicazione, delle Testuggini esotiche (*Trachemys scripta*, *Mauremys caspica* ed altre specie simili) è fondamentale per la conservazione delle popolazioni indigene di Testuggine d'acqua (*Emys orbicularis*), una specie di grande importanza conservazionistica, attualmente a rischio di estinzione e per questo tutelata da diverse norme internazionali.

Per quanto riguarda le piante esotiche invasive la situazione è ugualmente delicata anche se queste appaiono meno impattanti degli animali, vista la loro apparente immobilità e inattività. Quelle attualmente più pericolose sono (Iberite, Pelliccioni, 2009; Anzalone *et al.*, 2010; Csurhes, Markula, 2010; Clements *et al.*, 2011; Iamónico *et al.*, 2012):

- *Alternanthera philoxeroides* (Amaranthaceae), pianta erbacea perenne sudamericana di climi tropicali, nell'agro pontino è al momento segnalata solo in due stazioni molto vicine interne al Parco del Circeo (Rio Martino e Diversivo Nocchia), ma viste le sue capacità di diffusione e di colonizzazione sia sulle acque che sulle sponde può rappresentare un problema per il prossimo futuro. Per il suo sistema di accrescimento e di sviluppo gli anglosassoni la chiamano comunemente “alligator weed”;

- *Lemna minuta* (Araceae), idrofita di origini nordamericane, ampiamente diffusa nei corsi d'acqua pontini, tende a costruire estese comunità monospecifiche sulla superficie delle acque stagnanti;
- *Elodea canadensis* (Hydrocharitaceae), anch'essa idrofita di origini nordamericane, pur se diffusa nella piana pontina non presenta oggi un carattere invasivo, tranne che nel Lago di Ninfa e nel primo tratto del fiume omonimo dove alcuni interventi antropici l'hanno probabilmente favorita, velocizzandone l'espansione a discapito delle specie autoctone;
- *Phytolacca americana* (Phytolaccaceae), considerata fino a poco tempo fa semplicemente "naturalizzata" nel Lazio ma di recente riclassificata come "invasiva". Determina danni sia a livello agricolo che ambientale in vari contesti, tra cui nelle fasce ripariali.

Ormai naturalizzate, molto diffuse e più difficilmente controllabili nelle fasce spondali sono *Robinia pseudoacacia* (nordamericana), *Gleditsia triacanthos* (nordamericana), *Ailanthus altissima* (cinese) e *Arundo donax* (archofita di origini mediorientali), per le quali sarebbe comunque importante garantire un controllo della loro espansione all'interno delle aree protette e, in particolare, degli ambienti naturali, nei quali entrano facilmente laddove siano presenti strade, canali gestiti e altre infrastrutture artificiali.

Per quanto concerne gli eucalitti (*Eucalyptus* sp. - di origini australiane) vale quanto detto nel precedente "Approfondimento 4". Trattasi di alberi sicuramente più facili da governare vista la loro distribuzione discreta, spesso in forma di filari, nuclei e fasce, e la loro riproduzione esclusivamente vegetativa nel territorio pontino. Anche dal punto di vista dell'impatto ambientale la loro presenza è meno problematica, ma resta il fatto che la loro introduzione ha sottratto superficie a specie e comunità autoctone. Per questo motivo è necessaria un'attenta valutazione nei casi in cui i filari e le fasce frangivento siano degradate al fine di decidere se riqualificarle inserendo nuovamente alberi di eucalitti o, invece, di altre specie autoctone.

Caso studio 2: Trappolaggio ed eliminazione della Nutria (*Myocastor coypus*)

La nutria (*Myocastor coypus*), di origine sudamericana, è stata ampiamente diffusa al di fuori del suo areale sia volontariamente che accidentalmente. Allevata in passato per la produzione delle pellicce di "castorino", quando negli ultimi decenni esse sono andate fuori moda l'allevamento è divenuto antieconomico, e allora molti animali sono stati liberati in aree naturali, soprattutto lungo i fiumi di pianura.

In virtù della continua attività di escavazione delle tane, causa la compromissione della stabilità degli argini di fiumi e canali e una conseguente esondazione delle acque. Inoltre determina notevoli danni alla vegetazione igrofila e alle colture limitrofe ai corpi idrici.

Interessante è il caso della Regione Emilia-Romagna la quale nel 2008 ha avviato un programma di prevenzione dei danni causati dalla nutria attraverso il contenimento della specie, effettuato mediante trappolaggio (Caggianelli *et al.*, 2012). Il progetto, che prevedeva il finanziamento da parte dell'amministrazione regionale per la fornitura di circa 200 trappole, ha coinvolto i Consorzi di bonifica delle provincie di Reggio Emilia, Modena, Bologna, Ravenna e Forlì-Cesena. I Consorzi

si sono impegnati ad assicurare il buon funzionamento delle trappole per cinque anni, con il proprio personale o avvalendosi di coadiuvanti esterni appositamente formati. L'utilizzo delle trappole è stato inquadrato all'interno dello schema organizzativo adottato dalle Province per il contenimento della specie. Inoltre, l'attuazione del contenimento mediante trappolaggio è avvenuta nel rispetto delle linee guida regionali che comporta attento posizionamento e controllo delle trappole, uso del kit eutanasico e corretto smaltimento delle carcasse.

Più recentemente, anche in Veneto (in provincia di Treviso) e in Lombardia (province di Cremona e Mantova) sono stati avviati programmi di controllo o si è iniziato a discutere concretamente su quali attività mettere in campo. L'incisività delle azioni sperimentate finora è molto relativa se non si opera con continuità e con capillarità, cosa che richiede investimenti elevati e numerose risorse umane impiegate.

Nel mantovano è prevalsa recentemente l'opzione abbattimento tramite arma da fuoco piuttosto della cattura tramite trappole e successivo abbattimento in strutture specifiche. Ciò a fronte di una maggiore incisività e una riduzione dei costi. Negli anni scorsi la Provincia ha anche riconosciuto un compenso in denaro per ogni capo catturato, pari a 6,1 euro nel 2011 e a 3,2 euro nel 2012 (per un monte catture pari, rispettivamente, a 21 mila e a 7 mila esemplari).

Opzioni alternative all'abbattimento diretto (o previo trappolaggio) sono state proposte da più parti, sia da agricoltori che animalisti. In alcuni casi si tratta di azioni molto rischiose (uso di veleni o di patogeni), o parimenti costose e poco risolutive nell'immediato (sterilizzazione), o impattanti (copertura delle sponde con reti specifiche per impedire lo scavo delle tane) o poco incisive in tempi brevi seppure molto interessanti in termini ecologici (allontanamento di alcuni metri delle aree agricole dagli argini e controllo affidato ad animali predatori autoctoni, come la volpe e altri carnivori).

La modifica della normativa in materia di esercizio venatorio, attualmente in discussione in Parlamento, che consentirebbe la caccia anche alla nutria (attualmente implicitamente vietata) potrebbe determinare controlli demografici ora non prevedibili.

Caso studio 3: Contenimento del Gambero rosso della Louisiana (*Procambarus clarkii*)

Nei canali di bonifica una delle specie invasive di maggior impatto è rappresentata dal gambero rosso della Louisiana (*Procambarus clarkii*), originario degli Stati Uniti meridionali e del Messico settentrionale è stato diffuso in tutto il mondo per fini commerciali ad esclusione dell'Australia. Introdotto in Italia nel 1989, è ormai presente in gran parte delle regioni centro-settentrionali.

Ha una maturità sessuale precoce, un'elevata fecondità (300-600 uova), una dieta generalista e una elevata capacità di adattamento per cui si è rivelata fortemente invasiva, sia in acque dolci che salmastre e inquinate.

Destabilizza gli argini a causa della sua intensa attività di scavo, provocando quindi ingenti costi per il ripristino. Ai danni economici si aggiungono quelli apportati alla salute umana, essendo il gambero potenzialmente un vettore di agenti patogeni. Alcuni parassiti del gambero rosso sono per di più letali per il gambero indigeno europeo. La sua presenza riduce inoltre la biodiversità, in quanto il gambero si nutre di molluschi e di uova di pesci e preda attivamente avannotti e anfibii.

Negli anni scorsi, il Consorzio di bonifica dell'Emilia centrale ha deciso di sperimentare lungo i suoi canali alcune metodologie innovative per il controllo demografico (Caggianelli *et al.*, 2012). Nell'area è stato possibile individuare due tipi di canali: quelli con acqua permanente e quelli periodicamente svuotati. Nei primi si è deciso di intervenire con metodi complementari, quali catture con trappole, uso di predatori indigeni e rilascio di maschi sterili (SMRT). L'approccio multiplo proposto non solo è coerente con il contesto ecologico ed economico in cui si opera, ma dovrebbe essere in grado di colpire in modo selettivo la popolazione bersaglio interferendo con la sua capacità riproduttiva e la sua ecologia. Ciascun metodo intende, infatti, andare a colpire una parte della popolazione bersaglio (adulti, riproduttori e giovani) e questo dovrebbe produrre una sinergia negli effetti in grado di assicurare una maggiore probabilità di successo. Nei canali che

invece sono periodicamente svuotati si è deciso di intervenire con la rimozione manuale degli esemplari e con l'uso, all'interno delle tane aperte, di pesticidi organofosfati.

Un interessante studio pilota, realizzato tra luglio e settembre 2008, ha preso in esame due canali (La Pia e Mandriolo). Lungo un transetto di 300 m di lunghezza sono state realizzate catture giornaliere con nasse dotate di esca ed è stato inserito, in un sotto-transetto di 150 m, il predatore indigeno *Anguilla* europea (*Anguilla anguilla*). I risultati del primo stralcio della sperimentazione hanno messo in evidenza come sia necessario effettuare un trappolaggio costante per contenere l'espansione del gambero, maggiormente efficace quando i livelli delle acque sono bassi, mentre l'efficacia del pesce predatore indigeno non ha dato i risultati sperati e dovrebbe essere potenziata aumentando la quantità di animali rilasciati e garantendo anche la predazione da parte degli uccelli, in particolare gli Ardeidi.

Durante il secondo stralcio della sperimentazione è stata sperimentata la tecnica che prevede il rilascio di maschi sterili (SMRT). Si tratta di una metodologia di contenimento che richiede un costo contenuto e non ha effetti negativi sulle altre specie. Tale metodo prevede il prelievo e la sterilizzazione dei maschi adulti con radiazioni ionizzanti, che mantengono nei soggetti immutata capacità di accoppiamento, e infine il loro rilascio. *Procambarus clarkii* è una specie poligama in cui ogni singolo maschio si accoppia ogni stagione riproduttiva con più femmine mentre ogni singola femmina ha la possibilità di portare avanti una sola covata. Una femmina che si accoppia con un maschio sterile deporrà uova destinate a degenerare.

Il secondo stralcio, realizzato nell'aprile-giugno 2009, ha interessato il canale Barbante Alte, nel quale sono stati delimitati due transetti di 300 m in cui è stato effettuato un trappolaggio intensivo allo scopo di stimare la densità della popolazione e catturare i maschi da sterilizzare. Un'ulteriore tecnica sperimentata durante il secondo stralcio ha previsto l'utilizzo di un biocida (principio attivo piretrina) completamente naturale. Il prodotto ha una bassa tossicità nei confronti dei mammiferi e dell'avifauna, decade rapidamente alla luce solare, è innocuo per le piante ma non è selettivo, per cui colpisce altri organismi acquatici. L'efficacia del principio attivo e la dose ottimale da somministrare è stata stimata sugli esemplari catturati nel canale Barbante Alte. La sperimentazione in campo è stata effettuata nel canale La Pia Est Naviglio, la cui popolazione di Gambero rosso era stata stimata nel corso della ricerca dell'anno precedente. Il biocida è stato inserito all'interno delle tane, in modo da limitare l'impatto sugli altri organismi acquatici. Le analisi sull'applicazione di questo metodo, tuttavia, non hanno fornito risultati soddisfacenti.

Approfondimento 8: Gestione della Testuggine dalle guance rosse (*Trachemys scripta elegans*). (fonte: Progetto R.A.I.S.S. Removal of Alien and Invasive Species - Laguna project snc, Venezia)

La testuggine dalle guance rosse della Florida (*Trachemys scripta elegans*) è una specie originaria dell'America Settentrionale e Centrale. Il commercio di giovani esemplari da utilizzare come animali da compagnia ha favorito la dispersione di questa specie dal suo areale d'origine all'Europa, all'Asia e all'Africa. La diffusione della specie in ambiente è avvenuta al seguito della liberazione degli animali, in particolare quando questi raggiungono dimensioni non più compatibili col mantenimento in piccoli acquari. Le liberazioni dei rettili sono avvenute principalmente in ambito urbano, tuttavia esistono segnalazioni di liberazioni avvenute anche in aree naturali.

Le osservazioni e gli studi condotti negli anni antecedenti il 2000 suggerivano che la riproduzione ed il reclutamento di *T. s. elegans* in natura non fossero sufficienti a mantenere nel lungo periodo le colonie italiane osservate, limitando il problema della diffusione di *T. s. elegans* al solo abbandono. Pubblicazioni più recenti, tuttavia, hanno confermato che la testuggine dalle guance rosse è in grado di riprodursi in ambiente naturale in diversi paesi europei, Italia inclusa. La dimostrata capacità di riprodursi in ambiente conferma definitivamente il carattere invasivo di questa specie.

Questa testuggine è una specie molto competitiva, abituata nelle sue aree di origine a dover condividere ambiente e nicchie ecologiche con altre testuggini e per questa ragione si presenta particolarmente avvantaggiata nei confronti di *E. orbicularis*. I vantaggi che *T. s. elegans* può

esibire nei confronti della testuggine autoctona vanno dal minor tempo necessario al raggiungimento della maturità, alla maggiore fecondità, alle maggiori dimensioni. La competizione tra testuggini riguarda principalmente il cibo, gli areali di nidificazione, le aree di basking. In presenza di *T. s. elegans*, *E. orbicularis* è costretta a scegliere aree di basking di qualità inferiore. Studi specifici condotti per verificare l'asimmetria competitiva tra *T. s. elegans* ed *E. orbicularis* non sono comunque risultati conclusivi nell'identificare il fattore o i fattori di maggiore peso nel determinare la dominanza di *T. s. elegans*. Si tende ad escludere la competizione per il cibo tra i fattori determinanti (*T. s. elegans* è prevalentemente vegetariana mentre *E. orbicularis* preda invertebrati e piccoli pesci) e si avanza l'ipotesi che tra i fattori determinanti il declino di *E. orbicularis* vi possano essere la sua elevata sensibilità ad alcuni agenti patogeni che costituiscono l'usuale corredo di parassiti di *T. s. elegans*, la sua sensibilità ad elevate densità di popolazione, la possibile interferenza competitiva tra le due specie all'atto del corteggiamento.

L'inserimento della specie negli elenchi CITES ed il conseguente divieto di introduzione in Europa di nuovi esemplari (Reg. 2551/97/CEE) ha arginato il problema delle liberazioni in ambiente, mitigando la problematica connessa ai rilasci in natura di animali da compagnia non più desiderati. Tuttavia, rimane aperta la questione relativa alla gestione degli esemplari già presenti negli habitat naturali e la loro proliferazione. Gli obiettivi primari per la gestione di *T. s. elegans* devono quindi essere l'allontanamento della specie dagli ambienti naturali, in particolare dalle aree in cui è confermata la presenza di *E. orbicularis*, e la prevenzione di nuovi rilasci. L'allontanamento dagli ambienti naturali presuppone il recupero dal territorio, sia in zone in cui la presenza è già documentata, sia in aree in cui la presenza non è stata ancora verificata. La successiva rimozione degli individui, tuttavia, presuppone l'individuazione e/o l'attivazione di ambienti seminaturali che consentano la gestione etica degli esemplari recuperati in natura e l'accettazione degli individui consegnati dalla popolazione che intende liberarsi del proprio rettile. Le misure di contenimento proposte per *T. s. elegans* devono inoltre essere allargate anche alle specie di testuggine che hanno sostituito commercialmente *T. s. elegans*, tra cui altre sottospecie di *Trachemys* (*T. s. scripta*, *T. s. troosti*) ed altre specie potenzialmente più adatte all'acclimatazione a climi temperati.

3.3.2.6 Conservazione delle specie autoctone minacciate

3.3.2.6.1 Introduzione

Lo stato di conservazione delle specie di interesse conservazionistico legate alle zone umide è allarmante. La maggior parte delle specie floristiche a rischio di estinzione è legata agli ambienti oligotrofici e alle torbiere. Anche numerose piante vascolari endemiche sono legate agli ecosistemi acquatici.

Per quanto riguarda i macroinvertebrati acquatici, essi, nonostante la loro importanza in termini di ricchezza di specie, di cui in buona parte di interesse conservazionistico poiché specie endemiche, rare o a rischio di estinzione, non sono adeguatamente considerati nei piani di gestione della biodiversità. Infatti diversi gruppi tassonomici, tra l'altro estesamente usati come bioindicatori nei sistemi di valutazione della qualità degli ecosistemi acquatici, sono assenti negli allegati della Direttiva Habitat. Inoltre, attualmente, gli invertebrati acquatici sono anche largamente sottorappresentati nelle liste rosse ufficiali.

Gli uccelli acquatici rappresentano, invece, un elemento chiave per designare e giustificare la protezione delle zone umide più importanti: la loro sensibilità ai cambiamenti ambientali, la relativa

facilità di osservazione e la loro tendenza ad aggregarsi in siti chiave li rendono degli efficaci strumenti per la protezione della biodiversità. La sopravvivenza di molte specie di uccelli migratori sembra regolata dalla produttività e dalla sopravvivenza annuale, due parametri a loro volta controllati dalle condizioni delle aree di svernamento.

Anche le piccole zone umide presentano una ricca biodiversità. Esse contribuiscono in modo considerevole al mantenimento di specie di interesse conservazionistico (inserite in liste rosse, rare o endemiche), inoltre svolgono un ruolo importante in termini di rete ecologica, poiché possono fungere da *stepping stones* per molte specie migratrici o in dispersione.

Le specie vegetali e i tipi di vegetazione che si sviluppano nei corpi idrici dipendono dalle caratteristiche idro-geomorfologiche del corso d'acqua, dalla variabilità o meno delle stesse nel corso dell'anno, dalle condizioni trofiche, dalla corrente (acque stagnanti o fluenti), dalla temperatura, ecc.. Queste specie sono definite comunemente idrofite e raggruppano quelle essenze in grado di compiere il loro ciclo riproduttivo quando tutte le loro parti vegetative sono sommerse o sostenute dal corso d'acqua. Lungo le sponde dei corpi idrici sono invece presenti le elofite, che raggruppano quelle specie che sono radicate nel sedimento saturo d'acqua, ma solo con una piccola porzione del loro apparato vegetativo sommersa (es. *Phragmites australis*).

Definizioni 2: Tipologie di piante e comunità acquatiche

(Tratto da Caggianelli et al., 2012)

Biocenosi: insieme di organismi viventi che occupano un determinato ambiente (biotopo) e che sono legati tra loro da rapporti di vario tipo (trofici, di competizione, ecc.). La biocenosi costituisce la parte vivente di una biogeocenosi e comprende la fitocenosi (costituita dai produttori primari), la zoocenosi (produttori secondari e consumatori) e la microcenosi (organismi decompositori).

Vegetazione acquatica: le specie vegetali e i tipi di vegetazione che trovano le condizioni ideali per crescere nei canali sono determinate dalle caratteristiche fisiche del corpo d'acqua, dalla variabilità o meno della stessa nel corso dell'anno, dalle condizioni trofiche, dalla corrente (acque stagnanti o fluenti), dalla temperatura ecc. Queste specie sono definite comunemente *idrofite* e raggruppano quelle essenze in grado di compiere il loro ciclo riproduttivo quando tutte le loro parti vegetative sono sommerse o sostenute dal corpo d'acqua. Le idrofite, in relazione alla loro organizzazione strutturale, morfologica e alla forma di crescita, vengono suddivise in tre gruppi distinti: pleustofite, rizofite ed elofite. La vegetazione acquatica è costituita da specie che si sviluppano interamente in acqua; può essere distinta in natante (con gli organi vegetativi galleggianti alla superficie) o radicata (ancorata al substrato mediante radici o rizomi o mediante un organo a ventosa). La scomparsa o il danneggiamento irreversibile delle idrofite hanno enormi implicazioni per il ciclo vitale di molti insetti che hanno una fase larvale acquatica e che usano le fronde o la rizosfera come supporto e di conseguenza per molti piccoli pesci che di questi insetti si nutrono e che all'interno, soprattutto dei letti delle macrofite sommerse, si rifugiano per evitare la predazione.

Idrofite: in senso lato, tutte le piante strettamente legate all'acqua. Nel sistema di classificazione di Raunkiaer, le idrofite sono una "forma biologica" (categoria d'adattamenti adottati dalle piante per proteggere le gemme durante la stagione avversa) di fanerogame caratterizzata da piante perenni acquatiche con gemme sommerse.

Pleustofite: sono tutte le specie liberamente flottanti sulla superficie e nello spazio infracquatico, sprovviste perciò di apparati radicali che svolgono la funzione di ancoraggio al sedimento (es. *Lemna* sp.pl., *Salvinia natans* ecc.). Queste specie possono o meno presentare radici e ricavano i nutrienti per le funzioni vitali assorbendoli dalla colonna d'acqua attraverso organi sommersi o direttamente con l'apparato fogliare. Le forme sommerse presentano lamine fogliari estremamente ridotte, nastriformi o laciniate per minimizzare la resistenza al flusso evitando così lesioni agli organi fotosintetici e di assimilazione.

Rizofite: specie vegetali ancorate al fondo del corpo d'acqua mediante un rizoma (es. *Nymphaea alba*, *Nuphar lutea*, *Nymphoides peltata*, *Potamogeton* sp.pl.). Queste specie mostrano un'ampia gamma di tipologie morfo-adattative e possono presentarsi completamente sommerse o con il proprio apparato vegetativo emergente. Spesso le rizofite mostrano una spinta eterofillia con foglie sommerse finemente laciniate e strutture emergenti a lamina intera, galleggianti ed estremamente resistenti.

Lamineto: associazione costituita da piante radicate sul fondo ma con foglie e fiori galleggianti sul pelo libero dell'acqua (es. ninfee). ***Nymphaea alba*:** Specie notevolmente vistosa legata ad habitat con acque stagnanti oligotrofe. Diffusa in passato oggi è in contrazione anche se talora presente con popolazioni molto ricche in canali e zone umide anche artificiali della pianura; peraltro, nelle situazioni favorevoli, è in grado di diffondersi rapidamente per via vegetativa (rizomi). I fattori di minaccia sono: distruzione delle zone umide; eutrofizzazione delle acque; pulitura troppo drastica dei canali di scolo; interrimento degli specchi d'acqua e brucatura da parte delle nutrie.

Elofite: specie vegetali che costituiscono le formazioni riparie, radicate nel sedimento saturo d'acqua, ma solo con una piccola porzione del loro apparato vegetativo, la porzione basale, sommersa (*Phragmites australis*, *Typha* sp.pl., *Iris pseudacorus*, *Carex* sp.pl., ecc.). Normalmente la quasi totalità del fusto, delle foglie e degli apparati riproduttivi sono emergenti.

Vegetazione riparia: a partire dall'alveo di magra, esternamente alle erbacee pioniere di greto, le formazioni arbustive ed arboree riparie s'interpongono tra le fitocenosi acquatiche e le fitocenosi zonali del territorio circostante, non più influenzate dalla presenza del corso d'acqua. L'aggettivo riparia non ha un significato topografico, ma ecologico: indica cioè quelle specie igrofile, strettamente legate alla vicinanza del loro apparato radicale alla falda freatica (salici, ontani, pioppi). Si tratta di formazioni azonali, indipendenti dal clima locale e ad ampia distribuzione geografica. Frammiste alle specie riparie possono spesso trovarsi specie mesofile delle formazioni zonali circostanti, non riparie. Possono essere considerate formazioni riparie anche i canneti, essendo costituiti da piante radicate in acqua, ma emergenti con buona parte del fusto e delle foglie, e che sopportano periodi anche lunghi d'emersione (purché il livello della falda resti elevato).

3.3.2.6.2 Emergenze naturalistiche

Entrando nel merito della piana pontina, sopravvivono ormai soltanto piccoli lembi naturali di quello che fino a meno di un secolo fa era l'ambiente dominante, in particolare in corrispondenza e nei pressi delle aree lacustri (costiere e pedemontane), nella foresta planiziale del Circeo e lungo alcuni corsi d'acqua.

In relazione alla mammalofauna, non risultano presenti specie importanti nell'agro pontino, nemmeno nelle aree protette (gli ultimi esemplari di Lontra si sono estinti diversi decenni fa).

Un gruppo faunistico di rilevanza naturalistica a scala nazionale è quello degli uccelli acquatici svernanti osservabile nel sistema lacustre costiero (Parco Nazionale del Circeo). Tali laghi ospitano popolamenti, pari ad almeno l'1% dell'intera popolazione che attraversa il territorio nazionale, delle seguenti specie: svasso piccolo (*Podiceps nigricollis*), cormorano (*Phalacrocorax carbo*), garzetta

(*Egretta garzetta*), oca selvatica (*Anser anser*), fischione (*Anas penelope*), canapiglia (*Anas strepera*), marzaiola (*Anas crecca*), mestolone (*Anas clypeata*), moriglione (*Aythya ferina*), folaga (*Fulica atra*), pavoncella (*Vanellus vanellus*), piviere dorato (*Pluvialis apricaria*) e chiurlo (*Numenius arcuata*). L'entroterra pontino, caratterizzato dalla fitta rete di canali, ospita invece popolazioni svernanti di rilevanza nazionale di tuffetto (*Tachybaptus ruficollis*) e gallinella d'acqua (*Gallinula chloropus*).

Tra le specie vegetali, un elevato interesse conservazionistico è legato all'ibisco litorale (*Kosteletzkya pentacarpos*), presente in Italia soltanto in alcuni siti del litorale veneto, in un sito pugliese e nel Lazio, presso il Lago di Fondi. Quest'ultima località non è stata più confermata di recente, essendo molto probabilmente scomparsa come avvenuto in precedenza per l'area dei laghi pontini. Vista la ridottissima distribuzione in Italia, tale specie meriterebbe un'azione di reintroduzione nelle aree umide costiere del Parco Nazionale del Circeo.

A scala regionale, il ruolo della piana pontina in termini di conservazione della biodiversità è più significativo. Relativamente agli habitat di interesse comunitario, merita focalizzare l'attenzione su alcuni di essi:

- le “lagune costiere” presenti nel Parco Nazionale del Circeo, ambienti molto delicati e complessi, dipendenti al momento dal regime idraulico imposto dall'uomo e dagli usi del suolo che caratterizzano le aree circostanti;
- le “praterie umide mediterranee”, anch'esse ben rappresentate nel Parco del Circeo, minacciate dall'abbassamento della falda freatica e dalla salinizzazione delle acque;
- i “laghi eutrofici naturali”, habitat ben rappresentato nel Lago di Ninfa, ma che risente dell'inquinamento e della diffusione di specie aliene. Dato il carattere relittuale, si rende necessario porre in essere azioni di conservazione attiva (es. ringiovanimento dei fondali lacustri mediante asportazione dei sedimenti organici);
- i “querceti igrofili” e i “frassineti a *Fraxinus angustifolia*” presenti nella foresta demaniale del Parco del Circeo, minacciati dall'abbassamento della falda. Deleterie sono le arginature dei corsi d'acqua che alterano il regime idrico delle aree planiziali e golenali, mentre è necessario individuare delle aree da lasciare alla libera dinamica naturale con lo scopo di favorire la ricostituzione di queste foreste.

Relativamente agli Invertebrati, sono diverse le specie le cui popolazioni laziali sono concentrate in buona parte nel territorio della piana pontina, legate ovviamente ad habitat acquatici e, in particolare, alla vegetazione ripariale (tra gli odonati *Coenagrion mercuriale*, *Lindenia tetraphylla*, *Oxygastra curtisii*, tra i lepidotteri *Euphydryas aurinia provincialis*).

Ai fini della conservazione dell'Ittiofauna dulcicola rilevante è il ruolo del Lago di Ninfa per la sopravvivenza della trota macrostigma (*Salmo [trutta] macrostigma*). Anche la lampreda di ruscello (*Lampetra planeri*) è un'emergenza faunistica di grande rilievo presente nel Lago di Ninfa, minacciata dall'alterazione degli habitat, dalle opere di canalizzazione e dall'inquinamento.

Per quanto concerne gli Anfibi, la specie più minacciata presente nella pianura pontina, nella foresta planiziale del Parco del Circeo, è l'ululone appenninico (*Bombina pachypus*). Questa specie è in forte declino in tutto il suo areale (Italia peninsulare) che risente molto della frammentazione delle popolazioni avvenuta in seguito alla scomparsa di importanti siti riproduttivi per effetto di captazione idriche, regimazione dei piccoli corsi d'acqua, pulizia delle pozze di abbeverata per il bestiame, interrimento o prosciugamento di piccoli stagni, eccessiva presenza di cinghiali e introduzione di specie aliene. Tra le altre specie di anfibi, si ricorda la salamandrina dagli occhiali (*Salamandrina perspicillata*) presente con popolazioni relitte ed isolate nel Parco del Circeo.

Per quanto riguarda i Rettili, la specie di maggior interesse conservazionistico è la testuggine palustre (*Emys orbicularis*). Per questa specie si rende estremamente urgente il ripristino della connettività tra popolazioni isolate interne ai medesimi bacini idrografici.

Tra gli Uccelli nidificanti, sono molte le specie le cui popolazioni presenti nella piana pontina rivestono un ruolo significativo nel contesto regionale. Tra le specie acquatiche il tarabusino (*Ixobrychus minutus*), la nitticora (*Nycticorax nycticorax*), l'airone rosso (*Ardea purpurea*) e il forapaglie castagnolo (*Acrocephalus melagopogon*), tutte presenti presso i laghi costieri. Per queste specie è fondamentale la protezione dei siti riproduttivi e il miglioramento dei canneti e delle fasce arbustive ed arboree ripariali.

In relazione ai Mammiferi, il territorio pontino è importante, a scala regionale, per il vespertilio di Capaccini (*Myotis capaccini*), un chiroterio che utilizza in particolare i canali della bonifica come area di alimentazione. Per questa specie risulta fondamentale la salvaguardia e l'incremento della vegetazione riparia e la riduzione dell'inquinamento idrico.

3.3.2.6.3 Strategie di conservazione

Nella piana pontina, oltre alla foresta demaniale del Circeo, ci sono ben pochi lembi residui boscati, molto limitati in estensione e piuttosto distanti. Per il loro carattere di frammentarietà e rarità meritano una protezione integrale ed è auspicabile una loro espansione. Per apportare miglioramenti alla struttura dei boschi presenti occorre:

- favorire la diversità vegetale;
- mantenere una struttura stratificata e disetanea;
- mantenere gli arbusti che producono frutti eduli per la fauna selvatica;

- diradare progressivamente le pinete artificiali.

Per le specie legate agli ambienti agricoli tradizionali, l'aspetto più critico riguarda la perdita di habitat idonei sia per il progressivo consumo del suolo che per la conversione verso forme di agricoltura intensiva e serricoltura.

In ambito planiziale, molte delle specie legate ai mosaici colturali, ricche di fasce ecotonali, alberi sparsi, ecc., risultano presenti solo all'interno delle aree protette. Ciò spiega la concentrazione di segnalazioni nel Parco Nazionale del Circeo e nei SIC "Canali della Bonifica" e "Laghi Gricilli".

La densità degli elementi naturali residuali può aiutare ma da sola non è sufficiente a sostenere popolazioni vitali su superfici sempre più trasformate. L'agro pontino è un territorio che necessita di significativi interventi di riqualificazione, sia mediante la riqualificazione di alcune aree particolari (es. le fasce frangivento), sia mediante forme di incentivazione come, ad esempio, la messa a riposo a lungo termine dei seminativi anche al fine di creare zone umide (temporanee e permanenti), oppure per il rilascio di aree incolte, o ancora con l'adozione delle pratiche colturali dell'agricoltura biologica. Occorre inoltre fissare un tetto alla proliferazione della serricoltura e subordinare le nuove autorizzazioni al rispetto di precise prescrizioni indirizzate ad un miglioramento ambientale significativo della superficie non interessata dalle serre.

Le aree dei Laghi Gricilli e dei Canali in disuso della bonifica sono le ultime presenti nella pianura pontina caratterizzate da un tessuto agricolo che presenta ancora importanti valori naturali, soprattutto legati alle risorgive e ai canali ricchi di vegetazione. In entrambe queste aree è necessario applicare quanto definito nei relativi Piani di gestione dei SIC, oltre alle misure di conservazione definite per le ZPS.

Nelle zone umide, che costituiscono ambienti estremamente importanti per la salvaguardia di molte specie di fauna e flora, è necessario porre in essere delle efficaci strategie volte a ridurre i problemi legati alla forte artificializzazione dei corpi idrici, all'inquinamento delle acque e alla frammentazione ambientale.

Come visto poco sopra, molte sono le emergenze naturalistiche che si rilevano nelle zone umide della piana pontina. Per molte di loro è assolutamente necessario intraprendere azioni di tutela diretta mediante l'attuazione di progetti specifici che mirino ad ostacolare il declino e, quando possibile, invertire la tendenza anche mediante re-introduzioni. Gli interventi di conservazione devono comprendere principalmente la tutela degli habitat in cui tali specie vivono.

Nel caso di *Kosteletzkya pentacarpos* è assolutamente necessario effettuare una reintroduzione in ambienti adatti e non disturbati del Parco Nazionale del Circeo.

Per la trota macrostigma, presente nel territorio di Ninfa, il problema più grave è la presenza di specie ittiche aliene con cui può verificarsi un'ibridazione (es. trota fario). Per la conservazione di questa specie, prossima all'estinzione locale, occorre:

- provvedere alla tutela dei tratti idonei;
- ridurre la pressione della pesca;
- effettuare dei ripopolamenti ittici esclusivamente con materiale autoctono selezionato e certificato;
- contenere/eradicare le specie aliene invasive (es. gambero rosso della Louisiana), predatrici di uova;
- limitare le captazioni idriche.

Per la testuggine di palude, il mantenimento o il ripristino della connettività ecologica tra le popolazioni isolate è il principale obiettivo da raggiungere. Data l'importanza della specie (minacciata in gran parte del continente europeo) e il suo ruolo negli ecosistemi acquatici, è opportuno procedere ad una rinaturalizzazione diffusa degli ambienti umidi planiziali mediante interventi attivi (recupero delle fasce ripariali al fine di migliorare e differenziare gli habitat acquatici, ridurre il disturbo antropico e potenziare l'effetto filtro; ricreare le condizioni ideali per la riproduzione, anche mediante la creazione di piccoli invasi in terreni adiacenti ai canali) e regolamentazioni. L'efficacia di tali interventi è comunque legata al miglioramento delle attività di gestione e manutenzione dei canali eseguite dal Consorzio di Bonifica dell'Agro Pontino e dall'Agenzia Regionale per la Difesa del Suolo (ARDIS).

3.3.2.6.4 Indirizzi specifici per la gestione dell'avifauna

Il valore naturalistico dei laghi costieri del Parco Nazionale del Circeo è ben noto ed è stato evidenziato anche nei lavori scientifici più recenti, confermando in pieno l'importanza internazionale riconosciuta ai sensi della Convenzione di Ramsar. In questi ultimi anni, durante l'inverno hanno svernato mediamente circa 16-18.000 uccelli acquatici. In un inverno sono stati censiti addirittura più di 23.000 uccelli, appartenenti a circa 50 specie.

La presenza di numerose persone in alcune aree delicate del parco è deleteria per la fauna, soprattutto in alcuni periodi specifici dell'anno. L'applicazione di semplici norme di fruizione e comportamento porterebbero sicuro giovamento alla fauna selvatica.

Per tutelare l'avifauna, soprattutto quella svernante, oltre agli interventi di gestione degli habitat, è necessario diminuire il disturbo sulle sponde dei laghi costieri attraverso una adeguata gestione ed eventuale limitazione dei flussi di turisti, visitatori, sportivi, ciclisti, semplici cittadini a passeggio con il cane, pescatori e, a volte, anche di appassionati di *birdwatching*. E' dunque necessario creare

percorsi ciclabili e pedonali alternativi apprezzabili dal pubblico generico e creare percorsi schermati specifici per *birdwatchers*, con capanni e altane.

Anche l'eliminazione della vegetazione spontanea nelle aree perilacustri per favorire il pascolo e il taglio di quella spondale effettuata lungo i canali, se effettuati nei periodi sbagliati e con modalità non compatibili possono risultare molto dannosi.

Nella proposta di Piano di gestione del Parco del Circeo (Aquater, 1988) venne ipotizzato un intervento per aumentare le possibilità di nidificazione di diverse specie di uccelli acquatici: la realizzazione di isolotti per nidificazione interni ai laghi. Elementi di questo tipo potrebbero risultare molto importanti in quanto permetterebbero agli uccelli che nidificano a terra di farlo senza il disturbo dei fruitori del Parco, degli animali domestici e dei predatori terrestri (alcuni dei quali di origine esotica), che possono causare la perdita delle covate.

Per le ragioni sopra esposte, non è ritenuta compatibile qualunque forma di navigazione sulle acque dei laghi di Fogliano, Monaci e Caprolace, ad esclusione della navigazione finalizzata alle ricerche scientifiche e alle attività di pesca controllata. Per alcune porzioni lacustri deve essere previsto un divieto assoluto di navigazione, soprattutto nel periodo invernale.

3.3.2.6.5 Indirizzi per il prelievo ittico e la ricerca scientifica sulle popolazioni ittiche

La pesca per scopo commerciale nei laghi costieri demaniali (Fogliano, Monaci e Caprolace) è attualmente sospesa a favore di attività di ricerca scientifica (studio delle dinamiche delle comunità ittiche, della biologia riproduttiva delle specie di maggiore importanza ecologica, ecc.) e conservazionistiche, con benefici di natura demografica per le popolazioni selvatiche di Anguilla (*Anguilla anguilla*), Spigola (*Dicentrarchus labrax*), Orata (*Sparus auratus*), Sogliola (*Solea vulgaris*) e Mugilidi (*Mugil cephalus*, *Chelon labrosus*, *Liza* sp.pl.). Tali benefici avranno indubbe ricadute positive per la pesca artigianale condotta in mare.

È attualmente in fase di valutazione l'opportunità di ripristinare l'incubatoio ittico del Parco al fine di una riproduzione in ambiente controllato di Orata e Mugilidi per ripopolare il Lago dei Monaci, che essendo privo di una foce attiva a mare non c'è possibilità di rimonta naturale.

E' inoltre in fase di valutazione la possibilità di commercializzare in futuro parte dei pesci riprodotti artificialmente, in filiere corte, in particolare per la ristorazione locale.

3.3.2.6.6 Indirizzi per la conservazione degli anfibi nelle aree agricole

Per tutelare le popolazioni di anfibi presenti negli agroecosistemi, come quelli che caratterizzano la piana pontina (laddove l'agricoltura non sia eccessivamente industrializzata), è necessario (Scoccianti, 2001):

- contrastare il processo generale di impoverimento delle caratteristiche ecologiche;

- minimizzare i rischi connessi alle moderne pratiche colturali di tipo intensivo;
- tendere ad un progressivo ritorno ai metodi più tradizionali e compatibili con la conservazione delle caratteristiche tipiche del territorio e delle biocenosi ad esso storicamente legate;
- ripristinare mediante appositi interventi le condizioni ecologiche più adatte agli anfibi.

Le aree coltivate occupano oggi gran parte del territorio potenzialmente adatto agli anfibi. La qualità delle attività agricole è quindi fondamentale per la conservazione di questi animali. Per tali motivi in ambito agricolo devono essere attentamente pianificate e realizzate le seguenti azioni di gestione, beneficiando di quanto detto nei capitoli precedenti:

- tutela delle aree riproduttive degli anfibi (corpi idrici e relative fasce spondali);
- tutela delle aree terrestri di rifugio estivo e invernale (nuclei boscati e arbustivi limitrofi alle zone umide, scarpate, siepi, muri a secco, cumuli di pietre, ecc.);
- tutela dei corridoi ecologici esistenti (fossetti, scoline, siepi, ecc.);
- ricostruzione degli elementi strutturali mancanti per ricreare una rete di microhabitat nel territorio;
- programmazione delle attività agricole potenzialmente impattanti direttamente o indirettamente (sfalci, mietiture, arature, concimazioni, trattamenti chimici, captazioni per irrigazione, ecc.) in particolare nelle vicinanze degli habitat riproduttivi e nelle aree e periodi di migrazione.

Gli anfibi necessitano, per il loro ciclo vitale, della presenza e del buono stato di conservazione sia degli ambienti terrestri che di quello acquatici. Gli interventi di tutela, ripristino, ricostruzione e gestione degli habitat degli anfibi risultano di estrema utilità anche per la conservazione di numerose altre specie animali e vegetali.

Approfondimento 9: La Testuggine palustre (*Emys orbicularis*)

(fonte: Progetto R.A.I.S.S. Removal of Alien and Invasive Species - Laguna project snc, Venezia)

La testuggine palustre europea ha un areale di distribuzione naturale piuttosto vasto, che va dalle coste del Mediterraneo, sino ai paesi baltici e alla Russia. Indagini genetiche hanno confermato la presenza in Italia di due principali sottospecie: *E. orbicularis galloitalica* (versante ligure, tirrenico e Sardegna) ed *E. orbicularis hellenica* (versante adriatico). In Europa la specie si trova generalmente al di sotto dei 500 m di quota ed in Italia la distribuzione è essenzialmente in accordo con questi dati, anche se in Veneto ed in Friuli la specie è segnalata quasi esclusivamente entro i 50 m di altitudine e ritrovamenti a quote superiori ai 500 m sono stati segnalati solo negli Appennini (680 m), in Calabria ed in Sicilia (oltre 1400 m). La specie è legata ad ambienti lenticì d'acqua dolce o leggermente salmastri, con preferenza per corpi idrici con sponde parzialmente scoperte ed abbondante vegetazione palustre. Le popolazioni più abbondanti sono presenti nelle aree umide intorno alle aree lagunari e deltizie, nei reticoli idrografici delle aree di bonifica, in bacini di laminazione e nei tratti terminali dei corpi idrici.

Lo stato di conservazione di *E. orbicularis* è molto diversificato nell'ambito del suo areale di distribuzione. Nell'ultima revisione della Lista Rossa IUCN della fauna vertebrata italiana (Rondinini *et al.*, 2013), la specie è classificata come “minacciata” (*Endangered* - EN) a livello italiano, mentre a livello globale è considerata a “minor preoccupazione” (*Least Concern* - LC). E'

inoltre inclusa nell'Allegato II e nell'Allegato IV della Direttiva Habitat (Dir. 92/43/CEE) e nell'Allegato II della Convenzione di Berna.

L'inclusione nelle liste di priorità è una diretta conseguenza del declino e la costante minaccia cui la specie è soggetta in Europa centrale ed orientale. In Italia le popolazioni di *E. orbicularis* hanno incontrato un evidente declino nel secolo scorso, principalmente a causa dell'alterazione dei corpi idrici e delle aree umide circostanti. In molti casi le popolazioni residue sono costituite da individui adulti che vivono in habitat sub-ottimali, isolate dalle altre popolazioni e quindi maggiormente soggette al rischio di estinzione locale.

3.3.3 Interventi per il miglioramento della qualità delle acque superficiali e sotterranee

3.3.3.1 Riduzione della salinità dei laghi costieri

3.3.3.1.1 Introduzione

Nell'ambito del Parco Nazionale del Circeo particolare rilevanza la possiedono i laghi costieri. La genesi dei laghi costieri è piuttosto recente (Quaternario), per effetto dello sbarramento esercitato dal cordone dunale costiero nei confronti del deflusso delle acque interne verso il mare. La dimensione, il perimetro e la profondità dei laghi costieri sono sicuramente cambiati più volte nel tempo, sulla base dei maggiori o minori apporti idrici, del trasporto solido e dei processi di sedimentazione e colmamento, oltre che delle dinamiche della linea di costa legate alle condizioni marine.

Il promontorio del Circeo ha favorito la formazione e la conservazione dei cordoni dunali smorzando e deviando l'intensità delle correnti marine costiere.

Le operazioni di bonifica della Pianura Pontina hanno ovviamente interessato anche i laghi costieri, in particolare i laghi di Fogliano, dei Monaci e di Caprolace, che furono dragati, artificializzati lungo le sponde e rettificati nel perimetro. Inoltre, i corsi d'acqua che precedentemente vi si immettevano furono collegati al reticolo artificiale di canali e fossi realizzato per drenare le acque interne, determinando un graduale aumento della concentrazione salina delle acque lacustri.

Il lago di Fogliano (il più settentrionale) si estende per 4 kmq (404 ettari) e ha una profondità massima di 2 m e media di circa 0,9 m. Il vicino lago dei Monaci (il più piccolo), trapezoidale, ha profondità media di 80 cm e massima di 1 m ed è esteso per circa 0,95 kmq (95 ettari). Il lago di Caprolace, di forma grossomodo rettangolare, ha un'estensione prossima ai 2,3 kmq (226 ettari) e raggiunge una profondità massima di 3 m, mentre in media è profondo poco più di 1 m.

I 3 laghi suddetti sono, attualmente, interessati solo da scambi idrici con il mare, sia attraverso un sistema di canali governati da chiuse, sia attraverso il deflusso delle acque di falda, sia attraverso interventi diretti dell'uomo (sollevamenti e pompaggi). Gli interventi di arginatura e modificazione degli scambi idrici ne hanno profondamente alterato il chimismo e le caratteristiche idrodinamiche, di conseguenza le acque dei laghi sono diventate salmastre, con una concentrazione salina molto vicina a quella delle acque marine o, in alcuni periodi, addirittura superiore. Questo ha determinato

una modificazione dell'ecosistema non solo lacustre ma anche di molte delle aree palustri circostanti.

Le sponde dei laghi di Fogliano e Monaci sono lungamente artificiali, tranne i tratti retrodunali, e sono di pietre e cemento (Fogliano) o di terra (Monaci), con una pendenza verso il lago più o meno accentuata; a Caprolace sono presenti sponde rigide solo nella zona della foce, per cui lungo il resto del perimetro è stata consentita la ricolonizzazione da parte della vegetazione.

Il lago di Paola o di Sabaudia (il più meridionale), a differenza degli altri tre, conserva ancora il suo perimetro naturale, articolato e caratterizzato, sulla sponda interna, da cinque profonde insenature (i cosiddetti “bracci”). Ha un'estensione poco inferiore ai 4 kmq (394 ettari) e raggiunge in qualche punto i 10 m di profondità, anche se la profondità media è di circa 4 m. La presenza di un, seppur minimo, afflusso di acque dolci attraverso i fossi che sfociano nei bracci consente a questo lago di mantenere una concentrazione salina moderata.

Mentre per buona parte dell'arco costiero il fenomeno della salinizzazione sembra arrestarsi per lo più in corrispondenza dei laghi costieri, per l'area compresa tra il lago dei Monaci e quello di Fogliano la risalita di acqua salata si spinge molto più verso l'interno. Uno studio recente ha individuato un'area di diminuzione della resistività in corrispondenza del Lago di Caprolace che indica un probabile innalzamento della zona di transizione falda salata-falda dolce. Anche in questo caso, appare evidente la necessità di un monitoraggio continuo dei dati, così come per quanto attiene l'evoluzione dei litorali.

3.3.3.1.2 Indirizzi ed azioni per la gestione idraulica e gli interventi di risanamento ambientale

La situazione delle acque dei laghi di Fogliano, Monaci e Caprolace era già stata oggetto di approfondite analisi e verifiche, con indicazione di interventi progettuali (attivazione di nuove pompe idrovore, canali di adduzione o scarico dai laghi ai canali, scavo di canali circumlacuali, ecc...) nell'ambito del Piano di Gestione del PNC elaborato per conto della Gestione ex-ASFD nel 1988.

Nell'ambito del Progetto Life Rewetland sono state sviluppate nuove analisi indirizzate alla definizione dei modelli di circolazione idrica dei laghi di Fogliano e Monaci, al fine di comprendere quale effetto potrebbero avere gli interventi gestionali che prevedano la reimmissione nei laghi di acque dolci al fine di tentare di abbassarne la salinità.

L'obiettivo di lungo termine rimane il miglioramento della qualità delle acque dei laghi, anche se l'approccio, visto anche quanto sopra rappresentato, è oggi quello di favorire le dinamiche naturali piuttosto che una gestione attiva che oltre ad essere meno vicina alle dinamiche ecosistemiche originarie risulta anche notevolmente onerosa da condurre per tutti i soggetti in gioco.

Il disinquinamento delle acque dei corpi idrici, l'aumento della loro portata mediante la regolamentazione dei prelievi irrigui e il ripristino del collegamento dei corsi d'acqua con i laghi costieri sono interventi che avrebbero notevoli vantaggi sulla biodiversità e sul sistema agricolo: maggiore ricambio idrico delle acque lacustri, maggiori “montate” di stadi giovanili di varie specie ittiche eurialine a riproduzione marina, aumento del numero di specie ittiche di acqua dolce, possibile aumento delle presenze di vari taxa animali (in particolare uccelli).

Approfondimento 9: La gestione delle aree contigue delle aree protette

Per assicurare la conservazione dei valori delle altre aree protette, la Regione Lazio è deputata alla definizione delle cosiddette “aree contigue”, ai sensi dell'art. 32 della L. 394/91.

In tali aree si devono definire le specifiche politiche finalizzate alla gestione dell'ambiente e delle risorse naturali, atte in primo luogo ad incentivare le pratiche tese a ridurre il consumo dell'acqua in agricoltura, a limitare l'uso di pesticidi e a promuovere la riforestazione lungo il reticolo dei corsi d'acqua con funzione di miglioramento delle connessioni ecologiche e di fitodepurazione.

Lo sviluppo di queste politiche potrà consentire di migliorare la situazione generale della piana pontina, ma sarà anche condizione necessaria per promuovere concretamente una strategia di aumento dell'apporto di acqua dolce per i laghi di Fogliano, Monaci e Caprolace. I Diversivi Cicerchia e Nocchia circondano i suddetti laghi e raccolgono i flussi provenienti dal reticolo idrografico interno non consentendone l'immissione nei laghi. Anche da Rio Martino, a causa dell'inquinamento, è attualmente impedita l'alimentazione dei laghi di Fogliano e dei Monaci originariamente prevista nell'assetto della bonifica integrale. Fermo restando che il miglioramento della qualità delle acque di Rio Martino è necessario, non essendo questo prevedibile in tempi brevi, è ipotizzabile in tempi meno lunghi l'apporto di acqua dolce attraverso interventi progressivi di ripristino delle relazioni tra i laghi e i due Diversivi suddetti.

Caso studio 4: Analisi idrologica del sistema dei laghi Fogliano-Monaci

Lo studio di *Analisi del bilancio idrologico del sistema lago di Fogliano – lago dei Monaci e strategie di riduzione dei fenomeni di eutrofizzazione e salinizzazione* è stato svolto su incarico dell'Ente Parco Nazionale del Circeo (nel seguito anche PNC) dal Raggruppamento Temporaneo di Imprese tra Hydrodata S.p.A. e DHI Italia, nell'ambito del progetto europeo LIFE “Rewetland”, nel periodo novembre 2010 - febbraio 2012.

Di seguito si fornisce una sintesi non tecnica dei principali risultati ottenuti nelle diverse fasi dello studio, il quale ha portato ad un approfondimento di dettaglio della conoscenza delle dinamiche idrologiche ed ecologiche dell'area in esame relativamente alla condizione attuale, e all'allestimento di strumenti modellistici in grado di rappresentare tali dinamiche e consentire la simulazione degli effetti di possibili interventi.

Lo studio, per quanto riguarda la caratterizzazione e rappresentazione modellistica dello stato attuale (primo obiettivo), è stato articolato in 4 fasi, che non rappresentano una rigida successione cronologica bensì una suddivisione delle attività in tematiche profondamente integrate tra loro, in quanto lo sviluppo di ognuna incide su quello delle altre. In particolare le fasi, descritte nei capitoli seguenti, sono strutturate come segue: 1) Quadro conoscitivo; 2) Indagini in campo; 3) Analisi del bilancio idrologico; 4) Analisi dell'assetto ecologico. La quinta fase (Quadro propositivo) fornisce una sintesi organica dei risultati ottenuti e ipotizza possibili scenari di intervento, simulandone gli effetti attesi grazie ai modelli realizzati.

La prima fase, propedeutica alle successive ma soggetta ad integrazioni e modifiche in funzione di quanto progressivamente emerso nello sviluppo dello studio, ha riguardato la raccolta e sistematizzazione della grande mole di dati e informazioni disponibile dai numerosi studi pregressi

condotti nell'area dei laghi costieri, con redazione di un quadro di sintesi documentale che costituisse una base di partenza per il nuovo studio, mettendo a frutto le attività già svolte da altri Autori. Sulla base del quadro documentale sono state anche redatte delle cartografie tematiche riassuntive di alcuni aspetti di interesse e si è proceduto ad un inquadramento dello stato ambientale e del sistema delle aree protette. Tale documento contiene l'individuazione e descrizione dei parametri chimico-fisici che maggiormente condizionano e caratterizzano il ciclo biologico di un lago e i processi di eutrofizzazione (temperatura, ossigeno, salinità, nutrienti), unitamente ad un'analisi della loro distribuzione e entità nei corpi idrici in esame. In funzione dei dati disponibili è stata anche prodotta una caratterizzazione dei vari livelli trofici relativi all'area in studio.

Contestualmente all'indagine documentale si è proceduto con numerose attività di monitoraggio in sito, per la raccolta diretta delle informazioni necessarie per le rappresentazioni modellistiche. È stato innanzitutto effettuato un rilievo topografico-batimetrico di entrambi i laghi, per definirne con accuratezza la geometria del fondale ed i volumi idrici. Sono state installate 3 stazioni di monitoraggio e registrazione in continuo dei livelli idrici (nei due laghi e presso la Foce Nuova di Fogliano, lato mare) e una stazione meteorologica per la misura e registrazione della pioggia e della temperatura, così da disporre di un dettaglio locale dei principali fattori di bilancio idrologico. È stata inoltre definita una rete di monitoraggio di 15 punti su corpi idrici superficiali e 16 su acque sotterranee, ciascuno dotato di caposaldo topografico, per il rilievo su base mensile (nel periodo febbraio-ottobre 2011) dei livelli idrici e di alcuni parametri fisico-chimici di interesse. A integrazione di questo monitoraggio di base sono state effettuate tre campagne di maggiore dettaglio, comprendenti una mappatura sui due laghi dei principali parametri indicatori di qualità dei corpi idrici, oltre all'analisi chimica in laboratorio di alcuni campioni di acqua sia dei laghi che dei corsi d'acqua di maggiore rilevanza (rio Martino, canale Cicerchia, canale Nocchia), e ad una caratterizzazione del sedimento di fondo dei laghi. Sono state infine eseguite alcune misure dell'entità dei flussi d'acqua presso la foce di Fogliano, per quantificare gli interscambi lago-mare. Tutte le attività di monitoraggio descritte hanno avuto come principale obiettivo la definizione delle condizioni al contorno e dei dati di input per i modelli numerici, o la raccolta di dati necessari per la calibrazione degli stessi.

L'analisi dei dati misurati, sia ottenuti attraverso la disponibilità di studi pregressi, sia attraverso campagne di monitoraggio specifiche, permette una definizione accurata dello stato attuale del sistema dei laghi di Fogliano e di Monaci, evidenziandone le problematiche. Queste ultime sono nel caso in esame riferibili all'eccessiva salinità dei laghi nei mesi estivi e alla loro tendenza all'eutrofizzazione, fenomeno correlato all'eccessiva quantità di sostanze nutrienti (prevalentemente azoto e fosforo) provenienti da fonti naturali o antropiche, che determinano un notevole accrescimento della biomassa nei laghi e la conseguente diminuzione dell'ossigeno disponibile, con effetti sull'aumento delle alghe tipo mucillagini, ed una generale riduzione della biodiversità.

Le tipologie di dati misurati che permettono la caratterizzazione dello stato dell'ecosistema non fanno soltanto riferimento alle variabili più direttamente collegate alla qualità delle acque, come ad esempio le concentrazioni dei nutrienti nelle acque superficiali e della falda sotterranea, o le numerose altre variabili comunemente utilizzate per la caratterizzazione dello stato ambientale delle acque. I dati considerati comprendono infatti anche le componenti meteorologiche (vento, temperatura dell'aria, umidità, piogge, evaporazione), nonché le variabili "quantitative" che caratterizzano le acque superficiali (portate e livelli dei corsi d'acqua, livelli dei laghi, temperatura, salinità) e sotterranee (livelli della falda e flussi tra la falda, i laghi ed il mare).

Attraverso l'utilizzo di modelli numerici è possibile, a partire dalla disponibilità dei dati di cui sopra, estendere l'analisi sia nello spazio (le misure in sito fanno tipicamente riferimento ad alcuni punti specifici di campionamento, non all'intera area in studio) sia nel tempo, con possibilità di prevedere il comportamento del sistema mare-laghi-falda in relazione a differenti ipotesi di intervento sui laghi stessi (ivi compresa "l'opzione zero", ovvero assenza di interventi).

La possibilità di definire efficacemente ed accuratamente le *condizioni al contorno* e le *forzanti* dei modelli (ovvero tutti i fattori "esterni" che incidono sull'evoluzione del sistema), grazie alle attività

di monitoraggio effettuate e alla maggiore disponibilità di dati presso le fonti esterne, ha condizionato la scelta del periodo di riferimento per le simulazioni condotte, ovvero l'anno compreso tra il 1 ottobre 2010 e il 30 settembre 2011. I dati raccolti hanno permesso di calibrare i modelli in modo da riprodurre le condizioni osservate in questo periodo; con riferimento allo stesso è stato poi possibile introdurre delle variazioni (proposte di intervento) e valutare gli effetti prodotti sull'ecosistema. Più in dettaglio, lo studio ha comportato l'applicazione di modelli numerici in due distinte fasi del lavoro (3 e 4).

Per quanto attiene la determinazione del bilancio quantitativo del ciclo dell'acqua (bilancio idrologico) per il sistema mare-laghi-falda-corsi d'acqua, sono state condotte le seguenti applicazioni:

1. Modello numerico finalizzato a simulare gli scambi idrici tra la falda e il reticolo superficiale,
2. Modello specifico per la simulazione dell'andamento dei livelli idrici nella falda (con riferimento anche alle oscillazioni stagionali connesse ai pompaggi per fini irrigui) e delle quantità di acqua che migrano dalla falda ai laghi e viceversa,
3. Modello tridimensionale di dettaglio dei laghi di Fogliano e di Monaci, che sulla base degli apporti dalla falda calcolati precedentemente, degli scambi con il mare, nonché delle forzanti atmosferiche (vento, temperatura dell'aria, umidità, nuvolosità, precipitazioni-evaporazione) è in grado di restituire il livello dei laghi e l'andamento delle circolazioni di corrente al loro interno. Attraverso l'introduzione delle variabili atmosferiche sopra elencate, il modello può simulare gli scambi di calore tra i laghi e l'atmosfera, riproducendo pertanto il fenomeno dell'evaporazione e l'andamento della temperatura dei laghi. In funzione della pioggia, degli apporti idrici di acqua dolce (dai canali e dalla falda) e degli apporti di acqua salata con il mare, il modello è inoltre in grado di ricostruire l'andamento della salinità in ogni punto dei laghi nel corso dell'anno preso a riferimento.

Nella quarta fase dello studio, per descrivere l'**assetto ecologico dei laghi** è stato impiegato un modello tridimensionale, integrativo di quello utilizzato per la simulazione di livelli, correnti, salinità e temperatura, in grado di descrivere i processi fisici, chimici e biologici, tra i quali il ciclo dei nutrienti, la crescita di zooplancton e fitoplancton, la crescita algale ed il bilancio dell'ossigeno disponibile nei laghi. Per ciascuna variabile ecologica simulata si è indagata la presenza di un andamento stagionale e la sua possibile correlazione con fattori esterni (forzanti climatiche/ambientali) o con alcune delle altre variabili in gioco. I risultati ottenuti sono inoltre stati posti a confronto con dati derivanti da studi pregressi, per individuare eventuali trend evolutivi del sistema.

Tutti i parametri simulati (fisici, chimici, ecologici) sono restituiti ad un passo temporale di un'ora per l'intero anno di riferimento, su ciascuna cella del modello. Per ottenere un quadro sintetico di riferimento sono state individuate quattro porzioni di ciascun lago ("macroaree") caratterizzate da un comportamento omogeneo, restituendo per ogni istante temporale un valore medio per macroarea delle grandezze di interesse. Ricostruito quindi l'andamento attuale nei laghi di Fogliano e di Monaci dei principali parametri fisici (livelli, temperatura, salinità) ed ecologici presi a riferimento, è stato possibile utilizzare i modelli numerici per la simulazione di alcuni possibili scenari di intervento.

L'analisi della struttura del sistema ecologico complessivo lago di Fogliano - lago di Monaci è stata realizzata sulla base dei dati pregressi, delle indagini in sito e dei risultati dell'applicazione dei modelli. Lo studio ha portato ad ottenere un quadro conoscitivo complessivo dei laghi in termini di biodiversità, di livelli trofici e di flussi di energia e di materia, con specifica attenzione anche alle relazioni tra i livelli trofici superiori (fino alla fauna ittica e all'avifauna), utilizzato come scenario di partenza nell'analisi delle possibili ripercussioni sulle varie componenti dell'ecosistema in relazione ai vari scenari di intervento ipotizzati.

Per realizzare il quadro conoscitivo dello stato ambientale attuale del sistema, i dati bibliografici sono stati integrati e confrontati con i risultati dell'applicazione del modello, che ha prodotto una simulazione accurata, sul periodo di riferimento di un anno (ottobre 2010 - settembre 2011), della

variazione spazio-temporale di temperatura, di salinità, della concentrazione dell'ossigeno disciolto e dei nutrienti (azoto e fosforo), nonché degli effetti indotti da questi parametri sulla crescita di componenti biologiche, quali fitoplancton, zooplancton e macrofite. Il fenomeno dell'eutrofizzazione è infatti correlato con un anomalo sviluppo della vegetazione e del fitoplancton, dovuto ad eccessivi apporti di nutrienti. Il loro aumento numerico presso la superficie dello specchio d'acqua comporta una limitazione degli scambi gassosi (e quindi anche del passaggio in soluzione dell'ossigeno atmosferico nell'acqua) e dell'ingresso della luce solare (fonte di energia e motore della fotosintesi). Inoltre, quando le alghe muoiono vi è una conseguente forte diminuzione di ossigeno a causa della loro decomposizione, ed i processi di putrefazione e fermentazione associati liberano quantità elevate di ammoniaca, metano e acido solfidrico, rendendo l'ambiente inospitale anche per altre forme di vita bentoniche (pesci di fondo, molluschi, crostacei, ecc.), con ricadute anche sui livelli superiori della catena alimentare.

Lo studio si è inoltre concentrato sulla caratterizzazione dei diversi livelli trofici che caratterizzano il sistema dei due laghi, allo scopo di stimare le possibili ripercussioni su tutte le componenti biotiche che caratterizzano l'ecosistema.

Considerando, infine, un livello superiore di indagine, ovvero quello ecosistemico, lo studio ha indagato le due funzioni principali di un ecosistema: il Metabolismo Netto dell'Ecosistema (NEM) e il metabolismo dell'azoto [nfix-denit]. Il NEM rappresenta la differenza (p-r) tra i processi di PRODUZIONE (produzione di materia organica e di ossigeno) e quelli di RESPIRAZIONE (consumo di materia organica e di ossigeno): se prevalgono i processi di produzione il sistema è definibile come "autotrofico" mentre se prevalgono i processi di respirazione è definito "eterotrofico". La funzione dell'ecosistema legata al metabolismo dell'azoto [nfix-denit] indica invece l'insieme di quei processi (soprattutto microbici) che portano alla maggior o minor presenza di azoto inorganico disciolto nella colonna d'acqua. I risultati di questi calcoli hanno evidenziato che entrambi i laghi possono essere classificati come ecosistemi "in balance", con un metabolismo estremamente basso. Il lago di Monaci mostra un metabolismo superiore rispetto a Fogliano, evidenziando una maggiore tendenza all'eterotrofia e quindi una produzione di fosforo maggiore; in altre parole Monaci consuma, ovvero respira, di più di Fogliano. Entrambi i laghi, inoltre, mostrano tassi di respirazione bentonica (cioè a livello del fondo) ridotti e una leggera prevalenza dei processi di dissimilazione dei composti dell'azoto.

Il bilancio idrologico dei laghi è costituito dalla somma algebrica di tutti i flussi idrici in ingresso e uscita dal sistema, con riferimento particolare alle seguenti variabili principali, caratterizzate da una mutua influenza: afflusso meteorico, flusso di evaporazione, flussi di interscambio con la falda, scambi con corpi idrici superficiali (lago-mare).

Per quanto riguarda il lago di Fogliano, il cui comportamento nell'anno di riferimento è da ritenersi "naturale" in quanto non direttamente influenzato da azioni antropiche, il bilancio idrologico risulta in sostanziale pareggio: il sistema infatti si "regola" automaticamente in ragione del collegamento diretto con il mare, attraverso il quale si bilanciano le differenze (in positivo o negativo) delle altre componenti. Per quanto riguarda Monaci invece il bilancio risente pesantemente delle regolazioni effettuate (pur esplicitandosi in apporti netti relativamente modesti, i volumi che circolano nel lago per effetto degli scambi con la falda e con il mare sono molto rilevanti, circa 5 volte quelli meteorici), ed è sbilanciato verso i volumi in ingresso in quanto a fine settembre 2011, in ragione delle scarse precipitazioni, i livelli sono stati ancora mantenuti artificialmente elevati mediante il pompaggio dall'idrovora che immette nel lago acqua di provenienza marina.

Gli interscambi laghi-falda risultano significativi, e in linea generale sempre in direzione dell'alimentazione dei laghi. I valori di flusso risentono significativamente dell'abbassamento di falda riscontrato ai confini dell'area di studio correlato con l'avvio degli attingimenti da pozzo a finalità irrigua nella stagione tardo primaverile-estiva. Nel lago di Monaci il mantenimento artificiale di livelli significativamente maggiori di quelli di Fogliano (e di quelli della falda circostante) porta nel periodo estivo ad un'inversione del segno degli scambi con il corpo idrico sotterraneo, con una dispersione in falda delle acque del lago. Questo risultato derivato dal modello

è congruente con le osservazioni effettuate in sito, dalle quali si era desunta un'immissione delle acque molto salate del lago entro il tratto terminale del canale Nocchia (la medesima osservazione si riscontra anche in studi pregressi).

Su scala mensile il bilancio risulta positivo indicativamente da settembre a maggio, mentre nei mesi estivi si verifica un deficit, a causa principalmente dell'evaporazione più intensa e delle minori precipitazioni. In questi mesi prevarranno pertanto i flussi di acqua marina in ingresso entro il lago di Fogliano. Per quanto riguarda Monaci, nonostante i volumi di deficit siano globalmente minori, l'incidenza sul minore volume idrico è molto più rilevante (oltre il doppio in termini specifici), principalmente a causa della dispersione in falda provocata dal mantenimento dei livelli elevati. Risulta quindi necessario compensare con pompaggio di acqua marina queste perdite rilevanti, per evitare un eccessivo stress dell'ecosistema (anche in termini di temperatura e ossigenazione delle acque), provocando tuttavia un marcato incremento della salinità rispetto alle condizioni salmastre osservate nel corso degli altri mesi. Il mantenimento nei mesi estivi di un livello meno elevato nel lago (ma pur sempre compatibile con lo scarico a mare in condizioni di bassa marea) produrrebbe probabilmente una riduzione delle dispersioni, e di conseguenza la necessità di minori durate di funzionamento del pompaggio (comunque necessario), con risparmio energetico e minore apporto di acqua salata.

Ricostruito, con l'ausilio degli strumenti modellistici descritti nel capitolo precedente, l'andamento attuale nei laghi di Fogliano e di Monaci dei principali parametri fisici (livelli, temperatura, salinità) ed ecologici presi a riferimento (ossigeno disciolto, azoto e fosforo inorganici, fosforo totale, fitoplancton, zooplancton, vegetazione bentica), si è proceduto alla simulazione di alcuni possibili scenari di intervento.

Lago di Fogliano. Il *primo scenario* di intervento considerato prevede l'introduzione nel lago di Fogliano di una portata di acqua dolce limitata (15 l/s), assunta costante per tutto l'anno e derivante dalla fitodepurazione di un'area nei pressi di Villa Fogliano. Il *secondo scenario* di intervento considerato prevede l'introduzione nel lago di Fogliano di una portata più rilevante (50 l/s) assunta anche in questo caso costante per tutto l'anno e derivante dalla fitodepurazione di un'area posta più a Ovest, identificabile come "canneti e prati umidi Cicerchia". Il *terzo scenario* simulato prevede l'attivazione del collegamento tra i laghi di Fogliano e di Monaci attraverso una condotta esistente che sottopassa in sifone il Rio Martino. Lo scenario non prevede alcun'altra variazione rispetto allo stato attuale, mantenendo il pompaggio mediante l'idrovora nel lago di Monaci per creare una circolazione interna; si considera però di mantenere sempre completamente chiuse le paratoie di foce, per cui l'uscita di portata dal lago avviene solo attraverso la tubazione verso Fogliano. Grazie al collegamento diretto di quest'ultimo con il mare, si prevede in questo modo di ottenere un migliore equilibrio dei livelli idrici, una maggiore circolazione nell'area più orientale di Fogliano, interessata allo stato attuale da basse velocità, e una minore concentrazione di carico trofico in Monaci. Nel *quarto scenario* considerato si è assunta un'immissione di portata, non derivante da fitodepurazione, attraverso l'impiego delle due idrovore esistenti, ma non utilizzate, ubicate all'estremità nord-occidentale del lago di Fogliano. L'immissione di portata è stata considerata pari a 200 l/s per ciascuno dei due punti di immissione (ai due vertici del lago), limitata temporalmente al periodo estivo (1 giugno – 30 settembre), in analogia con quanto effettuato nel lago di Monaci. L'obiettivo dell'analisi è la valutazione, a fronte di un probabile miglioramento delle caratteristiche chimico-fisiche, dell'effetto prodotto sul sistema trofico, ed in particolare se la presenza di un collegamento diretto con il mare sia sufficiente ad evitare l'insorgere di fenomeni di eutrofizzazione. La simulazione combinata idrodinamica-ecologica è stata pertanto estesa ad un periodo temporale maggiore (due anni), al fine di indagare eventuali effetti cumulativi (o irreversibili) dell'introduzione del carico di nutrienti su un orizzonte temporale esteso ad almeno due cicli stagionali consecutivi.

Lago dei Monaci. Il *primo scenario* di intervento prevede l'immissione nel lago dei Monaci di una portata proveniente da processo di fitodepurazione delle acque del canale Nocchia pari a 20 l/s, costanti durante l'anno. Il *secondo scenario* di intervento per il lago dei Monaci prevede un'analogia

immissione di portata proveniente da processo di fitodepurazione delle acque del canale Nocchia, di entità maggiore (pari a 50 l/s) ma limitata al solo periodo compreso tra aprile e ottobre. Il punto di immissione è il medesimo. Congruentemente con quanto già illustrato per il lago di Fogliano, il *terzo scenario* simulato prevede l'attivazione del collegamento tra i laghi di Fogliano e dei Monaci attraverso la condotta che sottopassa il Rio Martino. Nel *quarto scenario* considerato, a seguito dell'esame dei risultati di quelli precedenti, si è deciso di replicare il medesimo assetto dello scenario 2, ma con un incremento significativo della concentrazione di fosforo totale in ingresso. La simulazione combinata idrodinamica-ecologica è stata estesa ad un periodo di due anni al fine di valutare eventuali deviazioni dall'assetto attuale su un orizzonte temporale esteso ad almeno due cicli stagionali consecutivi.

Relativamente agli effetti che esercitano i vari scenari sul metabolismo degli ecosistemi lacustri indagati, lo scenario 3 è quello che determina i minori cambiamenti nelle funzioni ecosistemiche di entrambi i laghi, che possono essere pertanto considerati trascurabili, ad eccezione di un leggero aumento dei processi dissimilativi a discapito di quelli riduttivi nel metabolismo dell'azoto del lago di Fogliano. Lo scenario 4 è risultato invece essere il più impattante, poiché aumenta l'eterotrofia di entrambi i sistemi lacustri, in particolar modo di quello di Fogliano, invertendo la tendenza originaria. In tale scenario, quindi, la respirazione di sostanza organica prevale sulla produzione in entrambi i laghi, con conseguente rilascio netto di fosforo. Gli effetti sul metabolismo globale paiono diminuire di entità nel 2° anno di simulazione, dove si evidenzia come il sistema cerchi di ritornare verso le condizioni originarie, aumentando la produzione e consumando il fosforo accumulato in entrambi i laghi. In tutti e 4 gli scenari comunque entrambi gli ecosistemi conservano la loro condizione di "balance" che li caratterizza nello stato attuale e il loro metabolismo netto continua ad essere classificabile come basso.

Relativamente ai livelli trofici superiori, il fattore ecologico che maggiormente condiziona il popolamento ittico delle acque di transizione, contigue con il mare, è rappresentato dalla variabilità della concentrazione salina. Questi ambienti, infatti, sono naturalmente soggetti ad ampie oscillazioni di salinità, in relazione a eventi come l'apporto di acque dolci, il flusso delle maree, l'evaporazione, le precipitazioni. Gran parte dei pesci risultano di norma capaci di sopportare variazioni di salinità alquanto limitate (specie stenoaline), ma le specie che normalmente occupano gli ambienti di transizione sono in grado di sopportare un tenore di sali disciolti ampiamente fluttuante e per questo sono definite eurialine e anfibiotiche, ovvero capaci di vivere in ambienti sia di acque dolci che marine. In sintesi, le acque del lago di Fogliano si mantengono entro range di salinità polialini tra novembre e maggio, diventando eurialine tra giugno ed ottobre; le acque del lago di Monaci si mantengono entro range di salinità polialini tra novembre e febbraio, scendendo a valori mesoalini tra marzo e maggio per poi crescere nuovamente e diventare eurialine tra luglio e ottobre. In linea generale, quindi, i valori minori di salinità, tendenti verso le acque dolci, si riscontrano tra febbraio e maggio. Queste variazioni di salinità non fanno tuttavia presupporre significative modificazioni nella composizione delle comunità ittiche dei due ecosistemi lacustri. Di fatto, il popolamento ittico è composto in gran parte da specie spiccatamente eurialine, e quindi in grado di sopportare ampie oscillazioni di salinità. Si può pertanto ragionevolmente asserire che gli scenari considerati non comportino variazioni significative nella composizione qualitativa dell'ittiofauna dei laghi, già caratterizzata da specie in grado di sopportare salinità fluttuanti; si rileva però la possibilità di un incremento quantitativo del popolamento ittico a seguito dell'incremento di zooplankton, che richiamerebbe una quantità di novellame maggiore, essendo la componente planctonica la base della dieta dei primi stadi di sviluppo delle specie ittiche.

Gli uccelli rappresentano una componente biotica in grado di adattarsi ad una grande varietà di habitat e condizioni ecologiche, grazie alla loro elevata plasticità fisiologica e comportamentale. Considerando le variazioni indotte a livello ecosistemico, non si ravvisa la possibilità di drastiche variazioni nella composizione del popolamento ornitico che caratterizza il sistema lago di Fogliano - lago di Monaci; si prevede comunque che una moderata riduzione della salinità e l'aumento del livello trofico, con aumento delle specie foraggio, possa tradursi in un incremento di biodiversità.

Simulazioni di scenario integrative. *Scenario 5:* rimodulazione della simulazione degli scenari nr. 1 e 2 del Lago di Fogliano prevedendo una loro unione al fine di verificare gli effetti congiunti di un ipotetico rilascio di 15 l/s di acqua fitodepurata nei pressi di Villa Fogliano e un'altrettanta quantità (invece che 50 l/s) in corrispondenza della sponda di Pantano Cicerchia; *Scenario 6:* simulazione del nuovo scenario suddetto in aggiunta allo scenario n.3 (apertura del collegamento tra i laghi di Fogliano e Monaci) al fine di verificare anche questa ipotesi di intervento. Lo scenario 5 risulta molto simile allo scenario 1, con minimi miglioramenti per quanto riguarda le concentrazioni di ossigeno disciolto e il valore medio di salinità. Anche dal punto di vista dell'incremento del carico trofico i due scenari si discostano poco, ad eccezione di un maggiore sviluppo registrato nella macroarea 1, la più lontana dal punto di immissione di nutrienti di Villa Fogliano, che con l'introduzione della seconda area di fitodepurazione tende a uniformarsi alle caratteristiche della macroarea 2. L'incremento di biomassa non è comunque tale da destare preoccupazione per quanto attiene la potenziale tendenza all'eutrofizzazione, essendo i valori ancora significativamente inferiori a quelli delle macroaree 3 e 4 e comunque a quelli degli altri scenari più "impattanti". In particolare, lo scenario 2 risulterebbe più efficace come miglioramento dei valori di ossigeno disciolto e contenimento dei picchi di salinità, ma comporterebbe un maggiore incremento di carico trofico. L'effetto complessivo dello scenario 6 sul lago di Fogliano appare quindi essere (rispetto allo scenario 5) una riduzione del carico trofico e delle concentrazioni di nutrienti, con l'eccezione della macroarea 2, in cui peraltro una maggiore produzione di biomassa era già stata individuata nello scenario 5 rispetto allo scenario 1. I vari parametri si mantengono in ogni caso su valori che appaiono compatibili con il raggiungimento di una buona qualità ambientale, e forniscono accettabili garanzie rispetto all'innescarsi di fenomeni di eutrofizzazione. L'entità delle concentrazioni attese non appare in ogni caso tale da pregiudicare la qualità ambientale del lago di Fogliano, per cui si ritiene in ogni caso efficace l'apertura del collegamento, che consente una migliore gestione di Monaci mitigando alcune criticità.

Si ribadisce, infine, l'importanza di una fase di sperimentazione pluriennale conseguente all'avvio di qualsiasi intervento, con indagini in sito periodiche per la verifica dell'effettiva risposta del sistema, le quali rendano possibile l'eventuale adozione di azioni correttive per ottimizzare l'efficacia dell'intervento stesso. La disponibilità di maggiori dati potrà anche essere utilizzata per un ulteriore affinamento della taratura degli strumenti modellistici.

Approfondimento 11: La salinizzazione degli acquiferi costieri

Nel testo intitolato "*Processi di salinizzazione degli acquiferi costieri della Pianura Pontina*" (Sappa e Coviello, 2011) sono raccolti, illustrati e confrontati i dati e i risultati di alcune ricerche effettuate nella seconda metà del secolo scorso e nei primi anni di quello attuale. Tali ricerche hanno riguardato, ovviamente, la distribuzione e lo stato di qualità chimico-fisica delle acque sotterranee della Pianura Pontina e, come già anticipato in altri lavori che hanno affrontato lo stesso argomento, hanno messo in evidenza come, nell'intervallo di tempo esaminato, le falde acquifere abbiano subito un sostenuto abbassamento di livello e come in molti degli acquiferi più prossimi alla costa la quantità di sali sia notevolmente aumentata.

Due processi ben noti a tutti in termini qualitativi, anche per semplici osservazioni empiriche, ma che diventano molto preoccupanti se analizzati in termini quantitativi.

La preoccupazione si accresce ancora di più, inoltre, se si approfondiscono le loro cause, in particolare quelle dell'incremento della salinizzazione delle acque, intendendo non solo l'incremento del cloruro di sodio (il principale sale marino) ma di tutti i composti chimici definiti come "sali".

Infatti, mentre per l'abbassamento del livello delle falde la causa è essenzialmente riconducibile all'incremento esponenziale e ingovernato del numero dei pozzi, sempre più profondi e sempre più efficienti grazie all'utilizzo delle pompe, per la salinizzazione sono diversi i fenomeni che entrano in gioco, spesso incrociandosi, velocizzando i processi e determinando effetti ancora più deleteri.

Dell'aumento della concentrazione dei sali, il responsabile non è solo la ben nota ingressione delle acque marine in risposta all'abbassamento del livello delle falde d'acqua dolce, seppure essa rappresenti la causa principale. Infatti, una percentuale, a volte non marginale, della concentrazione di sali può essere imputata, soprattutto nelle aree più lontane dalla linea di costa, alle pratiche agronomiche, in particolare il reiterato utilizzo di notevoli quantità di fertilizzanti e pesticidi, che nel tempo possono accumularsi in alcune porzioni degli acquiferi. Non mancano anche le cause naturali ad incrementare tale fenomeno, quali ad esempio le modifiche nei processi di dissoluzione di particolari rocce e substrati profondi. In realtà anche alcune di queste cause apparentemente naturali sono indotte dall'uomo, come conseguenza delle modificazioni nella circolazione dei fluidi sotterranei.

Questa causalità multipla è stata riconosciuta grazie all'analisi di situazioni evidentemente anomale, in cui la concentrazione dei sali non poteva essere ricondotta all'influenza delle acque marine. In tali casi solo attraverso l'integrazione di dati di idrologici, geologici, chimici, agronomici, ecc. si è riusciti a definire le vere cause della salinizzazione.

La lettura del testo sopraindicato mette in evidenza anche un altro fenomeno che meriterebbe un'attenzione ben superiore rispetto a quella finora rivolta nei suoi confronti: la salinizzazione degli acquiferi profondi in seguito all'approfondimento dei pozzi. Tenzialmente, infatti, i pozzi sono stati scavati nel tempo in modo da raggiungere profondità sempre maggiori, sia perché il livello delle falde si abbassava, sia perché le falde superficiali mostravano segni di salinizzazione o di altra contaminazione. Questo ha consentito però la discesa di acqua salata dagli acquiferi superficiali a quelli profondi, inizialmente separati da quelli superficiali grazie alla presenza di strati poco permeabili. Considerando la eccezionale quantità di pozzi presenti nella Pianura Pontina è evidente quanto gli acquiferi profondi siano oggi sempre più vulnerabili.

In tutto quanto suddetto si mette bene in luce come le radicali trasformazioni operate dall'uomo al territorio in esame, unite a tutti gli interventi puntuali realizzati, mettano a repentaglio diverse attività economiche e, in più in generale, la qualità della vita dell'uomo stesso.

Ma anche il resto delle specie animali e vegetali che vivono in questo territorio subisce gli effetti di queste trasformazioni, in alcuni casi soccombendo non essendo in grado di adattarsi al nuovo ambiente, in altri casi beneficiandone. Questo fenomeno è stato già da tempo osservato in 3 dei 4 laghi costieri del Parco del Circeo, precisamente nei laghi Fogliano, Monaci e Caprolace. Essi, nella seconda metà del secolo scorso, sono stati infatti totalmente, o quasi, separati dal reticolo idrografico della piana pontina; inizialmente per velocizzare lo sversamento a mare delle acque di alcuni fiumi e canali di bonifica e successivamente per evitare che l'inquinamento chimico e organico trasportato da altri corsi d'acqua raggiungesse i laghi. Di contro, per garantire un ricambio delle acque dei laghi e la loro ossigenazione sono stati favoriti gli scambi tra mare e laghi, determinando un ovvio aumento della loro salinità e, di conseguenza, anche delle aree circostanti.

E' proprio nella fascia dei laghi retrodunali, infatti, che la salinizzazione appare più manifesta, come suggerito dalla scomparsa di alcune specie vegetali dulcicole (cioè che necessitano di acque dolci), sostituite da altre alofile (amanti, invece, dei suoli salati).

Invertire o, quantomeno, ridurre questo trend non è possibile se non reimmettendo notevoli quantità d'acqua dolce nei laghi, cioè ricollegandoli al reticolo idrografico circostante. Ma il grado di inquinamento dei corsi d'acqua è ancora troppo elevato, per cui è necessario prima di tutto intervenire sulla depurazione delle acque dolci superficiali, la quale è ottenibile sia aumentando il numero e l'efficienza dei depuratori tradizionali collegati alle reti fognanti e agli impianti industriali, sia favorendo i processi di autodepurazione che gli ecosistemi acquatici e igrofilici svolgono autonomamente. Questi ultimi possono risultare molto utili per depurare le acque di dilavamento dei terreni agricoli, ricche di fertilizzanti, purché agli ecosistemi vengano concesse superfici adeguate per poter svolgere i loro cosiddetti "servizi ecosistemici".

3.3.2.1.2 Conservazione del Lago di Paola

Il Lago di Paola (o di Sabaudia), e le sue aree limitrofe, è stato dichiarato, come gli altri tre bacini lacustri costieri del Parco Nazionale del Circeo, di valore internazionale ai sensi della Convenzione di Ramsar. Pertanto anche per questo lago va garantito un elevato livello di naturalità, sia pure consentendo, in accordo con il dettato della Convenzione di Ramsar, un uso limitato e sostenibile delle risorse. Le attività che attualmente vengono svolte sono: il canottaggio sportivo, la piscicoltura estensiva e la molluschicoltura semi-estensiva. L'utilizzo come porto interno è venuto meno in quanto non regolare, anche perché il Piano Paesistico vigente (norma di salvaguardia del Parco fino alla approvazione del Piano del Parco) vieta la navigazione a motore sul lago, salvo alcune eccezioni.

Un problema rilevante è quello della qualità delle acque del lago, che è molto scarsa per effetto di scarichi inquinanti passati e presenti, di natura urbana, industriale e agricola. La scarsità di apporti di acqua dolce, dovuta alla deviazione di alcuni canali (problema comune a tutti i laghi pontini), comporta un aumento progressivo della salinità, che favorisce la risalita del cuneo salino, con ovvii problemi per l'agricoltura. Gli scambi continui con il mare hanno determinato nel tempo l'aumento della concentrazione salina con riduzione delle capacità di effetto tampone nei confronti dell'ingressione del cuneo salino.

Attualmente è assente una modellistica di tipo fisico-chimico ed ecologico che permetta di comprendere le dinamiche reali e potenziali di circolazione e di funzionamento dell'ecosistema del lago, senza la quale è impossibile ipotizzare qualunque intervento che preveda una modificazione della circolazione delle acque nel lago.

L'elevata eutrofizzazione richiede comunque una maggiore attenzione da parte delle aziende agricole (soprattutto quelle serricole) che insistono nel ristretto bacino idrografico del lago. Presso tali aziende andrebbero eseguiti interventi finalizzati alla depurazione delle acque che dilavano i terreni o che vengono utilizzate nelle serre, attraverso la realizzazione di ecosistemi filtro, aree umide artificiali e impianti di fitodepurazione.

La piscicoltura estensiva è ritenuta attualmente compatibile, così come la molluschicoltura, anche se andrebbero adeguatamente monitorate.

3.3.3.2 Creazione o adattamento di aree finalizzate alla ricarica della falda

Nella piana pontina è in atto un evidente abbassamento della falda freatica per effetto della notevole quantità di prelievi operata negli ultimi decenni dai numerosissimi pozzi ad uso agricolo, civile e industriale.

Le indagini idrogeologiche effettuate finora hanno individuato più acquiferi sovrapposti impostati generalmente all'interno di litologie sabbiose e argilloso-sabbiose, delimitate da strati argillosi.

Questi ultimi essendo discontinui determinano localmente situazioni piezometriche anomale. A notevole profondità, sotto lo spessore delle argille plio-pleistoceniche, si rinviene l'acquifero in pressione contenuto nei calcari mesozoici, che viene alimentato dalle strutture dei monti Lepini-Ausoni. L'acquifero superficiale della Pianura Pontina ed in particolare del settore interessato dalla duna antica, presenta come area di ricarica la superficie caratterizzata dall'affioramento dei sedimenti sabbiosi e sabbioso argillosi, parzialmente ricoperti da spessori di terreno di riporto, talvolta notevoli. I livelli di base risulterebbero il fiume Sisto ad Est e il mare a Ovest, mentre un ruolo secondario rivestirebbero i laghi costieri, specie dopo i lavori di bonifica e artificializzazione delle sponde. L'acquifero della duna recente, compreso tra i laghi costieri ed il mare, sembrerebbe isolato dalla circolazione generale; la sua area di ricarica è limitata alla duna sabbiosa e i suoi livelli di base sono identificabili nei laghi costieri e nel mare.

L'artificializzazione del territorio, sia in termini di reticolo idrografico che di impermeabilizzazione dei suoli (per urbanizzazione, industrializzazione, serricoltura, ecc.), induce un aumento dello scorrimento superficiale e una riduzione dell'infiltrazione e delle capacità di ricarica della falda.

Per contrastare il fenomeno dell'abbassamento della falda possono essere messi in atto interventi che consentano un incremento della ricarica naturale della falda, ad esempio nelle aree forestali esistenti nelle quali limitare il deflusso rapido delle acque meteoriche operato dalla rete idrografica attuale e favorire, invece, l'impaludamento e l'infiltrazione. L'acqua che si infila nel suolo subirebbe così un processo di filtrazione naturale con miglioramento della sua qualità chimico-biologica.

Su aree non più produttive, o su aree appositamente destinate, potrebbero essere realizzati impianti forestali *ex-novo* con il fine di ricostituire nel tempo dei piccoli boschi planiziali diffusi nel territorio (a tutto beneficio della funzionalità della rete ecologica locale).

Una delle aree più importanti e già disponibili e funzionali a tal fine, previo qualche adattamento, è la Foresta demaniale del Parco Nazionale del Circeo, estesa per circa 3.000 ha, la quale rappresenta un lembo residuo della foresta planiziale che, prima della bonifica integrale della piana pontina, copriva superfici molto superiori (oltre 15.000 ha).

Durante i lavori di bonifica anche questa porzione boscata fu comunque interessata da interventi idraulici volti alla canalizzazione delle acque meteoriche e al rapido allontanamento delle stesse dalla foresta per una riduzione delle aree paludose (le cosiddette "piscine"). Successivamente, soprattutto negli ultimi decenni, la gestione della foresta è stata sempre più indirizzata verso il recupero della naturalità originaria dell'ecosistema, per cui si è favorito, o quanto meno non ostacolato, il riformarsi delle piscine stagionali o l'espansione di quelle ancora esistenti.

Intervenendo con opportuni adattamenti del reticolo idrografico attualmente presente (solo in parte naturale come detto), si potrebbe rallentare ulteriormente lo scorrimento delle acque meteoriche verso l'esterno e, di conseguenza, favorire da un lato l'espansione degli habitat forestali igrofilo e delle comunità idrofite e dall'altro favorire l'infiltrazione e la ricarica della falda.

A tal fine è ipotizzabile anche, al posto di alcune porzioni delle pinete artificiali più dense e meno importanti dal punto di vista naturalistico (vedi Box 16), la realizzazione di radure in cui rendere più veloce l'infiltrazione, a beneficio delle specie vegetali e animali che necessitano di zone aperte con vegetazione erbaceo-arbustiva naturale all'interno delle grandi superfici boscate (la foresta demaniale del Circeo è povera di radure ed è circondata da estese aree agricole e urbanizzate).

Approfondimento 12: Le pinete artificiali, tra conservazione e trasformazione

Le pinete costiere italiane non sono quasi mai ambienti realmente naturali, bensì il risultato di impianti artificiali effettuati per fini vari: come barriere di protezione dai venti marini salati delle zone agricole più interne, per la produzione di resina, per ricoprire superfici denudate facilmente erodibili e/o per la produzione di pinoli.

Molte pinete costiere sono, infatti, dominate dal pino domestico, o pino da pinoli (*Pinus pinea*), dalla caratteristica forma ad ombrello. Un albero tipico del bacino mediterraneo e quindi spontaneo in molti Paesi che circondano il mare omonimo, ma ampiamente coltivato e diffuso in passato, già dai Romani e forse anche dagli Etruschi. Oggi è ritenuto nativo in Albania, Cipro, Francia, Grecia (isole dell'Egeo orientale, Creta), Italia (Sicilia), Libano, Portogallo, Spagna (Baleari) e Turchia, mentre altrove si è quasi sicuramente naturalizzato partendo da impianti artificiali.

In Italia sono famose le pinete plurisecolari di Ravenna (narrate da Dante Alighieri) e quelle toscane di San Rossore, Miglarino, Cècina, Follonica, ecc. Anche nel Lazio si trovano estese pinete storiche a pino domestico, soprattutto lungo la costa della provincia di Roma (Castelfusano, Castelporziano, ecc.), probabilmente per la vicinanza della città di Roma dove quest'albero è stato per secoli piantato nelle ville storiche e lungo le strade. Singoli esemplari si trovano sparsi vicino ai casali di campagna delle pianure e colline della Penisola. Frequenti, infatti, sono le raffigurazioni di maestosi pini solitari nei paesaggi agresti ritratti dagli artisti stranieri che nel Settecento e Ottocento visitavano l'Italia. Sarà forse per questo particolare legame con alcuni paesaggi italiani che gli inglesi chiamano il pino domestico con il nome *Italian stone pine*. Negli anni '60 tale pino fu addirittura eletto albero simbolo dell'Italia a seguito di una sorta di sondaggio promosso dall'allora Ministro del Turismo, On. Corona.

Nella Pianura Pontina la diffusione del pino domestico è piuttosto recente, successiva alla bonifica integrale del secolo scorso. Non se ne trova traccia negli elenchi floristici di botanici che frequentarono la piana prima della bonifica (Pirotta, Beguinot e altri), ma non è escluso che alcuni esemplari, nuclei o filari fossero comunque presenti intorno a residenze di famiglie nobili o lungo le strade principali e quindi non citati in quanto chiaramente non spontanei.

Di sicuro le pinete oggi presenti nella foresta demaniale del Parco Nazionale del Circeo sono successive alla bonifica e risalgono ad impianti realizzati tra il 1934 e il 1964 in porzioni precedentemente disboscate. L'intento era, quindi, sia quello di ricostituire velocemente la copertura forestale di quelle porzioni, sia di ottenere un beneficio economico dai rimboschimenti, in tal caso dalla raccolta dei pinoli. Ben visibile ancora oggi, in località Cocuzza, è la grande radura in cui si lasciavano al sole le pigne (o strobili in termini botanici) per facilitarne l'apertura e la fuoriuscita dei pinoli, i quali andavano poi puliti, privati del guscio legnoso e della pellicola che ricopre la parte realmente edule.

Da alcuni decenni nella foresta demaniale del Circeo la "coltivazione" dei pini è cessata, così come, più in generale, è stato interrotto il taglio del bosco. Coerentemente con le finalità di un'area

protetta e con la conservazione della biodiversità di uno degli ultimi lembi forestali planiziali d'Italia, si è deciso di ridurre al minimo gli impatti sull'ecosistema boschivo lasciando le pinete e gli altri impianti artificiali (di querce, eucalipti, o altre specie) alla loro evoluzione naturale.

Per tali ragioni si possono osservare facilmente delle pinete con un sottobosco spontaneo ormai rigoglioso, costituito da piante autoctone come i lecci e le filliree, che sono le più competitive nelle aree più asciutte.

Non mancano però aree in cui la densità dei pini o altre condizioni hanno rallentato fortemente la dinamica vegetazionale consentendo soltanto la germinazione di poche piante erbacee nello spesso strato di aghi di pino accumulati a terra. In queste aree dovrà essere necessario un intervento di diradamento dei pini o di facilitazione dello sviluppo del sottobosco. Anche in alcune porzioni dove gli alberi sono senescenti e con numerosi rami secchi sarà necessario valutare l'ipotesi di un intervento, soprattutto se limitrofe alle strade in modo da ridurre il rischio di incendi.

Sarebbe invece molto dispendioso, oltre che negativo per diverse specie animali adattatesi a tale contesto, un taglio generale di tutti i pini per velocizzare i tempi di evoluzione della vegetazione spontanea. Queste attenzioni derivano anche dal fatto che le pinete hanno assunto nel tempo, come detto, un elevato valore paesaggistico, culturale e sociale, che supera spesso quello naturalistico in senso stretto. Non mancano però casi in cui anche il valore naturalistico sia notevole e in tal senso la Direttiva Europea 92/43/CEE, meglio nota come direttiva Habitat, ha identificato tra le varie tipologie di habitat semi-naturali da tutelare anche le pinete storiche dunali (codice habitat 2270).

Tali formazioni forestali avvicinandosi al mare sono dominate perlopiù da due altri pini mediterranei, il pino marittimo (*Pinus pinaster*) e il pino d'Aleppo (*P. halepensis*), più resistenti ai venti salati ma che non producono un seme edule come il pinolo e quindi sono stati molto meno utilizzati nei rimboschimenti interni al Parco Nazionale del Circeo.

3.3.4 Interventi finalizzati allo sviluppo sostenibile

3.3.4.1 Introduzione

Una delle problematiche fondamentali nella gestione delle aree protette è la soluzione del contrasto fra conservazione della natura ed uso economico delle risorse. Il settore agricolo rappresenta sicuramente la componente preponderante di tale uso economico nella piana pontina.

Gli effetti negativi sull'ambiente delle attività agricole (e antropiche più in generale) sono riconducibili a: inquinamento dei suoli, inquinamento delle acque, eutrofizzazione dei corpi idrici, deterioramento degli habitat e deterioramento degli aspetti paesaggistici. A seguire vengono brevemente illustrati tali effetti negativi.

- Inquinamento dei suoli

Dal punto di vista agronomico i suoli sabbiosi che interessano una buona parte della piana pontina hanno scarsa fertilità, che viene aumentata ricorrendo ad abbondanti concimazioni chimiche. I concimi chimici comunemente impiegati sono composti di azoto e di fosforo. Altri trattamenti chimici sono orientati soprattutto ai diserbi. I fitofarmaci vengono largamente utilizzati come disinfestanti, sia come fungicidi, sia contro nematodi, insetti e roditori.

Tali prodotti, comunemente impiegati in agricoltura, presentano un diverso grado di tossicità e di pericolosità, di solubilità in acqua, di degradabilità e di persistenza nel terreno. Dalla solubilità e dai

processi di degradazione sia chimica sia biologica, dipende la quantità di prodotto inquinante che si disperde nell'ambiente. Tutto ciò che non si degrada e che non viene assorbito dalle piante o percola in falda o si raccoglie nei depositi fangosi dei corpi idrici, finendo con l'accumularsi nei tessuti della flora e fauna acquatica.

- Inquinamento delle acque

Il carico e le caratteristiche dei concimi chimici, dei fitofarmaci e dei geodisinfestanti, come accennato, rappresentano la fonte primaria di inquinamento del suolo il quale immagazzina e rilascia nel tempo nelle falde e nei canali di drenaggio elementi e composti nocivi sia per l'uomo sia per l'ecosistema. Le precipitazioni e le acque d'irrigazione costituiscono i mezzi di trasporto in soluzione o per trascinamento, delle sostanze chimiche comunemente utilizzate in agricoltura.

La discontinuità delle determinazioni analitiche e la qualità delle osservazioni, la dinamica ambientale caratteristica del sistema costiero, le modifiche idrauliche del reticolo di bonifica, l'evoluzione chimico-farmaceutica dei prodotti per l'agricoltura, il carico e la tipologia dei fertilizzanti, fitofarmaci e geodisinfestanti attualmente impiegati, rendono complessa la definizione dell'impatto che le pratiche agricole producono nell'area in esame. Quel che è certo però è che i fitofarmaci e i geodisinfestanti sono diffusi, in misura variabile, nelle acque e nei depositi fini presenti sul fondo dei corpi idrici, dove si concentrano in dosaggi crescenti con il persistere dei rilasci. Un analogo processo di accumulo interessa i metalli pesanti utilizzati nei processi di lavorazione meccanica o presenti nei prodotti comunemente usati nella nautica.

- Eutrofizzazione dei laghi

Tale fenomeno, in parte fisiologico, caratterizza ricorrenti crisi di anossia nei bacini lacustri ed è aggravato sia dal loro confinamento (modesto ricambio delle acque) sia dalla immissione di eccessive quantità di nutrienti (azoto, fosforo) provenienti dagli scarichi antropici puntuali e diffusi. Eliminando, o almeno riducendo, le cause che generano tale fenomeno, con gravi ripercussioni sulle popolazioni ittiche, la qualità dell'ambiente migliorerebbe tanto sotto l'aspetto naturalistico, estetico ed economico. Ovviamente il problema della qualità delle acque deriva da come viene gestito tutto il territorio della piana pontina. Il ripristino della qualità e della biodiversità dei laghi può essere raggiunto con gli interventi descritti nelle pagine precedenti (maggiore efficienza delle strutture idrauliche per favorire il ricambio dei laghi, ampliamento delle zone umide con acque dulcicole ai margini dei bacini lacustri, naturalizzazione degli argini e modellamento delle rive dei laghi, creazione di piccole isole negli specchi lacustri, ricostituzione del manto vegetale negli ambienti artificiali di neo-formazione) di cui troverebbero rilevante beneficio anche la diversificazione e l'incremento della nidificazione dell'avifauna sia stanziale sia migratoria.

- Deterioramento degli habitat e del paesaggio

Le aree agricole del Parco costituiscono un territorio di notevole importanza per la presenza di numerose specie di avifauna. L'agricoltura tradizionale, caratterizzata un tempo da pascoli e colture estensive, si conciliava molto bene con le esigenze delle popolazioni ornitiche. Le attuali tendenze gestionali, tese ad una intensificazione dell'agricoltura, stanno progressivamente deteriorando e rendendo inadatto un ambiente di estrema fragilità ecologica. In particolare, l'uso di fitofarmaci e di biocidi, provoca un considerevole deterioramento della qualità dell'ambiente con forte impatto sull'avifauna e più in generale sulla biodiversità. Gli effetti che le sostanze chimiche arrecano alle popolazioni ornitiche sono riassumibili in: avvelenamento "diretto" da residui di pesticidi sulle colture agrarie e sulla vegetazione naturale circostante; diminuzione della disponibilità alimentare a causa della ridotta presenza di insetti, dovuta all'uso di antiparassitari; diminuzione della disponibilità alimentare rappresentata dalla fauna edafica, in parte distrutta dall'uso di biocidi e dispersa nell'ambiente dall'aratura profonda dei suoli; disturbo causato dalla presenza dell'uomo; sottrazione di superfici utili per l'avifauna.

L'attività agricola condotta secondo modalità intensive determina un forte impatto sia ambientale che sul paesaggio, in particolare laddove si ricorra alla serricoltura, una pratica agricola che nella piana pontina necessita di una adeguata regolamentazione, come indicato nel paragrafo seguente.

3.3.4.2 Regolamentazione della serricoltura

Numerose coltivazioni realizzate in passato in campo aperto o con protezione di tunnel in PVC sono sempre più frequentemente effettuate in serra, per aumentare produttività, redditività e frequenza dei raccolti.

Un problema nelle coltivazioni in serra è l'**irrigazione**. Le aziende attingono acqua nella quasi totalità dei casi da pozzi. Diverse aziende utilizzano anche la raccolta di acqua piovana come fonte di approvvigionamento integrativa mentre poche fanno ricorso ad acque reflue. Ai fini della razionalizzazione delle risorse idriche uno degli elementi più importanti è sicuramente quello delle tecniche colturali prescelte e del sistema di irrigazione adottato in azienda. L'irrigazione a goccia viene ampiamente utilizzata nelle colture in vaso mentre nelle coltivazioni a terra prevalgono le tecniche di irrigazione a pioggia. Un accorgimento pratico messo in atto in numerose zone per il risparmio idrico è quello di irrigare con piccole dosi di acqua fornite alle piante in più momenti (irrigazione ciclica). Tale tecnica consente al suolo di essere sempre prossimo alla cosiddetta *capacità di campo* ed evitare in tal modo perdite per *runoff* o per infiltrazione profonda nella falda.

Molti agricoltori adottano temporizzatori che permettono di automatizzare l'irrigazione a orari definiti, solo alcuni si affidano ad esperti professionisti o a servizi di assistenza all'irrigazione, ma si sta diffondendo l'impiego di tensiometri per valutare il grado di umidità del suolo e le centraline

meteorologiche per misurare le precipitazioni, la temperatura e l'umidità dell'aria con lo scopo di valutare indirettamente l'evapotraspirazione. Inoltre, diversi produttori conoscono bene le caratteristiche qualitative dell'acqua che utilizzano per l'irrigazione (salinità, concentrazioni chimiche, ecc.) ma altrettanto non accade per gli aspetti quantitativi della risorsa. Anche se risparmiare acqua significa risparmiare energia elettrica necessaria per estrarre l'acqua dal sottosuolo, non esiste di fatto una contabilizzazione dei volumi consumati e di quelli eventualmente risparmiati con sistemi di recupero.

Un altro aspetto legato in particolare alle colture in serra riguarda le pratiche di **fertilizzazione** adottate (scelta dei substrati, tipologie di concimazione, metodi per individuare i fabbisogni di nutrienti delle piante e strategie impiegate per ridurre eventuali perdite di nutrienti nell'ambiente). L'uso razionale dei fertilizzanti va spesso di pari passo con un corretto uso delle risorse idriche che, specie attraverso la *fertirrigazione*, possono veicolare i nutrienti e disperderli nell'ambiente attraverso l'acqua in eccesso. I materiali utilizzati per la preparazione dei substrati sono spesso destinatari di numerose attenzioni per quanto riguarda le possibilità di trattenimento d'acqua, finalizzato al risparmio idrico, ma anche, nel caso della fertirrigazione, alla adeguata permanenza degli elementi nutritivi. I terricci organici, che trattengono più acqua, ad esempio, sono abbastanza diffusi (ad es. torba con aggiunta di pomice).

L'**anidride carbonica** (CO₂) è ampiamente utilizzata per mantenere la freschezza dei fiori e dei vegetali oltre che per aumentare la produzione. La CO₂ è una molecola molto importante per la fotosintesi delle piante. In sua assenza la crescita delle piante sarebbe sensibilmente ridotta. Nelle serre sprovviste di fornitura addizionale di CO₂ la quantità di tale gas in aria si riduce rapidamente al di sotto della metà del suo valore normale. In condizioni ottimali di luce e temperatura per alcune colture è possibile migliorare il rendimento dal 30 al 50% reintegrando la giusta quantità di CO₂. L'utilizzo di anidride carbonica può produrre, in funzione delle differenti colture, una crescita più rapida, infiorescenze più grandi e più abbondanti, migliorare il colore o la qualità stessa del raccolto. L'impiego della CO₂ liquida rispetto a fonti alternative, sta diventando preponderante.

Uno degli aspetti più critici legati alla coltivazione in serra è il mantenimento del microclima che vi si forma all'interno (il famoso "**effetto serra**") per forzare le piante a fiorire in anticipo sul normale ciclo vegetativo. La luce del sole attraversa le pareti trasparenti delle serre e viene assorbita dalle piante che la utilizzano per la fotosintesi. Durante questo processo le piante e gli oggetti contenuti nelle serre si riscaldano e buona parte della radiazione riemessa non è più in grado di attraversare le pareti. Per ricreare al chiuso un clima più caldo che all'esterno si opera anche con stufe e termosifoni, con consumo di combustibili fossili o energia elettrica.

Nella piana pontina (anche nel Parco del Circeo) negli ultimi anni si è assistito ad un incremento notevole delle superfici agricole coperte da serre permanenti, all'interno delle quali vengono utilizzate modalità produttive molto differenti, alcune delle quali sono ormai riconducibili più all'industria che all'agricoltura. Numerose serre sono pavimentate o hanno un tappetino impermeabile su cui sono posati i contenitori funzionali alla coltivazione. Inoltre, in numerose serre vengono coltivate piante da fiore o piante ornamentali, sottraendo superficie alle colture alimentari. La coltivazione in serra si è dimostrata in molti casi più impattante rispetto a quella in campo aperto, per cui è necessario indirizzare la serricoltura verso una maggiore sostenibilità, promuovendo le tecnologie che consentono il massimo risparmio di energia e di acqua e il minore uso di pesticidi e di fertilizzanti.

In termini ambientali e paesaggistici è anche necessaria una valutazione della localizzazione attuale e futura delle serre e del loro impatto, evitando le aree maggiormente sensibili all'inquinamento e quelle più importanti dal punto di vista naturalistico.

La produzione in serra con metodi biologici, visto il punto di forza economico della serricoltura nel territorio pontino, è da promuovere e sostenere. Proprio all'interno delle aree protette si può puntare ad un ripensamento del sistema che sia indirizzato alla sostenibilità, con lo sviluppo di "buone pratiche" da esportare gradualmente su tutto il territorio pontino.

Per quanto riguarda il territorio del Parco del Circeo, e quello ad esso limitrofo, le colture serricole sono prevalentemente concentrate nei comuni di Sabaudia, S. Felice Circeo e Terracina. Si tratta di un ambito in cui l'intensa attività in serra determina pressioni che devono essere assolutamente ridotte nel breve termine, soprattutto in termini di uso dell'acqua e di rilascio di fertilizzanti e pesticidi. Perciò è necessario promuovere una strategia mirata ad incentivare le pratiche agricole sostenibili. Occorre pertanto:

- riscontrare l'estensione e la tipologia del comparto serricolo;
- valutare l'effettiva capacità delle aree interessate dalle attività serricole di sostenere gli impatti ambientali;
- individuare quale potrebbe essere il rapporto ottimale, a seconda delle caratteristiche naturalistiche delle varie zone, tra superficie destinata a serra ed attività agricole svolte in campo aperto;
- analizzare la possibilità di un intervento teso a rendere maggiormente compatibile l'attività di serricoltura attraverso l'adozione di protocolli o tecnologie diverse rispetto a quelle adottate oltre che attraverso un arretramento di questo rispetto alle aree lacustri.

Questo percorso necessita del confronto con gli operatori economici e gli enti locali e le aree interne al Parco del Circeo potrebbero rappresentare il luogo in cui sperimentare un modello virtuoso, opportunamente incentivato magari attraverso l'introduzione di un marchio territoriale.

Caso studio 5: la Serra Sostenibile

(Tratto da AA.VV., 2012)

Nel prossimo futuro il cambiamento climatico imporrà l'adozione di strategie di adattamento e mitigazione in molti settori dell'attività umana. In agricoltura questa realtà sarà particolarmente sensibile nel settore dell'orticoltura in serra.

La coltivazione in un ambiente protetto permette un maggior adattamento a improvvisi fenomeni climatici e una mitigazione degli effetti del vento, siccità e piogge eccessive.

L'agricoltura in serra può essere realizzata a ciclo continuo indipendentemente dalle stagioni e dalla disponibilità di terreno permettendo di superare i problemi di "competizione per la terra" tra colture a scopo alimentare e quelle energetiche.

Il problema è che una serra tradizionale è particolarmente dannosa per l'ambiente, richiedendo grandi apporti di prodotti chimici, di acqua e di energia che sono direttamente ed indirettamente collegati ad emissioni di gas ad effetto serra e ad effluenti inquinanti.

La situazione è ancora più grave nelle aree protette, come nel Parco Nazionale del Circeo. Ma tutta la piana pontina è a rischio a causa dell'enorme utilizzazione di acqua di falda per il particolare sistema di protezione antibrina ad irrigazione che gli agricoltori utilizzano d'inverno. Il consumo di acqua del sistema antibrina in una serra convenzionale si è attestato nel mese di Febbraio 2011 a circa 18.500 mc/ha. In confronto il consumo di acqua annuale per l'irrigazione è di circa 5-7.000 mc.

Il consumo di acqua è talmente elevato che la piana è ora a rischio di subsidenza geologica e di intrusione salina.

E' necessario fare in modo che l'agricoltura intensiva, attualmente molto inquinante e nociva in termini ambientali, diventi sostenibile. Quanto ottenuto con il progetto *Life Sustgreenhouse* (realizzato nella vicina Piana di Fondi) viene incontro a questo problema dimostrando che al futuro dell'orticoltura intensiva si può fornire una risposta adeguata con un modello pratico di serra sostenibile. Tale tipo di serra utilizza accorgimenti tecnici che concorrono al raggiungimento della sostenibilità, all'incremento della produzione e dei guadagni. Tali accorgimenti sono:

- razionalizzazione dell'impianto antibrina ad irrigazione (con diffusori dinamici a 360°) ed uso di uno schermo termico, utile sia contro il freddo notturno che contro il soleggiamento eccessivo;
- impiego di sostanza organica (in particolare compost ottenuto da scarti dell'agricoltura e residui delle potature e manutenzioni del verde) da incorporare nel terreno;
- impiego di zeoliti (materiale vulcanico inerte che favorisce la ritenzione idrica) da incorporare nel terreno;
- impiego di micorrize (simbiosi tra funghi e piante coltivate);
- sistemi innovativi per l'irrigazione e la fertilizzazione riconducibili alla cosiddetta agricoltura di precisione, la quale fa uso di strumenti previsionali e/o diagnostici basati sulla effettiva necessità delle piante al fine di ottimizzare le quantità di acqua di irrigazione e le dosi di concimazione per ridurre i consumi e gli sprechi di acqua e nutrienti.

Con questi accorgimenti è possibile ridurre gli input energetici, chimici e di acqua e gli output di anidride carbonica e altri inquinanti e contemporaneamente aumentare fino al 10% la produzione. Ciò si traduce in minore impatto ambientale (o addirittura in alcuni benefici) e maggiore guadagno per l'agricoltore, a fronte di un investimento iniziale che può essere ammortato in pochi anni.

3.3.4.3 Regolamentazione del pascolo brado

Intorno ai laghi costieri di Fogliano, Monaci e Caprolace si colloca l'ambito utilizzato dagli allevamenti allo stato brado che, soprattutto quelli bufalini, rappresentano una peculiarità del Parco Nazionale del Circeo. L'opportunità del mantenimento dell'allevamento brado delle bufale si lega non solo ad aspetti sociali ma anche ambientali e paesaggistici. Tuttavia le attività necessitano di una trasformazione sia per diminuire la pressione sull'ambiente e sul paesaggio, legata principalmente al numero dei capi e alla fatiscenza di molte strutture, sia per raggiungere maggiori livelli di efficienza economica anche attraverso lo sviluppo di attività complementari orientate al settore turistico. L'allevamento della bufala, infatti, è la produzione più tipica di questo territorio e quella maggiormente legata al paesaggio storico pre-bonifica.

Le strutture per l'allevamento e il pascolo del bestiame si concentrano, come detto, prevalentemente alla periferia dei bacini lacustri, soprattutto nella fascia che si raccorda al retro-duna e tra i laghi. Tale area è solcata da piccoli fossi lineari di bonifica e da pozze, che raccolgono acqua sia delle precipitazioni zenitali sia dell'acquifero del rilievo dunale, costituendo una apprezzabile risorsa locale (anche se a carattere stagionale) per il pascolo. Le aree perilacuali sono maggiormente sollecitate dal bestiame sia per il prelevamento di biomassa, sia per il calpestio, sia per la degradazione del suolo.

Per una conduzione razionale degli allevamenti nel rispetto delle esigenze di tutela, la determinazione del giusto carico di bestiame nel pascolo, l'ottimizzazione della produzione foraggera e delle tecniche di coltivazione oltre che il miglioramento delle infrastrutture, costituiscono i pre-requisiti che rendono compatibile l'attività produttiva con la salvaguardia dell'area protetta.

Sebbene le infrastrutture richieste per la tipologia di allevamento non siano complesse e tanto meno particolarmente gravose, la precarietà e la fatiscenza dei ricoveri per il bestiame, la scarsità di fienili, di mangiatoie, di trincee per gli insilati, di abbeveratoi nel pascolo e il diffuso impiego di teli di plastica per la protezione provvisoria del foraggio e delle attrezzature, oltre ad evidenziare insoddisfacenti condizioni organizzative offrono un impatto visivo sul paesaggio circostante assolutamente negativo.

Per consentire la permanenza delle attività agricole all'interno del Comprensorio di Fogliano nel rispetto dei vincoli ambientali è necessario considerare e sostenere politiche di differenziazione delle attività e quindi dei redditi che queste aziende possono realisticamente produrre al fine di consentire agli imprenditori agricoli impegnati nel processo produttivo di raggiungere almeno un reddito comparabile a quello ottenuto in altri settori di impiego. E' necessario definire politiche di valorizzazione dei prodotti. I numerosi vincoli strutturali e gli svantaggi naturali rispetto alle aree

più fertili rendono, infatti, necessario un intervento specifico che valorizzi la qualità dei prodotti e la peculiarità dell'ambiente tramite azioni di certificazione della qualità, azione di promozione e commercializzazione dei prodotti, diversificazione delle attività aziendali con l'introduzione di attività complementari a quell'agricola che hanno nell'esistenza di un ambiente naturale di pregio la loro giustificazione (Dario *et al.*, 2005).

L'area del Parco nazionale del Circeo, per la presenza di consistenti flussi turistici, si presta all'applicazione di soluzioni imprenditoriali innovative che introducono nelle aziende agricole quegli elementi di multifunzionalità e di diversificazione produttiva richiesti e premiati dai nuovi orientamenti comunitari (attività connesse al turismo rurale, all'agriturismo e alla produzione e vendita di prodotti tipici; lo svolgimento di queste attività richiede nuove professionalità, un riorientamento della manodopera familiare, il miglioramento delle strutture e delle attrezzature presenti in azienda). Possibili iniziative commerciali sono: *farm cafè*, fattorie didattiche e centri di spesa dei prodotti del parco.

In sintesi, le azioni che è necessario realizzare in materia di gestione e sviluppo dell'attività di allevamento della bufala sono:

- realizzazione di un piano integrato per il settore;
- realizzazione di una o più stalle consortili che possano essere utilizzate dagli allevatori come alternativa alle precarie strutture attuali;
- realizzazione di un caseificio sociale (o accordi con caseifici esistenti) nel quale conferire il latte per la produzione con marchio del territorio di mozzarelle di bufala e altri formaggi da inserire nelle filiere locali della ristorazione e alberghiera per una valorizzazione economica massima;
- commercializzazione dei prodotti presso i punti turistici del Parco;
- mantenimento di un numero di bufale allo stato brado compatibile con la gestione delle zone umide e del paesaggio.

Tali indicazioni vanno sviluppate con il confronto con gli interessati e le organizzazioni di categoria. E' necessario predisporre un quadro con le organizzazioni di categoria, nonché accordi specifici a livello aziendali, orientati alla sostenibilità della produzione e allo sviluppo del marchio territoriale.

Approfondimento 13: Storia dell'allevamento bufalino.

Chiunque si soffermi a immaginare come poteva apparire il paesaggio delle Paludi pontine, insieme all'acqua, ai suoli fangosi, alla vegetazione palustre e alla, sempre troppo enfatizzata, malaria, contemplerà di sicuro un animale, in particolare: il bufalo. Ma a questa apparente ovvietà si contrappone una storia ricca di vicissitudini poco note e, forse, non ancora totalmente chiarite.

Il bufalo, così come noi lo conosciamo oggi, è una forma addomesticata del bufalo asiatico, classificato dagli zoologi con la specie *Bubalus bubalus*, appartenente all'ordine degli Ungulati, sottordine Artiodattili, famiglia Cavicorni, sottofamiglia Bovidi. Una specie oggetto di allevamento

fin dall'antichità, nei luoghi di origine, e progressivamente diffusa anche in Medio Oriente, in Nord Africa, in Europa e quindi in Italia.

Ma il bufalo allevato in Italia, che fino a pochi anni fa era definito genericamente come bufalo di tipo mediterraneo, è denominato oggi "bufalo mediterraneo italiano", una tipicità raggiunta grazie al lungo isolamento ed alla mancanza di incroci con esemplari allevati in altri Paesi.

Se ne deduce, dunque, che tale animale sia stato introdotto in Italia da molto tempo, ma la prima vera attestazione della presenza del bufalo in Italia si rileva solo in alcuni documenti, presenti nell'Abbazia di Farfa, datati XII e XIII sec.. In un decreto del re Carlo I d'Angiò si ordina di restituire un bufalo domito, cioè da lavoro, e in quello stesso periodo nel Monastero di San Lorenzo in Capua, in occasione della celebrazione della festa del Santo patrono, si usava offrire ai componenti del Capitolo una *mozza* o *provatura* (la tecnica di lavorazione del latte di bufala era quindi già nota e si ha notizia che nel 1294, dalla tenuta reale di S. Felicità in Foggia, le *provole* venivano inviate frequentemente a Napoli).

A prescindere da questi documenti, molti sono concordi nell'affermare che l'introduzione del bufalo in Italia sia avvenuta diversi secoli prima, durante le invasioni longobarde, precisamente verso la fine del VI sec., per mano di re Agilulfo. Ma questa ipotesi, seppure compatibile con quanto riportato nella "*Historia Longobardorum*" scritta nell'VIII sec. dal monaco benedettino Paolo Diacono, non emerge nelle "*Leges Longobardorum*", dove si fa riferimento ad una serie di animali, sia domestici che selvatici, ma non al bufalo. Ciò farebbe pensare che tale animale fosse sconosciuto ai Longobardi, tanto è vero che nel beneventano, territorio nel quale essi lasciarono notevoli testimonianze, non sono stati mai ritrovati resti di bufalo, o elementi ad esso riconducibili. O forse il numero degli esemplari con cui entrarono in contatto fu troppo modesto per determinare sostanziali modifiche ai loro usi e costumi.

E' difficilmente immaginabile, inoltre, che i Romani non conoscessero il bufalo, dal momento che essi percorsero sia il fiume Giordano, che attraversava la Giudea, che il Tigri e l'Eufrate, che delimitavano la Mesopotamia, entrambe divenute province romane.

Ma se tale animale fosse stato importato dai Romani, prima, o dai Longobardi, poi, è alquanto strano che non si siano trovati documenti o raffigurazioni fino a dopo l'anno mille. In base a ciò, un'ipotesi alternativa è quella secondo cui l'introduzione sia avvenuta in epoca Normanna, con le invasioni dei Saraceni e dei Mori. Questi popoli avrebbero trasportato i primi bufali dall'Egitto in Sicilia verso la fine del X sec. e, successivamente, in epoca Sveva (XII-XIII sec.), raggiunsero le aree dove ancora oggi vengono allevati. In tali aree, pianeggianti e paludose, il bufalo ha reso possibile l'utilizzazione di terreni abbandonati a seguito delle invasioni barbariche e quindi soggetti ad un progressivo impaludamento, cui seguì il diffondersi della malaria.

Qui l'allevamento del bufalo, animale in grado di trasformare le risorse vegetali degli acquitrini sia in forza lavoro che in prodotti alimentari, rappresentò una forma di attività agricola e zootecnica vincente, visto che nelle stesse condizioni i bovini facevano registrare elevati tassi di mortalità. L'attività di commercializzazione dei derivati del latte e di carni che venne a svilupparsi attorno all'allevamento bufalino, soprattutto in Campania, è testimoniata da notizie del 1300 circa. Essa si diffuse poi anche in altri territori pianeggianti e acquitrinosi delle regioni limitrofe.

Durante la dominazione spagnola la bufala fu utilizzata anche come animale da cacciare. Venivano, infatti, organizzate delle battute di "caccia alla bufala" in occasione delle quali la corte si recava nelle principali zone di allevamento.

Il bufalo è stato molto apprezzato, in passato, anche come animale da lavoro e fu utilizzato per il trasporto dei materiali più disparati. Nel XV sec., durante il regno Pontificio, i feudatari dovevano per legge destinare una parte dei possedimenti al pascolo di questi animali, gli unici in grado di poter trasportare in territori fangosi o accidentati i pesanti strumenti di difesa. Erano insostituibili, inoltre, per la pulizia dei canali di sgrondo delle zone paludose e dei letti fluviali. Un'opera di notevole importanza per garantire il deflusso delle acque durante le stagioni piovose ed evitare le alluvioni. Nella Pianura Pontina i bufali sono stati impiegati anche per la pesca fluviale, mentre nel Salernitano per quella sottocosta.

Nell'Ottocento, una crisi zootecnica generale non colpì l'attività bufalina, che continuò ad essere proficua per la particolare produzione casearia, per la carne, per le pelli e per l'attitudine al lavoro di questi animali. Oggi, continuano ad avere una notevole importanza solo le produzioni di latte, per la trasformazione in mozzarelle e altri derivati, e, in minor misura, di carne. Per questo, ma anche per effetto delle normative igienico-sanitarie sempre più stringenti, la gran parte degli animali è allevata in ambienti confinati. Piccole mandrie allo stato brado in ambienti paludosi sono visibili ancora in alcune porzioni del Parco del Circeo, che conserva affascinanti scorci di un paesaggio ormai perduto altrove.

Un paesaggio che, oltre ad essere rappresentato in numerosi quadri, è stato ben descritto da diversi autori del passato, tra cui Ferdinand Gregorovius, il quale, nella trascrizione di uno dei suoi "itinerari laziali" percorsi nella seconda metà dell'Ottocento, illustra proprio il territorio compreso tra Terracina, San Felice Circeo e il Lago di Paola, esemplificativo della Pianura Pontina prima della bonifica integrale del secolo scorso.

Un territorio, allora, ben diverso da quello attuale, il che invita a riflettere su come declinare, in tali contesti, concetti come "paesaggio identitario" o "identità dei luoghi", sempre più usati come punti di riferimento nella pianificazione territoriale ma non sempre adattati e interpretati in modo esaustivo.

3.3.4.4 Interventi per il miglioramento del paesaggio

Il paesaggio della pianura pontina è stato, come detto più volte, pesantemente trasformato perdendo buona parte della naturalità che lo caratterizzava sino a pochi decenni fa. Gli interventi di riqualificazione ambientale descritti in precedenza possono contribuire a riqualificare il paesaggio attuale e portarlo verso una situazione caratterizzata da un mosaico esteticamente molto più piacevole, oltreché funzionale, di aree agricole, zone umide, siepi, filari, boschi planiziali, ecc.

Questo miglioramento può determinare una maggiore attrattività nei confronti degli amanti dell'agriturismo, il quale è favorito anche da una maggiore diffusione delle pratiche colturali afferenti all'agricoltura biologica, la quale, inoltre, può consentire un maggiore sviluppo anche delle fattorie didattiche, dove il reddito agricolo è integrato, più o meno fortemente, dalle attività educative svolte con le scolaresche o con gruppi di giovani in occasione di campi scuola, campi estivi o *summer school*.

Ripristinare la connettività ecologica tra aree ad elevata naturalità che risultano di fatto isolate nel contesto di una matrice sempre più antropizzata e frammentata, anche internamente alle aree protette, costituisce un obiettivo di tutela della biodiversità fondamentale. Un ruolo importante in tal senso è assunto dal reticolo idrografico naturale e artificiale che, unitamente alla vegetazione ripariale, costituisce il principale elemento di connessione.

Le politiche per la tutela naturalistica si intersecano e forniscono un reciproco sostegno a quelle legate alla tutela del paesaggio in chiave estetico-percettiva e identitaria; in questo senso gli ambiti di valore paesaggistico costituiscono un ulteriore fattore di comprensione dell'organizzazione della matrice del paesaggio della bonifica di cui le aree protette della piana pontina rappresentano gli ambiti di maggiore qualità in cui aspetti naturalistici e paesaggistici sono fusi indissolubilmente.

Ritrovare una configurazione più equilibrata è di vitale importanza soprattutto per la tutela delle zone umide e delle unità forestali planiziarie.

Grande importanza svolgono negli equilibri complessivi ecologici le aree agricole, e le attività produttive connesse. Tali pratiche vanno progettate con attenzione al paesaggio e alle connessioni ecologiche.

Il comparto agricolo è quello che potenzialmente è il più compatibile con le funzioni di un'area protetta. Nell'ambito del Parco Nazionale del Circeo però le attività agricole e gli allevamenti si sono sviluppati in forma intensiva in aree di estrema delicatezza ambientale; occorre quindi definire un percorso progressivo di aumento della compatibilità. Il ruolo positivo che l'agricoltura deve assumere nei confronti della conservazione della biodiversità è prioritario soprattutto nelle aree protette.

A livello nazionale e comunitario si parla di “nuova ruralità” capace di raccogliere gli elementi più significativi del sistema agricolo tradizionale e di introdurre nuove forme di relazione tra produzione e conservazione che sappiano dialogare con l'esigenza sia di innovazione tecnologica ed energetica che di mantenimento delle identità culturali e produttive a scala territoriale e locale.

L'agricoltura è dunque elemento strategico della gestione di un'area protetta anche sotto il profilo culturale finalizzato al mantenimento di economie tradizionali.

Per la realizzazione dell'insieme della progettualità del comparto agricolo è importante tenere sotto controllo gli aggiornamenti degli indirizzi normativi e di tutte le forme di sostegno finanziario vigenti a livello europeo, nazionale e regionale. Come strumento operativo, è necessario sottoscrivere protocolli d'intesa con le aziende agricole e zootecniche al fine di cooperare per l'incremento della sostenibilità dei processi produttivi.

Azioni indirizzate ad aumentare la compatibilità ambientale delle attività di coltivazione in campo e di quelle serricole sono:

- valorizzazione delle esperienze positive già esistenti anche in relazione alle produzioni per il mercato europeo attraverso la verifica di applicazione degli specifici disciplinari già adottati dagli operatori;
- definizione di una modalità progressiva che possa portare ad un aumento delle produzioni biologiche o possa stabilire i termini per realizzare produzioni biodinamiche o comunque possa promuovere altre forme di certificazioni di qualità (qualità di prodotto e/o processo).

L'approccio generale che si propone è quello degli accordi volontari con gli imprenditori agricoli, singoli od organizzati, al fine di avvicinarsi agli obiettivi definiti dal Piano in modo condiviso e partecipato.

Lo sviluppo di marchi territoriali legati alla presenza delle aree protette può generare un plus-valore per le produzioni agricole e zootecniche ma dovrebbe essere regolamentato da specifici protocolli che garantiscano non solo la qualità dei prodotti, ma anche la compatibilità ambientale degli stessi.

La concessione del marchio territoriale a prodotti ed aziende viene inteso quale elemento identitario, di caratterizzazione e di promozione. A tal fine deve essere privilegiato il territorio interno alle aree protette, ma con attenzione anche alle aree ad esse contigue.

Gli assi su cui lavorare, in collaborazione con le organizzazioni agricole, sono:

- disciplinari di produzione già esistenti (integrata, certificazioni ISO, biologico, biodinamico);
- marchi di origine e di qualità (DOP Bufala, Biologico, ecc.);
- marchio commerciale, vincoli, ecc.
- cooperazione nella promozione dei prodotti nell'ambito locale (filiera corta, ristorazione, ecc.).

3.3.4.5 Promozione dell'agricoltura biologica

Lo sviluppo dell'agricoltura biologica è previsto dalla legge quadro n. 394/91 come agricoltura di maggiore compatibilità nelle aree protette. Detta legge precisa esplicitamente che l'agricoltura biologica va incentivata nei parchi nazionali. Nell'area del Parco del Circeo esistono alcune significative realtà del biologico e del biodinamico che possono essere utilizzate come esempio di "buone pratiche" da riprodurre in altre aziende.

Al fine della promozione dell'agricoltura biologica, o comunque di un'agricoltura meno dipendente dalla chimica di sintesi e più sostenibile, un contributo importante potrebbe essere fornito dal Piano d'Azione Nazionale (PAN) sui pesticidi, attualmente in fase di redazione.

Per come è stato concepito nella normativa di riferimento (Direttiva 2009/128/CE), il PAN dovrebbe individuare, infatti, azioni concrete e misurabili, definendo obiettivi quantitativi di riduzione dell'impiego di pesticidi, compreso l'obiettivo dell'eliminazione o completa sostituzione con metodi non chimici per le aree più vulnerabili.

Il PAN dovrebbe quindi indicare chiaramente l'obiettivo di riduzione o eliminazione del ricorso a pesticidi e la determinazione di azioni concrete che portino alla diminuzione degli impatti su salute e ambiente in piena conformità con i requisiti posti all'art. 4 della Direttiva 2009/128/Ce, la quale richiama l'esigenza di identificare "gli obiettivi quantitativi, gli obiettivi, le misure e i tempi per la riduzione dei rischi e degli impatti dell'utilizzo dei pesticidi", oltre che "l'introduzione della difesa integrata e di approcci o tecniche alternativi al fine di ridurre la dipendenza dall'utilizzo di pesticidi". La direttiva sancisce poi con chiarezza che l'ambito di riferimento prevede una specifica funzione dell'agricoltura biologica. La difesa fitosanitaria a basso apporto di pesticidi include sia la difesa integrata sia l'agricoltura biologica a norma del regolamento CE n. 834/2007.

Il ricorso ai presidi fitosanitari deve avvenire solo dopo l'adozione di pratiche agro-ecologiche, un dettaglio che appare molto chiaro nella Direttiva. Ciò trova giustificazione nel fatto che l'agricoltura biologica è il livello più alto di difesa fitosanitaria sostenibile, escludendo l'uso di mezzi tecnici di sintesi a favore di prodotti fitosanitari naturali o minerali (secondo l'allegato II del regolamento CE n. 889/2007). L'agricoltura biologica dovrà quindi essere favorita attraverso strumenti e iniziative specifiche volte a rafforzare il comparto e valorizzare le produzioni agricole biologiche.

Il PAN dovrebbe fornire allora una chiara indicazione sugli investimenti e sulle priorità assegnati a sistemi e tecniche colturali che prevengano, escludano o riducano la necessità di trattamenti chimici. A tal fine, le strategie agronomiche, quali la creazione o mantenimento di superfici naturali, la protezione degli antagonisti naturali, la scelta delle specie e delle varietà, la rotazione delle colture, le tecniche colturali e i processi termici devono godere di attenzione prioritaria sia in termini di politiche di sostegno e di azioni previste che di formazione degli addetti.

Questo vale in particolare per le aree specifiche indicate come più vulnerabili e sensibili agli impatti come le aree urbane e le aree naturali protette (sia siti Natura 2000 che altre aree naturali protette istituite in base alla normativa nazionale e regionale).

L'Art. 4 del Regolamento CE n. 834/2007 relativo alla produzione biologica e all'etichettatura dei prodotti biologici esplicita i principi generali del biologico, come appresso riportato integralmente.

“La produzione biologica si basa sui seguenti principi:

a) la progettazione e la gestione appropriate dei processi biologici fondate su sistemi ecologici che impiegano risorse naturali interne ai sistemi stessi con metodi che:

- i) utilizzano organismi viventi e metodi di produzione meccanici;*
- ii) praticano la coltura di vegetali e la produzione animale legate alla terra o l'acquacoltura che rispettano il principio dello sfruttamento sostenibile della pesca;*
- iii) escludono l'uso di OGM e dei prodotti derivati o ottenuti da OGM ad eccezione dei medicinali veterinari;*
- iv) si basano su valutazione del rischio e, se del caso, si avvalgono di misure di precauzione e di prevenzione;*

b) la limitazione dell'uso di fattori di produzione esterni. Qualora fattori di produzione esterni siano necessari ovvero non esistano le pratiche e i metodi di gestione appropriati di cui alla lettera a), essi si limitano a:

- i) fattori di produzione provenienti da produzione biologica;*
- ii) sostanze naturali o derivate da sostanze naturali; iii) concimi minerali a bassa solubilità;*

c) la rigorosa limitazione dell'uso di fattori di produzione ottenuti per sintesi chimica ai casi eccezionali in cui:

- i) non esistono le pratiche di gestione appropriate;*
- ii) non siano disponibili sul mercato i fattori di produzione esterni di cui alla lettera b);*
- iii) l'uso di fattori di produzione esterni di cui alla lettera b) contribuisce a creare un impatto ambientale inaccettabile.”*

La difesa in agricoltura biologica può essere quindi ottenuta principalmente attraverso la gestione complessiva del sistema produttivo, un alto livello di biodiversità, la creazione e il mantenimento di infrastrutture ecologiche, la protezione dei nemici naturali, la scelta delle specie e delle varietà, la rotazione delle colture, le tecniche colturali. In caso di grave rischio per la coltura, è ammesso l'uso dei prodotti fitosanitari elencati nell'Allegato II del Regolamento CE n. 889/08, purché, al contempo, tali prodotti siano autorizzati dalla specifica legislazione nazionale.

La Direttiva 2009/128/CE (art. 11 e 12) prevede, inoltre, l'adozione di misure specifiche per la tutela dell'ambiente acquatico e dell'acqua non potabile, e l'eliminazione o riduzione dell'uso di pesticidi o dei rischi in alcune aree specifiche (recepite dal D.lgs. n.150/2012 con gli articoli 14 e 15). Gli obiettivi generali indicati dalla Direttiva prevedono misure per l'eliminazione, la sostituzione o la riduzione al minimo dell'utilizzo di pesticidi in specifiche aree identificate come maggiormente vulnerabili.

L'indicazione dell'esigenza di adottare specifiche misure al fine di ridurre il rischio per alcuni specifici ambienti, in particolare le aree potenzialmente fruibili per i comuni cittadini, soggetti sensibili come i bambini, le risorse naturali particolarmente vulnerabili come l'acqua e le aree con una elevata presenza di biodiversità (siti della rete Natura 2000 ed altre aree naturali protette istituite in base alla normativa nazionale e regionale) ed il richiamo esplicito del principio di precauzione nell'art.2 nel D.lgs. n.150/2012 rafforza ulteriormente l'esigenza di fissare obiettivi concreti, misurabili e realisticamente perseguibili finalizzati alla massima riduzione del rischio.

Per la tutela dell'ambiente acquatico, la conservazione della biodiversità all'interno delle aree naturali protette, lungo le linee ferroviarie e le strade e nelle altre aree non agricole vulnerabili si dovrebbe perseguire l'obiettivo dell'eliminazione dell'utilizzo dei pesticidi classificati come pericolosi, prevedendo la possibilità di deroga solo per specifici casi per i quali è dimostrata la necessità di utilizzo. In ogni caso nelle aree specifiche identificate come vulnerabili dovrebbe essere previsto l'utilizzo di pesticidi a base di sostanze attive a basso rischio (definite ai sensi dell'articolo 22 del regolamento CE n.1107/2009).

Dovendo l'obiettivo essere concreto, misurabile e realistico è condivisibile fissare un traguardo temporale di medio e lungo termine per il suo raggiungimento attraverso l'adozione di misure di accompagnamento che consentano di adottare misure di compensazione sia di carattere ambientale che economico per le aziende interessate.

Si considera per questo realistico perseguire l'obiettivo del divieto di utilizzo nelle aree vulnerabili specifiche e nelle aree non agricole (ferrovie e strade) di pesticidi classificati come pericolosi per l'ambiente acquatico e per la biodiversità entro i prossimi 5 anni, al fine di utilizzare al meglio le risorse assegnate dalla programmazione della PAC 2014-2020 per le necessarie misure di accompagnamento. Per le aree naturali protette e i siti Natura 2000 deve essere previsto, inoltre, il divieto dell'irrorazione aerea, in conformità anche con il divieto di sorvolo nei parchi previsto dal comma 3 dell'art. 11 della Legge quadro sulle aree naturali protette L. 394/1991.

Le linee guida per l'applicazione del PAN che saranno elaborate dai Ministeri competenti per la riduzione del rischio nelle aree vulnerabili (siti Natura 2000 ed aree naturali protette) dovranno identificare le sostanze prioritarie e pericolose per l'ambiente acquatico e la biodiversità da eliminare entro il 2021 e l'elenco dei prodotti ammessi in deroga nelle aree vulnerabili a base di sostanze attive a basso rischio definite ai sensi dell'articolo 22 del regolamento CE n.1107/2009.

Essendo il PAN chiamato a definire obiettivi tangibili e monitorabili, la versione definitiva del documento dovrebbe inoltre definire una *road map* che permetta l'applicazione progressiva di misure di incentivazione e di specifiche politiche di supporto. Inoltre, a tutela del patrimonio di biodiversità disponibile, dell'integrità delle risorse naturali e della qualificazione paesaggistica, l'adozione di tale metodo di coltivazione va promossa sull'intera superficie delle aree Natura 2000, accompagnando le aziende ivi presenti nel processo di conversione al biologico.

In tal senso, devono essere sostenuti programmi di formazione tecnica e aggiornamento degli operatori e realizzate iniziative informative sull'agricoltura biologica rivolte anche a utilizzatori non professionali per incentivare l'adozione di pratiche colturali hobbistiche prive di rischio sanitario e ambientale ed evitare il talvolta loro cospicuo uso di pesticidi.

A fini di salute pubblica, particolare attenzione va inoltre posta sul tema della tossicità cronica dei pesticidi. È utile a tal proposito richiamare il principio di precauzione, sancito nel Trattato istitutivo dell'Unione Europea e poi ripreso nella Costituzione Europea. È dunque opportuno ricordare tale documento legislativo che ispira l'insieme del vivere comunitario, quando all'Articolo III-233 cita: *“La politica dell'Unione in materia ambientale mira a un elevato livello di tutela, tenendo conto della diversità delle situazioni nelle varie regioni dell'Unione. Essa è fondata sui principi della precauzione e dell'azione preventiva, sul principio della correzione, in via prioritaria alla fonte, dei danni causati all'ambiente e sul principio «chi inquina paga»”.*

Definizione 3: Prodotti biologici

Sono prodotti per i quali, in tutte le fasi del ciclo produttivo, è escluso l'uso di prodotti chimici (pesticidi e fertilizzanti) ed è previsto esclusivamente l'impiego di tecniche di coltivazione e allevamento rispettose dell'ambiente. Per rendere fertili i terreni si ricorre alla rotazione delle colture e si utilizzano concimi organici e minerali naturali, mentre per difendere le coltivazioni dai

parassiti si adottano prodotti e tecniche che non hanno impatto sull'ambiente. I prodotti provenienti dall'agricoltura biologica sono disciplinati da Regolamenti comunitari (primo in materia il Regolamento CEE 2092/91) e sono sottoposti a un rigido sistema di controlli, stabilito per legge, che ne verifica la conformità a specifiche regole produttive. Si riconoscono dalla dicitura "Da agricoltura biologica". In etichetta compare il nome dell'organismo di controllo, l'autorizzazione ministeriale e una serie di lettere e cifre che sono la "carta d'identità" del prodotto e del produttore: *IT* (Italia), *Xyz* (sigla dell'organismo di controllo), *1234* (codice dell'azienda), *F* (prodotto fresco) o *T* (prodotto trasformato), *000000* (codice di autorizzazione). Il prodotto da agricoltura biologica può anche essere identificato dal logo comunitario introdotto dal regolamento CE n.331/2000.

Approfondimento 14: Valorizzazione dei prodotti agro-alimentari

La promozione di *prodotti di qualità* aventi determinate caratteristiche rappresenta sicuramente un vantaggio per l'agricoltura sia in termini di reddito per gli operatori sia in termini di informazioni chiare e sintetiche sulla qualità e/o origine del prodotto per il consumatore che può operare una scelta ottimale.

La *denominazione dei prodotti* oggi esprime la relazione oggettiva che intercorre tra le *caratteristiche qualitative di un prodotto agro-alimentare, la zona geografica d'origine e le tecniche agronomiche-produttive tradizionali*. Deve garantire e tutelare il "nome" acquisito e consolidato nel tempo dai prodotti tipici, in modo che siano differenziati e distinguibili da prodotti analoghi ottenuti in zone diverse e magari con tecniche non riconducibili alla tradizione o a processi produttivi non tracciabili e garantiti.

Per *denominazione* si intende un riferimento (nome) geografico, un luogo determinato in cui si produce e si trasforma un prodotto agro-alimentare secondo tecniche leali, costanti e tradizionali che abbia delle caratteristiche intrinseche qualitative correlate alla zona di produzione. Le denominazioni sono strumenti di valorizzazione che vengono sottoposte al controllo da parte di organi pubblici o, in delega, da Enti o da organismi privati di controllo.

La motivazione principale all'adozione di denominazioni particolari è l'impulso a sviluppare commercialmente prodotti conosciuti e apprezzati a livello locale per elementi di qualità riscontrabili difficilmente in prodotti analoghi provenienti da regioni geografiche diverse e/o prodotti con tecniche non tradizionali.

La richiesta del riconoscimento è formulata direttamente dai *produttori*. Nell'ambito territoriale della denominazione ogni singolo produttore e/o trasformatore può o meno aderire al disciplinare di produzione specifico, essendo l'iscrizione all'albo di qualsiasi denominazione volontaria e riservata alle aziende che ricadono in una determinata zona geografica la quale può essere anche più ampia di quella propriamente d'origine ma la cui delimitazione deve rispondere sempre a criteri di tradizione e vocazione.

Il recepimento delle Direttive Europee ha sancito anche in Italia i disciplinari relativi ai principali marchi di qualità ottenibili.

Negli ultimi anni, e nell'ottica di un continuo miglioramento imposto dalle leggi della concorrenza, molte aziende agricole hanno deciso di istituire al loro interno "Sistemi di Qualità" documentati allo scopo di conseguire la Certificazione ai sensi delle Norme Uni En ISO 9002:94.

I marchi di Garanzia (Doc, Dop, Igp) pur con alcuni limiti, sono lo strumento istituzionale più importante, ed oggi sempre più ricercato, per la tutela dei prodotti tipici. Se essi non servono del tutto a stimolare il recupero culturale delle tipicità in campo alimentare, hanno pur sempre il pregio di salvaguardare e spesso incentivare produzioni locali che faticano a trovare spazi nel mercato globalizzato e standardizzato, ed hanno spesso la funzione di "porta d'ingresso" alle opportunità per scoprire il territorio.

Per qualificare e rendere maggiormente competitivi i prodotti locali su scala nazionale ed internazionale, i prodotti agricoli ottenuti nei comuni di Latina, Sabaudia e San Felice Circeo possono puntare ad avere l'identificazione di un marchio territoriale collegato al Parco Nazionale

del Circeo. Obiettivo principale è quello del rafforzamento del legame fra le produzioni ed il territorio, in modo da radicare in maniera sempre più forte le attività agricole nel contesto locale in cui esse si esercitano. Ciò comporta una serie di interventi mirati a mettere in evidenza il rapporto fra prodotti e territorio nella cultura, nelle tradizioni storiche locali, nell'interazione con il paesaggio e l'ambiente, negli usi alimentari.

3.3.4.6 Acquacoltura

Le attività di acquacoltura (itticoltura e mitilicoltura), effettuate in passato, e in parte ancora oggi, all'interno dei laghi costieri del Parco Nazionale del Circeo, al pari dell'agricoltura e degli allevamenti bufalini, vanno considerate come attività storiche strettamente legate al territorio e, quindi, fortemente identitarie. Ma è necessario stabilire il corretto rapporto tra le attività di acquacoltura e le problematiche di conservazione delle zone umide.

E' necessario considerare le potenzialità produttive in modo integrato con quelle naturalistiche ed ecosistemiche, dato che i laghi costieri sono elementi rilevanti della rete delle zone umide della Convenzione di Ramsar. A tal fine l'analisi non può che essere differenziata per ciascuno dei laghi prevedendo eventualmente anche modalità di gestione differenziata a seconda degli obiettivi di conservazione assegnati a ciascuno di essi. In tal senso devono essere privilegiate le aree dedicate alla conservazione della biodiversità, all'osservazione naturalistica e alla fitodepurazione.

Per il lago di Paola, l'unico ad essere attualmente utilizzato in termini di acquacoltura, occorre analizzare, valutare e stabilire con specifiche analisi:

- le modalità di ripristino e/o sviluppo delle attività di itticoltura;
- la capacità dei laghi di sostenere una determinata quantità di biomassa in rapporto alla esigenze di ossigenazione necessarie al loro mantenimento in uno stato di conservazione soddisfacente;
- quali sono gli interventi strutturali e/o di manutenzione che devono essere garantiti per consentire il corretto svolgersi delle suddette attività (ad esempio controllo della fioritura delle alghe, ripristino e manutenzione del flusso idrico garantito dal sistema dei canali, regolamentazione dello scambio idrico con mare ecc.);
- come dette attività possano portare con sé il ripristino, il restauro e il riuso di manufatti ed immobili, anche con finalità turistiche legate alla ristorazione, che risolva alcune forme di abbandono e degrado presenti in alcuni tratti delle sponde del lago di Paola.

Anche per il settore della pesca vale quanto detto per l'agricoltura in relazione alla possibilità di utilizzo di un marchio territoriale.

3.3.4.7 Promozione di una filiera delle biomasse

Gli interventi di riqualificazione ambientale che prevedono un incremento della copertura arborea (creazione di fasce tampone, aree filtro forestali, aree boscate per la ricarica della falda, ecc.) possono rendere una discreta biomassa legnosa la quale potrebbe, in parte, essere commercializzata e fornire così un reddito integrativo alle imprese agricole o agli altri proprietari.

Similmente, anche la biomassa ricavata dalle zone umide artificiali e dalla manutenzione delle sponde può rappresentare una fonte di guadagno.

Attualmente, invece, la gran parte di tale biomassa (insieme a quella degli scarti di lavorazione agricola) viene eliminata puntalmente e frequentemente attraverso l'utilizzo del fuoco. Una pratica che è teoricamente vietata dal Piano regionale di risanamento della qualità dell'aria del Lazio, ma che nonostante ciò è ancora diffusissima, per ragioni di praticità e dell'assenza di un sistema di raccolta e trattamento del materiale organico vegetale di origine agricola e derivante dalle potature.

Oltre ad inquinare l'atmosfera e a vanificarne il valore, l'abbruciamento della biomassa vegetale e in particolare delle superfici contenenti residui e scarti di lavorazioni agricole e della vegetazione spontanea che si sviluppa sulle fasce spondali e lungo i fossetti di scolo ha un notevole impatto sulla composizione e struttura degli ecosistemi semi-naturali. Tale pratica oltre a colpire direttamente le piante e numerosi animali, sia vertebrati che invertebrati (in particolare quelli meno vagili, come gli invertebrati che non volano, le testuggini, anfibi, ecc.) elimina la gran parte dei microhabitat e dei rifugi presenti nelle aree agricole, allontanando gli organismi che il fuoco non ha eliminato direttamente.

Il danno sulla biodiversità è ingente e lo è ancora di più in contesti molto antropizzati dove le superfici semi-naturali sono molto limitate e frequentemente interessate dal passaggio rapido del fuoco. Una gestione finalizzata ugualmente alla rimozione della copertura vegetale (agricola e spontanea), attraverso metodi di taglio e raccolta più lenta della biomassa, sarebbe più sostenibile in quanto consentirebbe il mantenimento, laddove voluto, di una eterogeneità ambientale e il recupero di un materiale che potrebbe essere utilizzato in forme più redditizie.

Accanto alle biomasse, per le quali sono possibili usi differenti da quelli energetici, attualmente enfatizzati, si collocano i biogas ottenibili dai reflui zootecnici, per i quali è invece privilegiato l'utilizzo come combustibile alternativo agli idrocarburi.

Questi aspetti necessiterebbero di una maggiore attenzione in un territorio fortemente agricolo e zootecnico come quello dell'agro pontino.

3.3.5 Interventi finalizzati alla ricerca e alla formazione

3.3.5.1 Sviluppo della comunicazione e dell'educazione ambientale

L'informazione e l'educazione ambientale sono tra le principali attività previste dalla legge quadro sulle aree naturali protette.

Gli enti gestori delle aree protette considerano l'informazione, la comunicazione, l'educazione ambientale e l'interpretazione ambientale come modalità ordinarie di gestione delle proprie iniziative e dei propri progetti.

Nei pressi del Lago di Fogliano è presente il borgo di Villa Fogliano, un complesso di eccezionale valore didattico e turistico, oltretutto storico e architettonico, che rappresenta un polo importante nel contesto delle zone umide pontine per lo svolgimento di attività formative e educative.

Ai fini della realizzazione di quanto indicato nei capitoli precedenti appare fondamentale promuovere dei percorsi di formazione e aggiornamento sui temi della sostenibilità, della certificazione e della qualità dei servizi degli operatori economici agricoli e turistici del territorio, in particolare di quelli che operano nelle aree protette. Tali percorsi dovranno essere organizzati in accordo con le associazioni di categoria, con gli enti locali e con quelli deputati allo sviluppo dei settori economici coinvolti.

Oltre ad un più generale approccio territoriale basato sul percorso della Carta Europea del Turismo sostenibile, è necessario sostenere le attività turistiche, ed in particolare quelle alberghiere, nella loro crescita in termini di sostenibilità ambientale. Le Certificazioni Volontarie di qualità sono un importante mezzo per raggiungere tale scopo.

Approfondimento 15: I servizi ecosistemici

(Tratto da D'Antoni et al., 2011)

I Servizi Ecosistemici (SE) forniti dalle zone umide rientrano in 4 classi: di Regolazione (nutrienti, inquinanti, flusso idrico, erosione, salinità, CO₂, stabilità habitat ed ecosistemi), di Supporto (agricoltura, allevamento, trasporto, produzione energia, turismo, urbanizzazione), di Fornitura (acqua, cibo, legname, risorse mediche e genetiche, materie prime) e Culturali (ricerca, educazione, ruolo culturale e spirituale).

Da studi specifici è emerso che un uso sostenibile di un territorio, attraverso l'identificazione e l'utilizzo appropriato dei SE, non è solo ecologicamente più sano, ma anche economicamente più vantaggioso, sia per le comunità locali che per la società nel suo insieme. La disponibilità di SE è riconosciuta essere un'imprescindibile base del benessere umano e fattore di riduzione della povertà.

Pertanto l'identificazione e l'utilizzo appropriato dei SE permettono una gestione più sostenibile anche dal punto di vista economico di un territorio. Tuttavia le zone umide hanno subito una progressiva limitazione delle funzioni ecologiche (distrofia), perdendo quella elasticità di risposta determinata dalla multifunzionalità naturale degli ecosistemi.

La valutazione della funzionalità del "Capitale naturale" diventa chiave per la comparazione economico territoriale e di riconoscimento di quelle attività antropiche compatibili con il mantenimento della qualità delle funzioni e dei servizi forniti dagli ecosistemi di cui spesso la biodiversità è espressione evidente. Manca ancora un'appropriata valutazione economica dei SE;

pertanto un passo successivo sarà quello di applicare anche alle zone umide il concetto di Valore Economico Totale (TEV) che distingue i benefici di una risorsa naturale in due categorie di valori: “di uso” e “di non uso”.

Qui di seguito vengono descritte le principali attività economiche che pur potendo generare impatti sugli ecosistemi acquatici, in molti casi hanno contribuito al mantenimento dei Servizi Ecosistemici delle zone umide, principalmente appartenenti alla categoria di “Fornitura”. Fra queste attività vi è l’acquacoltura, con diverse tipologie culturali: dai sistemi di produzione intensivi a quelli estensivi, ben rappresentati nelle valli e nei sistemi lagunari. In Italia vi sono attualmente 1014 siti produttivi attivi che producono 157.871 tonnellate di “prodotti ittici” all’anno, pari al 45% della produzione ittica nazionale. In totale, circa 150.000 ha di ambienti acquatici costieri sono utilizzati per l’acquacoltura e la pesca, dei quali circa 70.000 ha sono gestiti per produzioni estensive. Circa un terzo delle Zone Ramsar sono interessate dalla presenza di siti di acquacoltura (per una superficie pari a circa 20.000 ha).

Questo tipo di attività antropica può determinare pressioni e impatti in misura dipendente dal livello di artificializzazione del sistema naturale (ad esempio di gestione delle acque, di immissione di giovanili, di somministrazione di alimento e di energia dall’esterno). Nelle forme estensive l’acquacoltura (es. vallicoltura del nord Adriatico), basandosi sull’utilizzo delle risorse trofiche naturali per l’attività di allevamento, gestione idraulica dei sistemi e per la semina di giovanili, permette un uso sostenibile di tali zone umide, esaltandone le potenzialità produttive e conservandone la funzionalità ecologica, nel quadro della multifunzionalità.

I sistemi di acquacoltura intensivi, basati invece sull’artificializzazione e controllo degli ambienti di allevamento, con apporti energetici fondamentali dall’esterno, possono generare esternalità negative molto rilevanti. Infatti, in questo caso, gli impatti sono consistenti a causa della realizzazione di infrastrutture (es. vasche e canalizzazioni in cemento), l’immissione negli ecosistemi recettori di scarichi arricchiti in nutrienti, di potenziali agenti patogeni, di prodotti chimici e taxa alloctoni.

La pioppicoltura è una delle attività produttive legate a questi ambienti, diffusa soprattutto nelle pianure del nord Italia. E’ un’attività antropica che può determinare impatti, dovuti principalmente alla lavorazione dei terreni, all’utilizzo di prodotti fitosanitari per funghi e insetti xilofagi. In particolare, l’impiego di pesticidi per la cura delle patologie può essere causa di effetti dannosi sull’ambiente per la ricaduta al suolo dei principi attivi impiegati e per l’effetto di deriva anche sugli ambienti circostanti. I principi attivi più solubili inoltre possono essere facilmente dilavati, traslocati nel suolo e arrivare nelle falde.

L’habitat maggiormente interessato da pressioni e impatti determinati dalla pioppicoltura è il 91E0* “Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior*” (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*) su terreni in rotazione con le colture agrarie. Tuttavia se questa attività viene effettuata secondo i criteri di gestione forestale sostenibile, può risultare meno impattante di altre pratiche agrarie (in particolare per la produzione del mais) e determinare l’assorbimento di carbonio presente nell’ambiente (5,7 t di C/ha all’anno). In tal caso, le lavorazioni del terreno e le concimazioni sono escluse dopo il quarto anno dall’impianto, in alcuni casi, e risulta escluso l’utilizzo di ditiocarbammati, antiparassitario utilizzato contro la “bronzatura del pioppo”.

L’evoluzione dei sistemi agricoli, associata alla grande varietà delle condizioni ambientali, ha inciso fortemente sulla struttura del paesaggio agrario creando habitat idonei per un grande numero di specie vegetali e animali di interesse conservazionistico che trovano in questi sistemi aree di alimentazione, nidificazione, riproduzione e rifugio talvolta non più disponibili nell’ambiente naturale, attribuendo così all’attività agricola a basso *input* un ruolo di primo piano nella conservazione della biodiversità.

Fra le aree destinate all’uso agricolo presenti in territori limitrofi o all’interno di zone umide, vi sono le aree agricole di alto valore naturalistico (HNV - *High Nature Value*), ovvero sistemi agrari “...dove l’agricoltura è la principale (normalmente anche la dominante) forma d’uso del suolo e dove l’agricoltura ospita (o è associata a) a una grande varietà di specie e habitat o specie di interesse europeo”. Molti di questi sistemi agrari sono caratterizzati da una bassa densità di capi

allevati, ridotto uso di *input* chimici e pratiche di gestione con elevata intensità di lavoro, come ad esempio la pastorizia. Per poter considerare l'eventuale presenza di aree HNV nella Rete Natura 2000 e nelle zone umide, è stato definito un indicatore per stimare la superficie di ciascun ecotipo agricolo che ricade nei poligoni che delimitano le aree di interesse comunitario.

3.3.5.2 Interventi di adeguamento della sentieristica e dei punti di osservazione

I laghi pontini, come indicato in precedenza, sono uno dei più importanti siti per lo svernamento degli uccelli acquatici. Molta della considerazione internazionale deriva proprio da questo ed appare evidente e naturale che, tra le attività primarie del Parco del Circeo, una delle missioni primarie sia il miglioramento e la corretta gestione degli ecosistemi lacustri.

Altrettanto evidente è il ruolo che il Parco del Circeo e le altre aree protette) hanno in termini didattici e ricreativi, sia a beneficio delle popolazioni locali che dei turisti. Le attività didattiche e ricreative, oltre ad essere svolte nelle aree verdi specificatamente destinate (orti botanici, parchi gioco, giardini pubblici, ecc.), sono consentite e promosse nelle aree naturali, ma generalmente in quelle meno vulnerabili ai fini della conservazione della natura.

Il Parco del Circeo dispone già di una fitta rete di percorsi ciclo-pedonali funzionali allo svago, agli sport all'aria aperta, all'escursionismo e alla didattica. Sicuramente migliorabile è la quantità e la qualità di strutture che consentono di svolgere al meglio queste attività, in particolare quella dell'osservazione naturalistica in generale e del birdwatching in particolare.

La pratica del birdwatching richiede, infatti, specifiche strutture per l'osservazione della fauna, che permettano di avvicinarsi agli animali senza disturbarli, soprattutto nelle zone umide. Questo tipo di strutture (percorsi schermati e protetti, capanni e torri di osservazione) consentono di vedere gli uccelli a distanza ravvicinata, osservando le diverse specie in tranquillità, anche in gruppi relativamente numerosi di persone. Il modello di queste strutture è in Italia quello delle Oasi LIPU e WWF, mentre a livello europeo le Riserve della RSPB inglese sono le *best practices* assolute.

Tra le aree maggiormente vocate per tale genere di strutture, nel territorio del Parco si annoverano:

- il Podere Cicerchia, dove è in corso di realizzazione uno dei progetti pilota del Progetto LIFE *Rewetland*, che prevede tra l'altro il miglioramento della fruizione turistico-naturalistica dell'area;
- il Lago dei Monaci, oggetto di un possibile intervento di restauro ambientale e riallagamento gestito di un'area di circa 15 ettari sui bordi del lago (già soggetta ad allagamento periodica) a favore delle specie di uccelli di acque basse (limicoli, aironi, ecc.);
- l'area dei Pantani dell'Inferno che richiederebbe una riorganizzazione dell'accessibilità pedonale e ciclabile sui margini della stessa e sulla sponda del Lago di Caprolace;

- uno dei tornanti della strada che da San Felice Circeo conduce alle Crocette (Promontorio), presso il quale potrebbe essere realizzata una piccola piattaforma adibita ad osservatorio ornitologico dei rapaci in migrazione.

Il turismo ornitologico (*birdwatching*) ha un segmento di mercato ben definito a livello internazionale, di dimensioni interessanti, data la presenza anche di *tour operators* specializzati. Vista l'importanza del mercato europeo e nordamericano del *birdwatching* nel campo del settore specialistico del turismo naturalistico, si ritiene necessario attuare una promozione specifica del territorio del Parco Nazionale del Circeo in questo segmento di mercato turistico, in collegamento con lo sviluppo delle dotazioni infrastrutturali.

Il Lago di Paola, a differenza degli altri tre laghi costieri più settentrionali, si presta meno all'osservazione degli uccelli acquatici ed è utilizzato in periodo invernale come sede per gli allenamenti di squadre sportive di canoa e canottaggio di livello internazionale. Questo utilizzo stagionale, pur comportando alcuni limitati impatti ambientali, rappresenta però una fonte di reddito notevole per le strutture ricettive della zona in una stagione altrimenti improduttiva. Per questa ragione tale utilizzo è favorito e promosso, anche se meriterebbe probabilmente una specifica regolamentazione.

L'integrazione di attività agricole e zootecniche con quelle di tipo turistico-ricreativo può risultare una delle soluzioni al problema complesso e articolato di un'utilizzazione consapevole del patrimonio ambientale e culturale delle aree protette. Si tratta dunque di favorire iniziative che, attraverso la tutela e la valorizzazione di ambiente e tradizioni locali, assicurino la conservazione delle risorse dell'area, dando nel contempo nuovo impulso alle attività economiche locali più compatibili.

3.3.5.3 Monitoraggio della biodiversità e delle trasformazioni ambientali

Le attività di promozione della ricerca scientifica rientrano tra le finalità istitutive delle aree protette. In esse è privilegiata la promozione della ricerca in campo ambientale generale, naturalistico ed ecologico, ma anche socio-culturale.

La gestione delle zone umide necessita innanzitutto di strutture permanenti di monitoraggio e raccolta dati su tutti gli elementi naturalistici del sistema (acque, immissioni, ciclo dei nutrienti, benthos, plancton, necton, pesci, uccelli, ecc.) che supportino la pianificazione e programmazione delle attività gestionali e permettano di verificare i risultati delle azioni svolte.

Nel Parco del Circeo, oltre alle strutture del CFS esistenti presso il borgo di Villa Fogliano, sarebbe auspicabile la realizzazione di una stazione di ricerca in corrispondenza della ex struttura di itticultura situata vicino al Lago di Caprolace. Tale struttura si presterebbe ad essere trasformata in

una stazione di ricerca di campo e stazione ittica sperimentale, anche come incubatoio per il ripopolamento ittico effettuato su basi naturalistiche.

Per quanto riguarda il Lago di Paola è necessario attivare un programma di monitoraggio della flora e fauna del Lago e dei livelli trofici (come già svolto in passato dall'Istituto Brunelli) per verificare l'impatto delle diverse attività antropiche ed indirizzare le future scelte gestionali. Solo attraverso opportuni interventi basati su una solida modellistica fisica ed ecologica potrebbe essere possibile ottenere un recupero di una dinamica idro-ecologica favorevole.

Caso studio 6: Monitoraggio e controllo dei laghi costieri

(L. Aguzzi - Arpalazio Sez. di Latina)

I laghi costieri costituiscono sistemi complessi di notevole valore ambientale e fanno parte dei corpi idrici superficiali indicati come “acque di transizione”. Gli ecosistemi di transizione rappresentano la “transizione” tra terra e mare ove si realizza il mescolamento delle acque dolci con quelle salate.

La normativa ambientale, il D. Lgs 152/99 prima ed oggi il D. Lgs 152/06, considera le acque di transizione come “corpi idrici significativi”, che vanno monitorati e classificati al fine del raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale.

L'obiettivo di qualità ambientale dei corpi idrici significativi ha la finalità di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate. Proprio per limitare la perdita di diversità biologica che si è verificata nel passato sia per il degrado che per la scomparsa delle aree salmastre, è nata nel 1971 una convenzione internazionale, la Convenzione di Ramsar (ratificata in Italia nel 1976), il cui scopo è proprio la protezione delle zone umide dallo sfruttamento eccessivo. La Convenzione di Ramsar (1971, ratificata in Italia nel 1976), ha riconosciuto in queste “zone umide” una risorsa di grande valore economico, culturale, scientifico e ricreativo. Una delle aree inserite nelle liste di tale Convenzione è quella dei laghi pontini (Saubaudia, dei Monaci, Caprolace e Fogliano), già appartenente al Parco nazionale del Circeo, nel Lazio.

Ai sensi del D.Lgs 152/99, la Regione Lazio ha individuato con D.G.R. n 317/2003 i laghi costieri del Circeo (Fogliano, Monaci, Caprolace e Saubaudia) come “aree sensibili”, insieme al rispettivo bacino drenante. Di seguito con deliberazione n. 266, la Regione Lazio ha disposto le norme di attuazione del Piano di tutela delle acque dove inserisce le “aree sensibili” definite ed individuate ai sensi del D. Lgs 152/06 (art. 91 e Allegato 6, parte III), tra le aree a “specifica tutela”, ovvero porzioni di territorio nelle quali devono essere adottate particolari norme per il perseguimento degli specifici obiettivi di salvaguardia dei corpi idrici.

L'Arpa Lazio, in particolare la Sezione di Latina, attua il monitoraggio dei laghi costieri finalizzato agli obiettivi di qualità ambientale dal gennaio 2003. Dal 2003 al 2011 il monitoraggio è stato eseguito mensilmente, in ottemperanza al D. Lgs 152/99, nella matrice acqua per i parametri temperatura, ossigeno disciolto, pH, trasparenza, salinità, ortofosfato, fosforo totale, azoto ammoniacale, azoto nitrico, azoto nitroso, azoto totale, enterococchi, clorofilla a, analisi qualitativa del fitoplancton. Al fine di fornire una considerazione generale dello stato di qualità dei nostri sistemi di transizione, di seguito sono riportati alcuni risultati ottenuti dal monitoraggio eseguito negli anni 2003-2011.

Il lago di Fogliano, con una superficie di 4,038 Km², profondità massima di 2m e profondità media di circa 0,9 m, comunica con il mare attraverso la foce del Duca: nel lago sono presenti 2 stazioni di campionamento, FOG1 in corrispondenza del centro lago e FOG2 in corrispondenza della foce stessa. Per l'esigua profondità delle stazioni, non sono state previste nel piano di monitoraggio misurazioni dei parametri chimico fisici lungo la colonna d'acqua. Per quanto riguarda gli altri parametri rilevati nel corso del monitoraggio è da segnalare la salinità che può raggiungere valori

anche molto elevati (>40 psu, acque ipersaline) nella stagione estiva dovuti, verosimilmente, alla forte evaporazione. Le acque del lago risultano ben ossigenate, con valori minimi nel periodo estivo ma senza mai raggiungere stati di ipossia.

Il lago di Monaci ha una superficie pari a 0,95 Km² e profondità media pari a 0,8 m con valori massimi di 1 m. Sul lago vi è una sola stazione di prelievo superficiale, MON1, posta in corrispondenza del centro lago. Nonostante gli interventi di ricambio idrico effettuati con l'attività di pompaggio delle acque marine e la scarsa profondità, nel lago si sono verificate crisi distrofiche. In particolare nel 2007 è stata registrata sofferenza delle specie ittiche in concomitanza con bassi tenori di ossigeno disciolto ed elevati valori di ammoniaca. Il fenomeno è stato preceduto e sostenuto dal perdurare di fioriture fitoplanctoniche a carico di specie di piccole dimensioni, con densità cellulari nell'ordine di miliardi di cellule per litro e valori di clorofilla fino a 118,3 µg/L. Ciò ha comportato una forte limitazione nella penetrazione della luce e uno scarso sviluppo delle macrofite che ha impedito la sottrazione di nutrienti al sistema. Valori molto elevati dei parametri ammoniaca e orto fosfato sono stati registrati anche nel periodo invernale 2007-2008, senza fenomeni di sofferenza per le specie ittiche. Lo stato degradato delle sponde, constatato durante i vari sopralluoghi effettuati in quel periodo, insieme alla mediocre qualità delle acque dei canali circumlacuali, hanno confermano la forte pressione a cui il delicato ecosistema di transizione si trovava sottoposto, con un eccessivo carico di nutrienti. Tale situazione potrebbe essere responsabile dei fenomeni di *bloom* algali a carico di Cianoficce, fino a 6 miliardi cell/L, con colorazione delle acque. Le acque del lago risultano generalmente ben ossigenate con valori minimi nel periodo estivo, più accentuati negli ultimi anni fino ai limiti dell'ipossia.

Il lago di Caprolace ha una superficie di 2,26 Km² e profondità più elevate rispetto agli altri 2 laghi con una media di 1,3 m e una profondità massima di 2,9 m. Sullo specchio acqueo, che comunica con il mare attraverso canale Focetta, sono localizzate 2 stazioni di prelievo, CPR1 in corrispondenza del centro lago e CPR2 in corrispondenza dell'imboccatura del canale Focetta. In corrispondenza della stazione di centro lago sono previste misurazioni dei parametri fisico chimici anche sul fondo, che quasi mai hanno rilevato condizioni di stratificazione delle acque. Il lago generalmente non presenta situazioni di criticità, una buona ossigenazione delle acque sia superficiali che di fondo e bassi valori dei nutrienti.

Nel lago di Sabaudia, che ha una superficie pari a 3,76 Km², sono presenti 2 stazioni di prelievo, SAB1 posta in corrispondenza dell'imboccatura del braccio Molella e SAB2 posta in corrispondenza della ex darsena. Per via della profondità massima di 10 m e media di 4,5 m, nelle 2 stazioni sono previste anche misurazioni sul fondo che rivelano soprattutto una condizione pressoché stabile di forte ipossia e più spesso anossia del fondo. Questa condizione unitamente ai forti apporti di nutrienti rilevabili nelle acque ha determinato nelle stagioni estive 2006, 2007 e 2011, condizioni di scarsa ossigenazione dell'intera colonna d'acqua, una forte produzione di acido solfidrico e morie massive della fauna ittica. Contributi significativi a questi fenomeni sono da ricercarsi anche nella temperatura e nella stratificazione delle acque estive oltre che alle condizioni di scarso idrodinamismo. Il lago è, infatti, in comunicazione con il mare attraverso i canali Caterattino e romano ma il ricambio delle acque deve essere necessariamente coadiuvato da sistemi di pompaggio, posti in corrispondenza di Caterattino. Le condizioni di ossigenazione della superficie delle acque spesso sono di sovra saturazione grazie a ricorrenti fioriture fitoplanctoniche, in particolare della specie potenzialmente ittiotossica *Chattonella subsalsa*, evidenziate anche dagli elevati valori di clorofilla a e sostenute dall'elevato livello trofico delle acque. Quest'ultimo è dovuto, in particolare, alle componenti azotate la cui origine è da ricercarsi, verosimilmente, nell'attività agro-zootecniche che insistono fortemente nei terreni circostanti; questi ultimi, prevalentemente sabbiosi richiedono abbondanti concimazioni e sono, inoltre, soggetti a forti fenomeni di lisciviazione.

In generale, la presenza di specie algali potenzialmente tossiche quali *Pseudo-nitzschia* spp., *Dinophysis sacculus*, *Prorocentrum minimum*, Rafidoficce e Cianoficce coccali è rilevabile in tutti i laghi costieri, occasionalmente o con ricorrenza stagionale.

Per quanto riguarda la contaminazione di origine fecale (streptococchi fecali), l'insieme dei dati consente di affermare che complessivamente l'inquinamento microbiologico dei laghi costieri non è particolarmente significativo. Ad ogni modo, si sottolinea che l'elevata salinità che caratterizza questi laghi esercita un'azione battericida che potrebbe sottostimare la effettiva entità degli apporti. Dal 2011 il monitoraggio ambientale viene eseguito ai sensi del D. Lgs 152/06, in particolare l'applicazione del Decreto 260/2010, recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici. Nel nuovo piano di monitoraggio sono state riviste le stazioni di campionamento, con mantenimento in tutti i laghi della stazione centrale che viene monitorata mensilmente solo per le sostanze chimiche prioritarie, mentre per gli elementi di qualità biologica le frequenze e le stazioni di campionamento, oggi ancora in via di definizione, saranno monitorati con i criteri previsti dal Decreto 260/2010 (Allegato 1 - Tab. 3.7).

Per una conduzione corretta delle pratiche agricole è auspicabile la realizzazione di un centro di monitoraggio permanente che tenga conto delle caratteristiche morfologiche del territorio, della disponibilità delle falde, dello stato attuale dell'acquifero, delle modificazioni dei comportamenti delle diverse specie faunistiche presenti, del monitoraggio delle modifiche climatiche e degli aspetti paesaggistici.

Anni di agricoltura intensiva e chimicamente sostenuta, hanno comportato un impatto cruciale su un sistema fragile per ragioni pedologiche e idrogeologiche. Gli studi realizzati finora hanno mostrato un crescente deterioramento della qualità del suolo e delle acque, soprattutto a causa di pesticidi e fertilizzanti, presenti in misura superiore alle quantità tollerabili. La mancanza di un monitoraggio costante delle attività e delle conseguenze rischia di compromettere definitivamente la sostenibilità dell'agricoltura, mentre è opportuno adattare le diverse forme agricole ai differenti contesti ambientali odierni e futuri.

Approfondimento 16: Integrazione dei sistemi di monitoraggio

(Tratto da D'Antoni et al., 2011)

L'urgenza di attuare un sistema di verifica dello stato ecologico degli ecosistemi acquatici e dello stato di conservazione della biodiversità in essi presente, rende necessaria l'integrazione dei sistemi di monitoraggio istituiti dalle Direttive Uccelli, Habitat e Acque. Dato che tali direttive europee prevedono una tempistica, una scala e dei target di monitoraggio diversi, è necessario attuare accordi fra enti deputati alle attività di monitoraggio (Regioni, ARPA, Province, aree protette, enti di ricerca, ecc.) al fine di ridurre i costi e i tempi di raccolta dei dati. Inoltre è di fondamentale importanza effettuare lo scambio delle informazioni provenienti dai monitoraggi ed avviare un sistema di raccolta dei dati sistemico e sistematico e quindi non occasionale, in modo da poter effettuare correlazioni fra i dati e migliorare il livello di conoscenza dello stato degli ecosistemi acquatici.

Si ritiene importante il campionamento congiunto, o quantomeno lo scambio di dati relativi ai campionamenti, delle macrofite acquatiche secondo la Direttiva Acque e degli habitat acquatici e delle specie floristiche tutelati dalla Direttiva Habitat.

Allo stesso modo è di fondamentale importanza poter effettuare in modo sincrono i monitoraggi degli elementi chimico-fisici e, nel caso siano previsti, dei parametri idromorfologici, con le attività di monitoraggio delle specie tutelate dalle Direttive Habitat e Uccelli legate agli ambienti acquatici. Infatti, informazioni relative alla clorofilla-a, phytoplankton, zooplankton, invertebrati bentonici,

specie esotiche sono utili ad una maggiore comprensione dei trend degli ecosistemi acquatici e delle minacce in atto.

L'analisi dei dati dei monitoraggi su diversi *target* previsti dalle diverse Direttive Europee permette una maggiore conoscenza dello stato dei diversi elementi degli ecosistemi acquatici e di determinare i livelli critici per la valutazione dell'efficacia della loro gestione. Per le piccole zone umide è importante effettuare il monitoraggio delle Diatomee, che tendono a riflettere maggiormente gli impatti sulle caratteristiche fisico-chimiche delle acque, e dei macroinvertebrati, i quali rispondono soprattutto alle alterazioni idromorfologiche dell'habitat primariamente attraverso cambiamenti della ricchezza tassonomica. Per l'analisi del macrobenthos è sufficiente la determinazione fino al livello di famiglia, tranne che per i coleotteri, per i quali è necessaria l'identificazione almeno fino al livello di genere.

Purtroppo, interi ordini di insetti, che presentano al loro interno elevate percentuali di specie endemiche, quali ad esempio Plecotteri (28.5% di specie endemiche in Italia) ed Efemerotteri (21.3%), tra l'altro estesamente utilizzati come bioindicatori nei sistemi di valutazione della qualità degli ecosistemi acquatici, dovrebbero essere maggiormente considerati sia in specifici programmi di tutela della biodiversità. Quindi le informazioni che provengono dai monitoraggi dei macroinvertebrati secondo la Direttiva Acque possono essere utilizzati per incrementare la conoscenza sulla distribuzione e lo stato di specie di interesse conservazionistico.

Dato che la diffusione di alcune specie esotiche può essere il sintomo di un degrado ambientale preesistente, è importante monitorare tale processo e fornire alla banca dati nazionale prevista per l'attuazione della Strategia Nazionale della Biodiversità i dati di presenza di tali specie raccolti nel corso delle attività di monitoraggio, al fine della comprensione dei processi di invasione biologica, per la loro gestione e per il controllo della qualità ambientale.

Pertanto la disponibilità di serie di dati relativi allo stato ecologico dei corpi idrici e allo stato di conservazione di specie ed habitat tutelati dalle Direttive Habitat e Uccelli raccolti con una tempistica analoga, nonché l'integrazione delle informazioni relative alle minacce dalla scala di bacino a quella locale, costituirebbe una base conoscitiva utile a definire le adeguate misure di conservazione. Inoltre, la disponibilità dei suddetti dati permetterebbe di definire le condizioni di riferimento e quindi poter affinare i metodi di valutazione dello stato di conservazione delle specie e degli habitat di interesse comunitario o a priorità di conservazione.

3.3.5.4 Azioni di gestione per favorire l'adattamento al cambiamento climatico

Il cambiamento climatico si sta manifestando sempre più con fenomeni che possono avere notevole impatto sui territori costieri e quelli fortemente legati all'acqua. Sta aumentando il rischio idraulico per effetto degli eventi piovosi sempre più intensi; ma aumentano anche i periodi di siccità con ripercussioni sulla produttività agricola e sulla domanda d'acqua per l'irrigazione; infine, aumentano i conflitti tra usi differenti delle risorse idriche, a discapito degli ecosistemi acquatici che sono i primi ad essere privati di parte dell'acqua per garantire il fabbisogno della domanda di acqua per usi civili e agricoli.

Gli effetti dei cambiamenti climatici in atto (in vista sia di prolungati periodi di siccità che di precipitazioni eccezionalmente abbondanti) sui cicli idrologici e sulla ricchezza in specie delle piccole zone umide, soprattutto in area mediterranea, saranno prevedibilmente significativi e andranno ad aggravare il presente stato di generale degrado di questi biotopi e la tendenza ad una loro progressiva scomparsa, per lo più dovuta ad eccessi di antropizzazione.

Per quanto riguarda le acque di transizione, che costituiscono habitat molto importanti per la sopravvivenza di specie a rischio e a priorità di conservazione (inserite in liste rosse IUCN, in allegati delle Dir. Habitat, Uccelli, delle Convenzioni di Bonn, Barcellona, ecc.), lo stato delle informazioni sulle relazioni causali tra cambiamenti climatici e risposte a livello biologico ed ecologico appare ancora imbrigliato dalla difficoltà di separare gli effetti del cambiamento globale da quelli indotti dalle attività antropiche (tra gli altri, la presenza sempre più pervasiva di specie alloctone) che incidono direttamente su struttura e funzioni degli ecosistemi.

A questo quadro d'insieme deve far riferimento l'analisi dei prevedibili effetti del cambiamento climatico globale che sono di più diretto e rilevante impatto sugli ambienti di transizione e possono essere ricondotti all'innalzamento del livello del mare, all'intensità e frequenza degli eventi meteorologici estremi (e ai riflessi sulla variabilità del regime idrologico dei corsi d'acqua tributari), all'aumento dei valori medi di temperatura. Più incerte sono le previsioni sulla modalità ed sull'intensità di espressione di altri effetti, quali l'acidificazione dei mari.

Un territorio profondamente agricolo come quello dell'agro pontino, attraversato da un fitto reticolo idrografico ma facilmente inondabile, anche a causa delle quote e della vicinanza al mare in progressivo innalzamento, deve porre in essere alcuni interventi, sia strutturali che gestionali, per affrontare adeguatamente tali problemi generati.

Per mitigare gli effetti del cambiamento climatico possono risultare efficaci gli interventi di riqualificazione ambientale che riducano il rischio idraulico, così come la definizione di modalità innovative di gestione della risorsa idrica.

Invece, per tentare un adattamento ai cambiamenti climatici è auspicabile promuovere modifiche nelle pratiche agricole e nel tipo di colture, privilegiando quelle meno idroesigenti. Parte della superficie agricola potrebbe essere dedicata alla forestazione, sviluppando una filiera della biomassa legnosa qualora non possa essere direttamente remunerata la realizzazione di *carbon sink*.

Un'azione di tipo non strutturale può consistere nella destinazione di aree agricole marginali, a monte dei centri abitati o industriali, sulle quali permettere l'esondazione controllata delle acque di eventuali piene eccezionali. Le colture presenti nelle aree agricole così destinate devono essere in grado di non risentire della temporanea sommersione; quelle arboree sono le più adatte, potendo sopportare periodi di sommersione più o meno lunghi a seconda del grado di igrofilia.

Questo intervento necessita di accordi con i proprietari dei terreni agricoli, i quali dovrebbero essere in qualche modo ricompensati, individuando opportuni meccanismi amministrativi e fiscali. Ma le colture arboree da legno potrebbero anche garantire la sostenibilità economica dell'operazione, in presenza di una adeguata filiera del legno.

In questo modo sono le aziende agricole che diventano i fautori di una nuova gestione idraulica del territorio, articolato in una campagna attraversata da corsi d'acqua e zone umide più naturaliformi e da diffuse superfici forestali (alcune più produttive, altre più indirizzate al miglioramento della funzionalità della rete ecologica). Tali trasformazioni devono essere governate da strategie sostenute da adeguate analisi e valutazioni tecnico-economiche, sociali ed ambientali, ed elaborate prendendo come riferimento scenari diversi di cambiamento climatico.

Conclusioni generali

In conclusione, ad integrazione di quanto illustrato nei capitoli precedenti, si riportano di seguito le misure suggerite a livello generale per diverse tipologie di zone umide e per diversi target di conservazione. Tali indicazioni rappresentano dei punti di riferimento oramai obbligati per i gestori del territorio e, in particolare, delle zone umide (D'Antoni *et al.*, 2011).

Le misure di conservazione di specie ed habitat fanno riferimento a quanto riportato nella Strategia Nazionale per la Biodiversità (Area “Specie, habitat e paesaggio”) che considera le indicazioni contenute nelle Direttive Habitat e Uccelli e nelle leggi di recepimento nazionale.

Per quanto riguarda gli interventi di ripristino degli habitat e degli ecosistemi acquatici e la tutela delle risorse idriche si fa riferimento anche a quanto previsto dalla Direttiva Acque e dalla normativa nazionale di riferimento (D.lgs. 152/2006 e decreti di attuazione), al fine del raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici contenuti nei Piani di Gestione di Distretto Idrografico.

Acque interne

In applicazione delle indicazioni contenute nella Direttiva Acque e nel D.lgs. 152/2006 (e dai decreti di attuazione), i due obiettivi principali che devono essere perseguiti per le aste fluviali e le aree riparie sono:

- a) l'aumento della capacità di laminazione nelle fasce perifluviali e la ricostruzione morfologica degli alvei di piena;
- b) la conservazione e il ripristino dell'integrità delle aree riparie e del ruolo che queste giocano, grazie soprattutto alla presenza di zone umide temporanee o permanenti e di fasce boscate, nella modulazione e regolazione di funzioni essenziali (flussi di energia e cicli biogeochimici) dell'ecosistema fluviale.

E' necessario assicurare una portata costante tale da garantire il mantenimento della funzionalità degli ecosistemi acquatici e di minimizzare l'innescò di fenomeni di impatto della predazione da ittiofagi. Inoltre è importante ripristinare, laddove possibile, la continuità dei corpi idrici, anche attraverso la realizzazione di scale di risalita per pesci, la creazione di buche e raschi, di zone umide perifluviali e la riattivazione di lanche, oltre ovviamente a contrastare e a prevenire la diffusione di inquinanti.

Per la conservazione e buona gestione dei laghi si raccomandano interventi focalizzati sulla riduzione del carico di nutrienti, sullo sviluppo di zone litorali vegetate e su una gestione adattativa della pesca.

Piccole zone umide

Per la tutela delle piccole zone umide si considerano prioritarie le seguenti azioni: l'organizzazione ed attuazione di campagne coordinate di monitoraggio anche se non previste da apposita normativa; la tutela delle aree naturalmente ricche di piccole acque che fungono da serbatoi di biodiversità; interventi tesi a contrastare le più diffuse manomissioni antropiche (colmamenti per usi agricoli, zootecnici e irrigui) e l'introduzione di specie alloctone; interventi di riattivazione e di ripristino, basati su criteri di mitigazione ed adattamento, di profili idrogeomorfologici conformi al contesto territoriale e paesaggistico. Inoltre, nello specifico si ritengono importanti le seguenti azioni:

- creazione di piccoli laghetti evitare la realizzazione di nuovi laghetti in siti caratterizzati da un'elevata naturalità (formazioni erbose fiorite); i siti selezionati dovranno avere la disponibilità di acqua suppletiva contraddistinta da buoni parametri di qualità. Si dovrà provvedere a schermare le fonti di immissione di acqua al lago dal possibile carico di inquinanti proveniente dalle aree coltivate; proteggere i laghi dalla lisciviazione di prodotti chimici, creando una zona buffer di 10–20 metri come habitat suppletivo, attraverso la semina di specie native o inerbimenti con specie fiorite, utili per gli insetti impollinatori.
- creare laghi con margini poco acclivi in prossimità della linea di costa e una profondità massima di 2 metri. Ciò faciliterà la deposizione di sedimenti molto fini (fanghi) idonei per la diffusione degli invertebrati che rappresentano il nutrimento per molte specie di uccelli; non introdurre nuove specie di animali o vegetali nei nuovi laghi; nei laghi più grandi di 0.25 ha è consigliabile creare un'isola utile allo svernamento dell'avifauna e di altre specie selvatiche; creare fasce poco profonde intorno ai laghi per consentire la formazione di aree paludose, utili per gli invertebrati. Piccoli alberi o cumuli di sassi collocati in queste aree *buffer* rappresentano ripari utili per anfibi, insetti e rettili.
- Comunicazione e coinvolgimento degli attori sociali (*stakeholders*) nella conservazione delle piccole zone umide
- Educazione ambientale, disseminazione delle informazioni, sensibilizzazione dell'opinione pubblica riguardo le piccole zone umide
- Diffondere tra l'opinione pubblica l'informazione e promuovere la consapevolezza sul ruolo ecologico, culturale, estetico, ricreativo e sociale degli stagni e delle zone umide minori in generale.

Acque di transizione

Si considerano necessari interventi tesi a: ridurre l'apporto agli specchi lagunari di contaminanti dalle diverse fonti di generazione (agricoltura, industria, ecc.); alleggerire e rendere quanto più adattative e flessibili le opere di ingegneria idraulica sia a mare che lungo i corsi d'acqua afferenti; recuperare la qualità ambientale di aree danneggiate o minacciate ricorrendo a tecniche di *ecological restoration*; proteggere habitat e specie a priorità di conservazione (inserite in liste rosse nazionali e/o regionali, in allegati delle direttive Habitat e Uccelli, delle Convenzioni di Berna, Bonn, di Barcellona; specie endemiche, rare, chiave, ombrello, ecc.).

Azioni di particolare rilievo socio - economico devono essere pensate per rendere ecologicamente compatibili attività produttive talora redditizie (è il caso della pesca e della molluschicoltura), che possono in caso contrario portare al collasso le risorse dal cui sfruttamento esse traggono profitto, ovvero determinare – per effetto del continuo disturbo all'avifauna – una virtuale indisponibilità delle aree interessate ad adempiere al ruolo di zone di sosta per gli uccelli acquatici.

La gestione degli ambienti acquatici di transizione è legata alle conoscenze puntuali degli assetti idrodinamici sia in termini spaziali che temporali delle singole aree. Il controllo dell'idrodinamismo permette infatti di prevedere gli andamenti dei fenomeni di eutrofizzazione e le crisi distrofiche e risolvere in tempo reale i rischi derivanti dalle variazioni repentine del tenore di ossigeno, dei *bloom* algali, della deossigenazione della colonna d'acqua, dei nutrienti apportati dalle correnti di *up-* e *down-welling*, ecc.

Per gli ambienti acquatici di transizione di scala ridotta quali gli stagni salmastri, le piccole lagune costiere e gli invasi delle saline in disuso, ai fini gestionali, è utile monitorare, oltre che l'idrodinamismo, lo stato di erosione della linea di costa e il conseguente impatto del cuneo salino.

Interventi urgenti di ripristino quali le attività di ripascimento, la salvaguardia e la stabilizzazione dei posidonieti, l'allocazione, lungo la costa, di soffolte e di barriere artificiali, sommerse e semisommerse, la rimozione di linee elettriche aeree e loro eventuale interrimento devono essere seguiti da interventi di gestione e di pianificazione infrastrutturale su macroscale quali:

- a. il controllo e il mantenimento degli input dei sedimenti fluviali a monte e a valle degli ecosistemi acquatici di transizione
- b. la valutazione d'impatto lì dove è prevista la creazione e l'allargamento di infrastrutture portuali e di viabilità.

Gestione della vegetazione dei corsi d'acqua

Qualità delle acque

- il raggiungimento dello stato ecologico “buono” dei canali e dei fossi è essenziale per il mantenimento della naturalità dei canali di drenaggio.

- una valutazione del rischio ambientale conseguente all'uso di pesticidi e fertilizzanti consente di effettuare una gestione di tali input evitando il dilavamento di questi ultimi;
- la creazione di fasce tampone adiacenti ai canali consente di ridurre l'inquinamento per erosione e scorrimento;
- una corretta gestione del suolo delle aree coltivate consente di ridurre lo scorrimento di sedimenti verso l'acqua.

Pulizia dei fossi e dei canali

- Evitare la pulizia nel periodo primaverile / estivo;
- evitare l'utilizzo di erbicidi per il controllo della vegetazione dei fossi e dei loro argini;
- evitare di scavare almeno un terzo della larghezza dei canali per non recare danni alla vegetazione acquatica.

Gestione degli argini

- mantenere un'elevata diversità di habitat lungo l'argine dei canali. A tal fine praticare il taglio a rotazione nelle aree coltivate evitando il periodo primaverile ed estivo per consentire la nidificazione;
- favorire il pascolo lungo i bordi dei fossi a vantaggio delle piante annuali e di alcuni invertebrati;
- mantenere alberi isolati e *patch* di arbusti in modo da consentire l'ombreggiamento di larghe sezioni dei fossi;
- evitare la piantagione di nuovi alberi o siepi, mantenere basse le piante esistenti e gestire la vegetazione arbustiva lungo i fossi per aumentare la presenza di uccelli acquatici e di altre specie animali
- mantenere all'intersezione dei fossi con acque stagnanti e fangose per creare habitat idonei agli invertebrati, fonte di cibo per l'avifauna.

Agricoltura

A partire dal 2003 con la riforma della Politica Agricola Comunitaria (PAC) i beneficiari di pagamenti diretti sono soggetti all'obbligo del rispetto di una serie di atti e norme relativi alla gestione sostenibile dei terreni agricoli, la cosiddetta "condizionalità" della PAC. Si tratta di un importante strumento finanziario che può comportare la riduzione dei pagamenti erogati a favore degli agricoltori, nel caso questi non attuino le suddette norme.

Il D.M. 22 dicembre 2009, recante la disciplina del regime di condizionalità ai sensi del regolamento (CE) n. 73/2009 e delle riduzioni ed esclusioni per inadempienze dei beneficiari dei pagamenti diretti e dei programmi di sviluppo rurale, prevede l'obbligo del rispetto di determinati

Criteri di Gestione Obbligatoria (CGO) e di Buone Condizioni Agronomiche e Ambientali (BCAA). Le direttive “Habitat” e “Uccelli” sono incluse tra i CGO da rispettare dagli agricoltori per beneficiare dei pagamenti diretti della PAC.

La condizionalità, inoltre, rappresenta la “*baseline*” di riferimento per le misure a carattere volontario previste dai programmi di sviluppo rurale. Nello specifico, come previsto dal Decreto Ministeriale 17/10/2007 e ss.mm., si ritiene utile incentivare in generale l’agricoltura biologica e la riduzione o la minimizzazione dell’ utilizzo di macchinari e di fitofarmaci.

I vantaggi ambientali sono molteplici:

- Miglioramento delle riserve di carbonio organico, l’attività biologica, la biodiversità e la struttura
- del suolo;
- Aumento della capacità di assorbimento del suolo che, grazie ad una maggiore attività biologica, assume una struttura ricca di macrobiopori ben connessi ed essenzialmente verticali, che aumentano l’infiltrazione dell’acqua e la resistenza del suolo alla compattazione;
- Aumento della capacità depurativa del suolo dovuta ad una minore perdita di suolo e di nutrienti,
- ad una più rapida degradazione dei pesticidi e a un maggior adsorbimento (determinato da un aumento del contenuto di sostanza organica e dell’attività biologica) che garantiscono una migliore qualità dell’acqua;
- Minore perdita di suolo grazie al mantenimento della struttura e della copertura vegetale che contengono il ruscellamento e l’erosione;
- Diminuzione delle emissioni di anidride carbonica dovute al ridotto utilizzo di macchinari e del maggiore accumulo di carbonio organico;
- Diminuzione dell’utilizzo di fertilizzanti e di interventi per il recupero dei terreni.

La conservazione del suolo ha poi come effetto derivato il mantenimento della catena trofica, a livello di micro-fauna e avifauna delle risaie, regolando le popolazioni di insetti potenzialmente nocivi per la pianta ed impedendo così il loro eccessivo proliferare a danno del raccolto. Per questo è possibile eliminare l’utilizzo di fitofarmaci e diserbi.

A tutto ciò va aggiunto l’effetto, determinante per le aree costiere, di contrasto all’intrusione del cuneo salino e conservazione quali-quantitativa della falda freatica.

Acquacoltura

Le pratiche d’acquacoltura estensiva, se ben gestite, rappresentano un esempio di approccio ecosistemico in acquacoltura e una delle modalità di sviluppo sostenibile nelle aree umide. Si

raccomanda la valutazione del valore economico totale dei beni e dei servizi delle aree umide utilizzate per l'acquacoltura in termini monetari per facilitare la scelta di strategie sostenibili sotto il profilo economico e ambientale.

Si ritiene necessaria la valutazione sito-specifica delle pressioni e di rischio ambientale indotto dalle attività d'allevamento quando queste insistono in aree umide d'interesse ambientale che includa uno *screening* iniziale su:

- 1) gli habitat sensibili (Direttiva Habitat; classificazione EUNIS; aree Ramsar) e le specie sensibili (Allegato IV della Direttiva Habitat e Allegato I della Direttiva Uccelli) nei siti d'acquacoltura e obiettivi di conservazione;
- 2) i livelli di pressione di ogni categoria di pressione in relazione al sistema di produzione, basata sulla letteratura di riferimento e sistema esperto;
- 3) la sensibilità degli habitat e delle specie chiave alle differenti categorie di pressione, basata sulla letteratura di riferimento e sistema esperto.

Il rischio d'impatto su habitat e specie sensibili delle pressioni combinate potrà essere calcolato con (Rischio= livello di pressione x sensibilità) con il sistema del "giudizio esperto".

Pioppicoltura

Si raccomanda l'uso di disciplinari di coltivazione del pioppo, che prevedono un uso limitato e controllato di prodotti chimici (antiparassitari e concimi) e una riduzione delle lavorazioni del suolo secondo gli schemi *Forest Stewardship Council* (FSC) e *Programme for Endorsement of Forest Certification schemes* (PEFC) per la certificazione forestale dei pioppeti. Lo standard FSC è considerato più sostenibile per l'obbligo di riservare una certa superficie aziendale allo sviluppo di vegetazione autoctona e per il divieto di realizzare nuovi impianti omogenei per età e composizione clonale maggiori di 10 ha, anche se difficile da attuare in modo rigoroso.

Per interventi pilota di riqualificazione, protezione e rinaturazione finalizzati ad aumentare la capacità autodepurativa delle fasce fluviali, ricostituire agro-ecosistemi naturaliformi, reinserire specie scomparse negli ambienti di origine, collegare tra loro ambienti frammentati attraverso la creazione di nuovi habitat e, infine, creare aree idonee alla fruizione turistica e didattico-ricreativa, è auspicabile l'impiego di materiale genetico di sicura origine e identità mantenuto in collezioni *ex-situ* presenti ad esempio negli archivi vegetali del CRA-PLF.

Prevenzione e mitigazione degli impatti delle specie esotiche invasive

Le attività di prevenzione delle nuove introduzioni e il rilevamento precoce delle specie alloctone più pericolose si dimostrano particolarmente importanti perché in genere l'eradicazione di una

specie esotica è più efficace se l'invasione si trova ancora nelle fasi iniziali. Per questo motivo viene raccomandata la creazione di un sistema di pre-allarme (*early warning system*).

Ogni progetto di eradicazione deve basarsi su solide conoscenze scientifiche, coinvolgere le amministrazioni locali, sensibilizzare la popolazione e prevedere operazioni di monitoraggio per la corretta valutazione dei risultati ottenuti. Quando l'eradicazione non è ormai più praticabile, anche le azioni di controllo e di contenimento a lungo termine possono dimostrarsi una valida alternativa sotto l'aspetto dell'analisi costi-benefici.

In ogni caso, le attività di monitoraggio svolgono un ruolo essenziale per la comprensione dei processi di invasione biologica e per la loro gestione, per la verifica dei risultati ottenuti e per il controllo della qualità ambientale. Inoltre, la diffusione di alcune specie esotiche può essere semplicemente il sintomo di un degrado ambientale pre-esistente: oltre a rappresentare una pressione, queste specie possono quindi funzionare da indicatori.

Vanno comunque prese in considerazione alcune azioni specifiche:

- Formazione e costante aggiornamento del personale delle Aree protette; sviluppo di nuove competenze su tutti gli aspetti rilevanti delle invasioni biologiche.
- Creazione di team specializzati sulle *Invasive Alien Species* (IAS) negli organici delle Aree Protette (formati tramite specifici corsi) con compiti di intervento rapido per la gestione di nuove invasioni, di eradicazione e gestione delle IAS.
- Ruolo attivo delle AP nella gestione delle IAS anche in aree esterne alle Aree protette, con particolare riferimento alle aree contigue.
- Sviluppo di campagne di educazione e informazione sulle IAS rivolta al pubblico, ai politici, agli studenti, al personale e ai gestori delle AP. Le AP come punti focali per la diffusione delle conoscenze sulla problematica delle IAS.
- Attività di sensibilizzazione delle istituzioni e dei decisori al fine di garantire il supporto a politiche nazionali e locali sulle IAS.
- Elaborazione ed applicazione di codici delle migliori pratiche a larga scala e a scala locale.
- Promozione di protocolli volontari tra parchi ed aziende vivaistiche che operano nei dintorni dei parchi per la sospensione della produzione e vendita di specie invasive (alloctone o con *wild relative*).
- Attivazione di programmi di indagine su *taxa* ripariali autoctoni individuando le formazioni naturali di una certa entità da tutelare (ad esempio Pioppo nero lungo i fiumi).
- Attivazione di indagini e attività volte alla conservazione delle formazioni naturali relitte di *Populus nigra* e *Populus alba* anche per evitare forme di inquinamento genetico con gli ibridi coltivati, ampiamente diffusi nella fasce fluviali.

- Introduzione di uno specifico iter autorizzativo, con parere tecnico obbligatorio di ISPRA, per i ripopolamenti di fauna ittica.

Attività alieutiche

Sono necessarie le seguenti azioni:

- divieto di introduzione in natura di specie ittiche e popolazioni non autoctone;
- applicazione delle indicazioni contenute nello specifico *“Piano d’azione generale per la conservazione dei Pesci d’acqua dolce italiani”* e successivi aggiornamenti;
- adeguamento delle leggi sulla pesca da parte delle Regioni e riguardo alle prescrizioni del Piano di Gestione di Distretto Idrografico;
- adeguamento dei Piani ittici provinciali alle suddette prescrizioni;
- sensibilizzazione dei pescatori e delle associazioni alieutiche per la tutela degli ecosistemi acquatici;
- contrastare e disincentivare l’utilizzo di materiali contenenti piombo e controllare la raccolta di reti, ami innescati e dispersi che rimangono nel fondo e possono determinare la moria in particolare di pesci e di uccelli acquatici;

Attività venatorie

Sono opportune le seguenti azioni:

- obbligo dell’utilizzo delle munizioni in lega in tutte le zone umide secondo la definizione della Convenzione di Ramsar (non solo quelle designate Zone Ramsar), nonché in aree agricole utilizzate anche solo temporaneamente dall’avifauna acquatica (es. nelle ore notturne), in applicazione delle indicazioni di AEWA.
- adattamento dei calendari venatori al variare dello status delle specie *target* e delle conoscenze relative ad esse.
- sospensione dell’attività venatoria in situazioni climatiche critiche (gelo, neve, carenza idrica) su comprensori vasti (minimo l’ambito provinciale) e non in maniera puntuale solo dove il fenomeno viene osservato).
- considerazione del problema del disturbo venatorio allo scopo di evitare situazioni critiche in prossimità (minimo 0,5-1 km) di zone protette o zone-corridoio comprese tra due istituti di tutela.

Contributi gestionali specifici

Come contributo specifico alla redazione del Programma di Riqualificazione Ambientale dell'Agro Pontino, si sintetizzano di seguito le principali linee guida per la gestione delle aree protette presenti nella piana pontina al fine di raggiungere gli obiettivi di conservazione e/o recupero delle zone umide e degli habitat e specie in esse presenti (tratte, con modificazioni e aggiornamenti, da Montemaggiori, 2000, AA.VV., 2004, Giunti *et al.*, 2009, Perotto e Valle, 2010).

Parco Nazionale del Circeo

Uccelli acquatici

- Rinaturazione delle rive dei laghi costieri e sbancamento degli argini di pietra;
- Creazione di nuove aree di canneto, estese, favorendo la creazione di corridoi tra diversi corpi d'acqua;
- Mantenimento ed incremento dei prati e pascoli soggetti ad allagamento stagionale;
- Ripristino ove necessario della rete delle canalizzazioni favorendo il mantenimento naturale delle rive;
- Creazione di spiagge fangose con acqua bassa ai margini dei principali corpi d'acqua;
- Controllo del randagismo canino e felino;
- Protezione delle aree di sosta notturna e di nidificazione;
- Miglioramento della qualità delle acque dei corsi e canali;
- Definizione delle zone umide da destinare a riserva integrale;
- Posizionamento di pali e posatoi all'interno dei laghi;
- Creazione di capanni per l'osservazione didattico-turistica e il monitoraggio scientifico.

Rettili

- Riduzione della pressione antropica, soprattutto quella determinata in estate dal turismo e in autunno dai raccoglitori di funghi;
- Inserimento di elementi utili al superamento delle infrastrutture viarie (ad es. ecodotti, sottopassi, ecc.);
- Conservazione delle pozze astatiche ("piscine") presenti nella foresta planiziare;
- Riduzione dell'inquinamento delle acque superficiali;
- Divieto dell'utilizzo di biocidi in agricoltura;
- Recupero della naturalità delle rive dei laghi costieri, consentendo lo sviluppo della vegetazione ripariale e facilitando l'accesso all'acqua inserendo morfologie spondali meno ripide;

- Controllo delle popolazioni di specie esotiche più competitive nei confronti di quelle autoctone (in particolare le testuggini esotiche che competono con la testuggine palustre);
- Definizione delle zone umide da destinare a riserva integrale;
- Testuggine palustre (*Emys orbicularis*)
- Conservazione delle piscine nella foresta planiziale;
- Recupero e gestione compatibile delle sponde dei corpi idrici;
- Riduzione dell'inquinamento delle acque superficiali;
- Eliminazione della pratica della bruciatura della vegetazione dei fossi e spondale;
- Controllo del randagismo canino.

Anfibi

- Miglioramento della qualità delle acque superficiali;
- Conservazione delle piscine nella foresta planiziale;
- Recupero della naturalità delle sponde dei corpi idrici;
- Controllo delle popolazioni di testuggini, pesci e gamberi esotici predatori di anfibi;
- Aggiornare i dati sullo stato di conservazione delle popolazioni delle specie autoctone attualmente segnalate come presenti, in particolare l'ululone appenninico (*Bombina pachypus*), la salamandrina dagli occhiali (*Salamandra perspicillata*) e la rana agile (*Rana dalmatina*);
- Inserimento di elementi utili al superamento delle infrastrutture viarie (ad es. ecodotti, sottopassi, ecc.);
- Divieto dell'utilizzo di biocidi in agricoltura;
- Controllo del randagismo canino e felino;
- Produzione di materiale didattico-divulgativo e di tabellonistica funzionale alla conservazione di tutti gli anfibi autoctoni (e anche dei rettili).

Mammiferi

- Nutria (*Myocastor coypus*)
- Realizzazione di analisi volte alla quantificazione della consistenza della popolazione;
- Definizione di un piano di eradicazione o, quantomeno, di contenimento demografico.

SIC Laghi Gricilli

Azioni di gestione generali

- Incentivazioni alla conservazione e realizzazione di fasce ecotonali, siepi e nuclei boscati;
- Incentivazione dell'agricoltura biologica;
- Controllo delle popolazioni di specie esotiche invasive;
- Recupero della naturalità delle sponde e regolamentazione della manutenzione dei fossi e canali;

- Inserimento di tabelle informative sulle specie a rischio di estinzione;
- Recupero della funzionalità della rete ecologica locale, realizzazione di *stepping stone* cespugliati e boscati, eliminazione delle barriere o realizzazione di interventi utili per il loro superamento;
- Divieto di caccia nelle aree interne e limitrofe al SIC;
- Controllo dei prelievi delle acque superficiali e in falda;
- Incentivazione alla diversificazione delle coltivazioni;
- Reintroduzione di specie di interesse conservazionistico estinte recentemente a scala locale e segnalate in precedenza nel Sito;
- Migliorare l'infrastrutturazione turistica (capanni di osservazione, sentieri ciclo-pedonali, tabellazione, ecc).

Habitat

- 6420 Praterie umide mediterranee con piante erbacee alte del *Molinion-Holoschoenion*
 - Mantenimento di un livello alto della falda attraverso la riduzione dei prelievi idrici;
 - Riduzione del carico pascolivo e delle pratiche agricoli intensive;
 - Riduzione dell'inquinamento delle acque;
 - Miglioramento della composizione e aumento dell'estensione.
- 3150 Laghi eutrofici naturali con vegetazione del *Magnopotamion* o *Hydrocharition*
 - Mantenimento della vegetazione ripariale;
 - Recupero della naturalità delle sponde;
 - Riduzione dell'inquinamento delle acque superficiali e sotterranee;
 - Controllo delle popolazioni delle specie alloctone invasive (*Nelumbo nucifera*, *Elodea canadensis*, *Myocastor coypus*);
 - Riduzione del carico pascolivo e degli usi agricoli.

Flora

- Ninfea bianca (*Nymphaea alba*)
 - Miglioramento della qualità delle acque superficiali e sotterranee;
 - Oculata manutenzione della vegetazione ripariale e acquatica, in particolare nell'area del Lago San Carlo dove è presente l'unica popolazione in buono stato di conservazione attualmente nota nella piana pontina;
 - Limitazione dell'impatto della nutria (*Myocastor coypus*).
- Cardo di Montpellier (*Cirsium monspeliensis*)
 - Miglioramento della qualità delle acque superficiali e sotterranee;
 - Attenta manutenzione della vegetazione ripariale.

○ Soldinella reniforme (*Hydrocotyle ranunculoides*)

- Miglioramento della qualità delle acque superficiali e sotterranee;
- Oculata manutenzione della vegetazione ripariale e acquatica, in particolare nell'area del fiume Ufente dove è segnalato l'unico popolamento attualmente noto nella piana pontina.

Pesci

- Vietare o regolamentare gli usi ricreativi ed alieutici dei laghi;
- Eradicare o controllare le popolazioni delle specie alloctone invasive (*Micropterus salmoides*, *Lepomis gibbosus*, *Gambusia holdbrooki*);
- Ridurre l'inquinamento delle acque;
- Recuperare la naturalità delle sponde e della vegetazione acquatica;
- Interventi di ripopolamento di specie coerenti con l'ecologia dei luoghi e precedentemente segnalate nell'area: *Cobitis taenia* e *Rutilus rubilio*.

Anfibi

- Attenta regolamentazione della manutenzione della vegetazione spondale e acquatica ed eliminazione della pratica della bruciatura dei canneti e cespuglieti ripariali;
- Limitazione dell'utilizzo dei pesticidi e fitofarmaci in agricoltura, in particolare nella stagione riproduttiva (primavera-estate);
- Recupero della qualità delle acque superficiali e della naturalità delle sponde dei corsi d'acqua;
- Eliminazione delle specie alloctone predatrici e più competitive (anche evitando l'immissione di specie ittiche alloctone a beneficio della pesca sportiva);
- Inserimento di ecodotti per il superamento delle infrastrutture viarie.

Rettili

- Inserimento di nuclei arbustivi e arborei per consentire il rifugio dei rettili;
- Eliminazione della pratica della bruciatura dei canneti e cespuglieti ripariali e delle stoppie;
- Educazione alla conservazione dei serpenti, accomunati tutti alle vipere.

○ Testuggine palustre (*Emys orbicularis*)

- Regolamentazione della tempistica e delle modalità di attuazione della manutenzione della vegetazione spondale;
- Miglioramento della qualità delle acque;
- Limitazioni all'utilizzo dei biocidi in agricoltura;
- Controllo delle popolazioni di testuggini esotiche.

Uccelli

- Limitazione e regolamentazione degli interventi di manutenzione della vegetazione ripariale;
- Creazione di boschetti igrofili e incremento dell'estensione dei canneti e pantani;

- Riduzione dell'utilizzo di biocidi in agricoltura;
- Limitazione delle attività antropiche impattanti, caccia inclusa.
- Tarabusino (*Ixobrychus minutus*)
 - Interruzione della manutenzione della vegetazione durante i periodi di nidificazione;
 - Divieto dell'uso del fuoco per l'eliminazione della vegetazione dei fossi;
 - Divieto di caccia nelle aree interne al Sito e contigue.
- Falco di palude (*Circus aeruginosus*)
 - Incremento della disponibilità trofica favorendo il mantenimento di una buona comunità ornitica e anfibia;
 - Divieto di caccia nelle aree interne al Sito e contigue.
- Forapaglie castagnolo (*Acrocephalus melanopogon*)
 - Oculata manutenzione della vegetazione;
 - Divieto dell'uso del fuoco per l'eliminazione della vegetazione dei fossi;
 - Riduzione delle fonti di disturbo antropico, caccia inclusa.

Mammiferi

- Diversificazione del paesaggio agrario con inserimento di nuclei di vegetazione arborea e arbustiva autoctona e coerente con l'ecologia dei luoghi;
- Conservazione attiva della popolazione di arvicola terrestre (*Arvicola terrestris*), unico roditore acquatico indigeno presente con buona probabilità nell'area;
- Gestione demografica della nutria (*Myocastor coypus*);
- Divieto di caccia nelle aree interne al Sito e contigue.

SIC Canali in disuso della bonifica pontina

Azioni di gestione generali

- Incentivazione dell'agricoltura biologica;
- Regolamentazione della manutenzione dei fossi e canali;
- Recupero della naturalità delle sponde;
- Recupero della funzionalità della rete ecologica locale, realizzazione di *stepping stone* cespugliati e boscati, eliminazione delle barriere o realizzazione di interventi utili per il loro superamento;
- Controllo delle popolazioni di specie esotiche invasive;
- Inserimento di tabelle informative sulle specie a rischio di estinzione;
- Divieto di caccia nelle aree interne e limitrofe al SIC;
- Controllo dei prelievi delle acque superficiali e in falda.

Habitat

- 3260 Fiume delle pianure e montani con vegetazione del *Ranunculus fluitantis* e *Callitriche-Batrachion*
- Riduzione dell'inquinamento delle acque sia superficiali che sotterranee;
- Mantenimento di un livello adeguato di portata durante tutto l'anno;
- Recupero della qualità strutturale e compositiva della vegetazione ripariale;
- Riduzione del disturbo operato dalle specie esotiche, in particolare la nutria (*Myocastor coypus*), il gambero della Louisiana (*Procambarus clarkii*) e la peste d'acqua comune (*Elodea canadensis*).

Pesci

- Rovella (*Rutilus rubilio*)
- Recupero della qualità delle acque del fiume Amaseno, della naturalità delle sponde e della copertura della vegetazione acquatica, fondamentale per questa specie a deposizione fitofila;
- Interventi di restocking.

Anfibi

- Recupero della qualità delle acque superficiali e della naturalità delle sponde dei corsi d'acqua (con incremento della copertura vegetale arbustiva e arborea);
- Limitazione o, meglio, eliminazione dell'utilizzo dei pesticidi e fitofarmaci nella stagione riproduttiva (primavera-estate);
- Eliminazione della pratica della bruciatura dei canneti e cespuglieti ripariali;
- Eliminazione delle specie alloctone predatrici e più competitive (anche evitando l'immissione di specie ittiche alloctone a beneficio della pesca sportiva);
- Inserimento di ecodotti per il superamento delle infrastrutture viarie.

Rettili

- Sviluppo di piccoli nuclei arbustivi e arborei, siepi e cespuglieti, per il rifugio;
- Eliminazione della pratica della bruciatura dei canneti e cespuglieti ripariali e delle stoppie;
- Inserimento di ecodotti per il superamento delle infrastrutture viarie.

Uccelli

- Garzetta (*Egretta garzetta*)
- Incremento e ricostituzione della vegetazione ripariale;
- Incremento degli habitat utilizzati per l'attività trofica (pantani e prati allagati);
- Impianto di nuclei forestali igrofili;
- Divieto di caccia nelle aree interne al Sito e contigue, in particolare lungo il fiume Amaseno.
- Falco di palude (*Circus aeruginosus*)

- Incremento della disponibilità trofica favorendo il mantenimento di una buona comunità ornitica e anfibia;
- Divieto di caccia nelle aree interne al Sito e contigue.

Mammiferi

- Diversificazione del paesaggio con inserimento di nuclei di vegetazione arborea e arbustiva.

Bibliografia

- AA.VV., 2003. *Gestione delle aree di collegamento ecologico funzionale. Indirizzi e modalità operative per l'adeguamento degli strumenti di pianificazione del territorio in funzione della costruzione di reti ecologiche a scala locale*, Manuali e Linee Guida ISPRA, Roma.
- AA.VV., 2003. *Progetto Life Econet - I canali di bonifica e i corsi d'acqua delle provincie di Modena e Bologna. Verso la creazione della rete ecologica di pianura*. Regione Emilia-Romagna, Bologna.
- AA.VV., 2004. *Atlante del territorio del SIC "Canali in disuso della bonifica Pontina" (IT6040008)*. In: Perotto C. e Valle N. (a cura di), 2010. Rete ecologica dei Monti Lepini, Ausoni e Aurunci. Gangemi editore, Roma.
- AA.VV., 2004. *Atlante del territorio del SIC "Laghi di Gricilli" (IT6040003)*. In: Perotto C. e Valle N. (a cura di), 2010. Rete ecologica dei Monti Lepini, Ausoni e Aurunci. Gangemi editore, Roma.
- AA.VV., 2007. *Criteri generali per la definizione delle condizioni di riferimento dei corpi idrici di transizione ai sensi della Direttiva 2000/60/CE*. Protocolli ICRAM.
- AA.VV., 2009. *Il ripristino degli ecosistemi marino-costieri e la difesa delle coste sabbiose nelle aree protette*. Rapporti ISPRA n. 100/2009.
- AA.VV., 2012. *Layman's Report del Progetto Life Sustgreenhouse*. ARSIAL - Università di Bologna.
- Abati S., Castorina M., Iberite M., Minciardi M.R., Pelliccioni I., Spada C.D., 2010. *Utilizzo di macrofite come bioindicatori nelle acque interne dell'Agro Pontino (Lazio meridionale)*. In: Bottarin R., Schirpke U., Tappeiner U., Oggioni A., Bolpagni R., Macrofite & Ambiente. Atti del XIX Congresso della Società Italiana di Ecologia Bolzano, 15-18 settembre 2009 (volume 3).
- Agapito Ludovici A., Cremascoli F., Fanfani E., Pirovano S., Sozzi P., 2006. *La gestione naturalistica del reticolo idrico di pianura*. WWF Italia Onlus, Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana.
- Alonzi A., Genovesi P., Andaloro F., Baccetti N., D'Antoni S., Marino G. e Piccini C., 2011. *Strategia nazionale sulle specie alloctone invasive*. MATTM - ISPRA.
- Ambrosetti W., Barbanti L. & Carrara E.A. 2007. *Riscaldamento delle acque profonde nei laghi italiani: un indicatore di cambiamenti climatici*. In: Carli B. et al. (eds), *Clima e Cambiamenti Climatici*. Le attività di ricerca del CNR. Consiglio Nazionale delle Ricerche: 601-604.
- Andersen E., 2004. *Developing a high nature value indicator*. Internal report. European Environment Agency, Copenhagen.
- Anzalone B., Iberite M., Lattanzi E., 2010. *La Flora vascolare del Lazio*. Inf. Bot. Ital., 42 (1) 187-317.
- APAT, 2005. *Zone umide in Italia. Elementi di conoscenza*. A cura del CTN_NEB, Centro Tematico Nazionale - Natura e Biodiversità.
- Aquater, 1988. *Redazione di un Piano di gestione per il Parco Nazionale del Circeo. Relazione Tecnica*. Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste - Gestione ex A.S.F.D.
- Aquiloni L., Tricarico E., Gherardi F., 2010. *Crayfish in Italy: distribution, threats and management*. Int. Aquat. Res., 2: 1-14.

- Attorre F., Bruno F., Danovaro R., Ferrari I., Gatto M., Navarra A. & Valentini R. 2009. *Cambiamenti climatici e biodiversità. Studio della mitigazione e proposte per l'adattamento. Verso la Strategia Nazionale per la Biodiversità*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Direzione per la Protezione della Natura, 38 pp.
- Baccetti N., P. Dall'Antonia, P. Magagnoli, L. Melega, L. Serra, C. Soldatini & Zenatello M., 2002. *Risultati dei censimenti degli uccelli acquatici svernanti in Italia: distribuzione, stima e trend delle popolazioni nel 1991-2000*. Biol. Cons. Fauna, 111: 240 pp.
- Balmford, A., Bruner, A., Cooper, P., Costanza, R., Farber, S., Green, R.E., Jenkins, M., Jefferiss, P., Jessamy, V., Madden, J., Munro, K., Myers, N., Naeem, S., Paavola, J., Rayment, M., Rosendo, S., Roughgarden, J., Trumper, K. & Turner, R.K., 2002. *Economic reasons for conserving wild nature*. Science 297: 950-953.
- Bartolini A. e Pellegrini R., 2009. *SOS Piante Acquatiche. Caratteristiche, declino e conservazione della flora delle zone umide toscane - Relazioni con la fauna*. WWF Ricerche e Progetti srl, Roma.
- Besio F., Lucchetta A. (a cura di), 1993. *Manuale tecnico di ingegneria naturalistica*. Regione Emilia-Romagna, Regione Veneto.
- Bischetti G., Chiaradia E.A., Conti M., Di Fidio M., Morlotti E., Cremascoli F., (a cura di), 2008. *Linee guida per la Riqualificazione dei Canali Agricoli (LIRICA)*. Quaderni della ricerca n. 92, Milano.
- Bischetti G.B., 2003. *Interventi di sistemazione dei corsi d'acqua a basso impatto ambientale e interazione tra vegetazione e deflusso*. In: Bischetti G.B., D'Agostino V., Baldo G., Goltara A., Boz B., Quaderni: Corsi d'acqua e aree di sponda: per un progetto di valorizzazione. Tecniche d'intervento sui corsi d'acqua e sulle aree spondali, pp. 40, Ed. Sestante.
- Blasi C., Paoletta A., 1992. *Progettazione ambientale, Cave, fiumi, strade, parchi, insediamenti*. NIS, Firenze.
- Blasi C., Audisio P., Copiz R., Iberite M., Frondoni R., Tilia A., Zavattero L., 2010. *La Rete Ecologica Territoriale per la conservazione e gestione delle zone umide del Parco Nazionale del Circeo*. Atti del convegno SIEP-IALE "Ecologia del Paesaggio per la gestione delle zone umide" (Ravenna, 3-4 dicembre 2009): 18-25.
- Blasi C., Bianco P., Copiz R., Cornelini P., Ercole S., Zavattero L., 2010. *Analisi e progettazione botanica per gli interventi di mitigazione degli impatti delle infrastrutture lineari*. In: AA.VV., Ambiente, Paesaggio e Infrastrutture Vol. 1. ISPRA Manuali e Linee guida, 65/2010.
- Blasi C., Copiz R., Zavattero L., 2010. *L'Approccio Ecosistemico per la salvaguardia e lo sviluppo sostenibile della fascia costiera*. In: Leonardi S., Marta M. (a cura di), Le borgate marittime del litorale laziale. Tra memoria storica e prospettive di sviluppo sostenibile del territorio. Atti del Seminario della Società Geografica Italiana. Centro Stampa "Nuova Cultura", Roma. Pag. 67-79.
- Borghese A. e Dario S. (a cura di), 2005. *Adegamenti necessari per la messa a norma delle strutture poderali presenti all'interno del comprensorio di Fogliano e ridefinizione delle basi aziendali per il conseguimento della compatibilità ambientale delle attività imprenditoriali nel Parco Nazionale del Circeo*. Relazione inedita.
- Borin M., Vinello M., Morari F., Zanin G., 2005. *Effectiveness of buffer strips in removing pollutants in runoff from a cultivated field in North-East Italy*. In: Agriculture, Ecosystems e Environment, Amsterdam.
- Brookes A., 1999. *Channelized rivers perspectives for environmental management*. John Wiley & Sons, New York.

- Brookes A., Shields F.D., 1996. *River channel restoration - Guiding principles for sustainable projects*. John Wiley e Sons, Chichester.
- Budoni (a cura di), 2008. *Quadro sintetico delle conoscenze ambientali e territoriali esistenti e da sviluppare per la progettazione, gestione e monitoraggio di interventi finalizzati alla salvaguardia della biodiversità degli habitat del lago dei Monaci*. Università di Roma La Sapienza, CSSP di Latina. Relazione inedita.
- Caggianelli A., Ricciardelli F., Monaci M., Boz B. (a cura di), 2012. *Linee guida per la riqualificazione ambientale dei canali di bonifica in Emilia-Romagna*. Regione Emilia-Romagna, Direzione Generale Ambiente e Difesa del Suolo e della Costa, CIRF (Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale).
- Cecchinelli E., Martini I., Aquiloni L., Tricarico E., Gherardi F., 2008. *L'uso di trappole e di predatori indigeni per il controllo del Gambero Invasivo (Procambarus clarkii) nel Consorzio della Bonifica Parmigiana Moglia Secchia*. Dipartimento di Biologia Evoluzionistica "Leo Pardi", Firenze.
- Celesti-Grapow L., Alessandrini A., Arrigoni P.V., Assini S., Banfi E., Barni E., Bovio M., Brundu G., Cagiotti M., Camarda I., Carli E., Conti F., Del Guacchio E., Domina G., Fascetti S., Galasso G., Gubellini L., Lucchese F., Medagli, Passalacqua N., Peccenini S., Poldini L., Pretto F., Prosser F., Vidali M., Villani M.C., Viegi L., Wilhalm T. & Blasi C., 2009. *Non native flora of Italy: distribution and threats*. Plant Biosystems, 144: 12-28.
- Celesti-Grapow L., Pretto F., Carli E., Blasi C. (a cura di), 2010. *Flora vascolare alloctona e invasiva delle regioni d'Italia*. Casa Editrice Università La Sapienza, Roma.
- Cerfolli F., Novelli C., Bellisario B., Nascetti G., 2009. *Il ruolo del detrito vegetale autoctono ed alloctono quale regolatore della struttura della comunità macroinvertebrata nell'ecosistema acquatico artificiale delle Saline di Tarquinia*. Atti dei Convegni dell'Accademia dei Lincei n. 250.
- CIRF (a cura di), 1995. *Manuale di riqualificazione fluviale. Le esperienze pioniere della riqualificazione fluviale in Europa*. Mazzanti Editore, Mestre.
- Clements D., Dugdale T.M. and Hunt T.D., 2011. *Growth of aquatic alligator weed (Alternanthera philoxeroides) over 5 years in south-east Australia*. Aquatic Invasions, Volume 6, Issue 1: 77-82.
- Cocchi R., Riga F., 2001. *Linee guida per il controllo della Nutria (Myocastor coypus)*. Quaderni di Conservazione della Natura, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, INFS.
- COM (2009) 162 definitivo (2009): Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo e al Consiglio. *Costruire un futuro sostenibile per l'acquacoltura. Un nuovo impulso alla strategia per lo sviluppo sostenibile dell'acquacoltura europea*.
- Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive 2000/60/CE, 2003. *Wetland Horizontal Guidance*. Horizontal Guidance document on the role of wetland in the WFD, 17/12/2003.
- Conte G., Monaci M., Boz B. (a cura di), 2005. *Studio per la individuazione delle aree prioritarie per la messa a dimora di fasce tampone vegetate finalizzate al controllo dell'inquinamento di origine diffusa lungo i corsi d'acqua dell'intero bacino del fiume Po*. Autorità di bacino del fiume Po.
- Cornelio P., 2001. *La manutenzione dei canali in presenza di Fasce tampone boscate*. Newsletter FTB 2: 7-9.

- Csurhes S. and Markula A., 2010. *Pest plant risk assessment: Alligator weed (Alternanthera philoxeroides)*. State of Queensland, Department of Employment, Economic Development and Innovation.
- D'Antoni S. e Natalia M.C. (a cura di), 2010. *Sinergie fra la Direttiva Quadro sulle Acque e le Direttive "Habitat" e "Uccelli" per la tutela degli ecosistemi acquatici con particolare riferimento alle Aree Protette, Siti Natura 2000 e Zone Ramsar. Aspetti relativi alla Pianificazione*. Rapporti ISPRA, 107/2010.
- D'Antoni S., Battisti C., Cenni M. e Rossi G.L. (a cura di), 2011. *Contributi per la tutela della biodiversità delle zone umide*. Rapporti ISPRA, 153/11.
- Dal Cin L., Bendoricchio G., Coffaro G., 2002. *Linee guida per la ricostruzione di aree umide per il trattamento di acque superficiali*. Manuali e linee guida ANPA, Vol. 9.
- De Luise G., 2010. *Il Gambero rosso della Louisiana. Aspetti ecologici, biologici e gestionali in Friuli Venezia Giulia*. Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia, Udine.
- EEA, 2011. *Interlinkage between the European biodiversity indicators, improving the information power*. Final ed 30/3/2011.
- Fantesini M., Castellani A., Manfredini V., 2009. *Interventi di riqualificazione morfologico-ambientale dei canali di bonifica della Provincia di Modena*. CIRF, Rivista riqualificazione fluviale n. 2.
- Ferronato A., Lionello M., Ostoich M., Sanavio G., 2000. *Elementi di identificazione delle acque di transizione*. CTN AIM - Centro Tematico Nazionale Acque Interne e Marino Costiere. ANPA-ARPAT.
- Filibeck G., Lattanzi E. 2008. Il Poligono Militare di Nettuno (prov. Roma), testimonianza di un paesaggio scomparso: contributo alla conoscenza floristica e proposte per la tutela. Inform. Bot. Ital., 40 (1): 33-58.
- Genovesi P., Scalera R., Brunel S., Solarz W., Roy D., 2010. *Towards an early warning and information system for invasive alien species (IAS) threatening biodiversity in Europe*. European Environment Agency, Tech. report 5/2010.
- Gherardi F., 2008. *Interventi di controllo del Gambero invasivo (Procambarus clarkii)*. Università degli Studi di Firenze, Consorzio di Bonifica Parmigiana Moglia Secchia.
- Gherardi F., Bertolino S., Bodon M., Casellato S., Cianfanelli S., Ferraguti M., Lori E., Mura G., Nocita A., Riccardi N., Rossetti G., Rota E., Scalera R., Zerunian S. & Tricarico E., 2008. *Animal xenodiversity in Italian inland waters: distribution, modes of arrival, and pathways*. Biol. Invasions, 10: 435-454.
- Gherardi F., Cecchinelli E., Aquiloni L., Ruffini A., Zanetti P., Fantesini M., Panizzi S., 2012. *Il Gambero "alieno", come gestire il problema*. Ecoscienza, 1: 92-93.
- Giunti M., Piazzini A., Forte A. (a cura di), 2009. *La Rete Ecologica della provincia di Latina. Relazione tecnica conclusiva*. Relazione inedita.
- Gollasch S., 2006. *Elodea canadensis*. Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe.
- Haslam S.M., Wolseley P.A., 1981. *River vegetation - Its identification, assessment and management - A field guide to the macrophytic vegetation of British watercourse*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hawke C.J., José P.V., 1996. *Reedbed management for commercial and wildlife interests*. Royal Society for the Protection of Bird.

- Haycock N.E., 1997. *Buffer zones - Their processes and potential in water protection*. Environmental Agency UK.
- Hurford C., Schneider M. & Cowx I. (eds.), 2010. *Conservation monitoring in freshwater habitats. Pratical Guide and Case Studies*. Springer Ed.
- Iamonico D., Iberite M., Lattanzi E., 2012. *Aggiornamento della flora esotica del Lazio (Italia centrale)*. I. Inf. Bot. Ital., 44 (2): 347-354.
- Iberite M., Pelliccioni I., 2009. *La flora delle acque interne dell'Agro Pontino (Lazio meridionale): indagini preliminari*. Ann. Bot., Suppl. n.s.: 155-164.
- Malcevschi S., Bisogni L.G., Gariboldi A., 1996. *Reti ecologiche ed interventi di miglioramento ambientale*. Il Verde Editoriale, Milano.
- Marino G., Boglione C., Livi S., Palamara E., De Innocentiis S., Costa C., Antonucci F., Di Marco P., Petochi T. & Cataudella S., 2011. *Vallicoltura. An endangered aquaculture practice?* Aquaculture Europe, 36: 19-23.
- Mazzoni M. (a cura di), 2005. *Linee guida per la progettazione e la gestione di zone umide artificiali per la depurazione dei reflui civili*. ARPA Toscana, Firenze.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2005. *Ecosystem and Human Well being: A Framework for Assessment*. Island Press.
- Minelli A. (a cura di), 2009. *Lagune, estuari e delta: una frontiera fra mare e fiumi*. MATTM e Museo Friulano di Storia Naturale, Quaderni Habitat 23.
- Monaci M. (a cura di), 2009. *Linee guida di natura ambientale per gli interventi consortili*. Allegato G della DGR Veneto n. 3357 del 10 novembre 2009. Regione Veneto.
- Monaci M. (a cura di), 2010. *Manuale per la gestione ambientale dei corsi d'acqua a supporto dei Consorzi di bonifica*. Regione Veneto, Agenzia Reg.le Veneto Agricoltura.
- Montemaggiori A., 2000. *Compilazione dello stato delle conoscenze dei vertebrati terrestri del Parco Nazionale del Circeo*. Relazione inedita.
- Nardini A., Sansoni G. (a cura di), 2006. *La Riqualificazione Fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio*. CIRF, Mestre.
- Onori L., Di Noi A. e Siniscalco C. (a cura di), 2005. *La rinaturalizzazione e il risanamento dell'ambiente per la conservazione della biodiversità*. Rapporti ISPRA n. 63/2005.
- Papero P., 1992. *Criteri di ricostruzione della vegetazione forestale lungo i corsi d'acqua*. Regione Veneto.
- Perotto C. e Valle N. (a cura di), 2010. *Rete ecologica dei Monti Lepini, Ausoni e Aurunci*. Gangemi editore, Roma.
- Pignatti S. (a cura di), 1995. *Ecologia vegetale*. UTET, Torino.
- Pignatti S., Bianco P. M., Fanelli G., Paglia S., Pietrosanti S., Tescarollo P., 2001. *Le piante come indicatori ambientali. Manuale tecnico-scientifico*. ANPA, Roma.
- Pini Prato E., Gianaroli M., Camoglio C., 2006. *Linee guida per il corretto approccio metodologico alla progettazione dei Passaggi per Pesci*. Provincia di Modena.
- Ricciardelli F., Caggianelli A., Milandri M., Simonati W. (a cura di), 2009. *Disciplinare tecnico per la manutenzione ordinaria dei corsi d'acqua naturali ed artificiali e delle opere di difesa della costa nei siti della rete Natura 2000 (SIC e ZPS)*. Regione Emilia-Romagna - Direzione Generale Ambiente e Difesa del Suolo e della Costa.

- Romagnolli F., 2002. *La fitodepurazione: manuale tecnico divulgativo per una gestione sostenibile del ciclo delle acque*. Comune di Reggio Emilia, Assessorato Ambiente.
- Rondinini C., Battistoni A., Peronace V., Teofili C. (a cura di), 2013. *Lista Rossa IUCN dei Vertebrati italiani*. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.
- Salafsky N., Margoluis R., Redford K.H. & Robinson J.G., 2002. *Improving the practice of conservation: a conceptual framework and research agenda for conservation science*. Conservation Biology, 16: 1469-1479.
- Sansoni G., 1992. *Manutenzione degli alvei: principi generali per arricchire l'interesse naturalistico*, Biologia Ambientale 6/1992. CISBA, Reggio Emilia.
- Sansoni G., 1998. *Elementi di progettazione ambientale dei lavori fluviali*. Biologia Ambientale XII (2). CISBA, Reggio Emilia.
- Santolini R., 2010. *Zone umide, funzioni ecologiche e qualità ambientale*. In: Santolini R. & Morri E. (eds.), *Ecologia del Paesaggio per la gestione delle zone umide, nuovi approcci per migliorare la qualità dei servizi ecosistemici degli ambienti palustri*. Atti del Convegno della Società Italiana di Ecologia del Paesaggio.
- Sappa G. e Coviello M.T. (a cura di), 2011. *Processi di salinizzazione degli acquiferi costieri della Pianura Pontina*. Pitagora Editrice, Bologna.
- Sauli G., Cornellini P., Preti F., 2002. *Manuale di ingegneria naturalistica applicabile al settore idraulico*. Regione Lazio, Roma.
- Scoccianti C., 2001. *Amphibia: aspetti di ecologia della conservazione*. WWF Italia, Sezione Toscana. Editore Guido Persichino Grafica, Firenze.
- Scoccianti C., 2006. *Ricostruire reti ecologiche nelle pianure. Strategie e tecniche per progettare nuove zone umide nelle casse di espansione*. Autorità di Bacino del Fiume Arno.
- Sormani D., Pardolesi F., 2009. *Laminazione delle piene e riqualificazione fluviale in Emilia Romagna*. Riqualificazione fluviale, n.1. CIRF.
- Stoch F. (a cura di), 2004. *Laghi costieri e stagni salmastri: un delicato equilibrio fra acque dolci e salate*. MATTM e Museo Friulano di Storia Naturale, Quaderni Habitat, 8.
- Stoch F. (ed.) 2005. *Pozze, stagni e paludi*. MATTM e Museo Friulano di Storia Naturale, Quaderni Habitat, 11.
- Ward D., Hilmes N., Jose P., 1994. *The new rivers & wildlife handbook*. RSPB - NRA Sandy.
- Wolters H.A. Platteeuw M., Schoor M.M., 2001. *Guidelines for rehabilitation and management of floodplains - Ecology and safety combined*. IRMA NCR (Netherlands Centre for River studies), RIZA Institute - Ministry of Transport, Public Works and Water Management.
- Zerunian S., 2002. *Condannati all'estinzione? Biodiversità, biologia, minacce e strategie di conservazione dei Pesci d'acqua dolce indigeni in Italia*. Edagricole, Bologna, X + 220 pp.
- Zerunian S., 2003. *Piano d'azione generale per la conservazione dei Pesci d'acqua dolce italiani*. Quaderni di conservazione della natura n. 17. Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica.