

I quaderni della
Riserva Naturale Paludi di Ostiglia - 3

Autori *

(1) **Daniele Cuizzi**

Coordinatore tecnico-scientifico del progetto LIFE-Natura 00/IT7161
Studio tecnico associato EURECO

(2) **Fabio Casale**

Consulente esperto in zone umide

(3) **Pierluigi Viaroli, Marco Bartoli, Daniele Longhi**

Indagini idrobiologiche
Dipartimento di Scienze Ambientali, Università degli Studi di Parma

(4) **Marcello Tomaselli, Rossano Bolpagni**

Indagini vegetazionali
Dipartimento di Biologia Evolutiva, Università degli Studi di Parma
Dipartimento di Scienze Ambientali, Università degli Studi di Parma

(5) **Giancarlo Fracasso, Marco Pesente, Paolo Maragna**

Indagini faunistiche
Gruppo di Studi Naturalistici NISORIA

** Il contributo di ciascun autore è riportato nel sommario richiamando la numerazione di cui sopra.*

Redazione testi: Silvia Chiriatti

Progetto grafico: Paquito Forster

Finito di stampare nel mese di dicembre 2005 dalla Litografia EMMEA - Scandicci (FI)

Ringraziamenti

Silvia Chiriatti, Giulio Benatti, Alberto Bernardi, Paola Vicenzi, Raffaella Vincenzi, gli Amministratori del Comune di Ostiglia, Marco Bartoli, Daniele Longhi, Rossano Bolpagni, Marcello Tomaselli, Pierluigi Viaroli, Paquito Forster, Guido Fila, Fabio Casale, Lorenzo Canali, Giancarlo Fracasso, Marco Pesente, Gastone Pivatelli, Graziano Grossi, Federico Novelli, Emanuele Turato, Francesco Scarpari, Iva Rossi, Riccardo Scalera, Federico Nogara, Bernard Brook, Bruno Julien, Philip Owen, Joaquim Capitão, Alessandro Davì, Valter Tura, Luciano Seppi, Francesco Dugoni, Anna Rampa, Stefania Paoletti, Antonio Bernardoni.

Il Direttore della Riserva
e Coordinatore del progetto
Daniele Cuizzi

Realizzato con il sostegno dell'Unione Europea LIFE-Natura 2000 IT/7161



Regione
Lombardia



Comune di
Ostiglia



**GESTIONE DELLE ZONE UMIDE
E CONSERVAZIONE ATTIVA DEGLI
HABITAT E DELLE SPECIE DI
IMPORTANZA COMUNITARIA**

Il progetto LIFE-Natura 2000/IT7161
delle
Paludi di Ostiglia

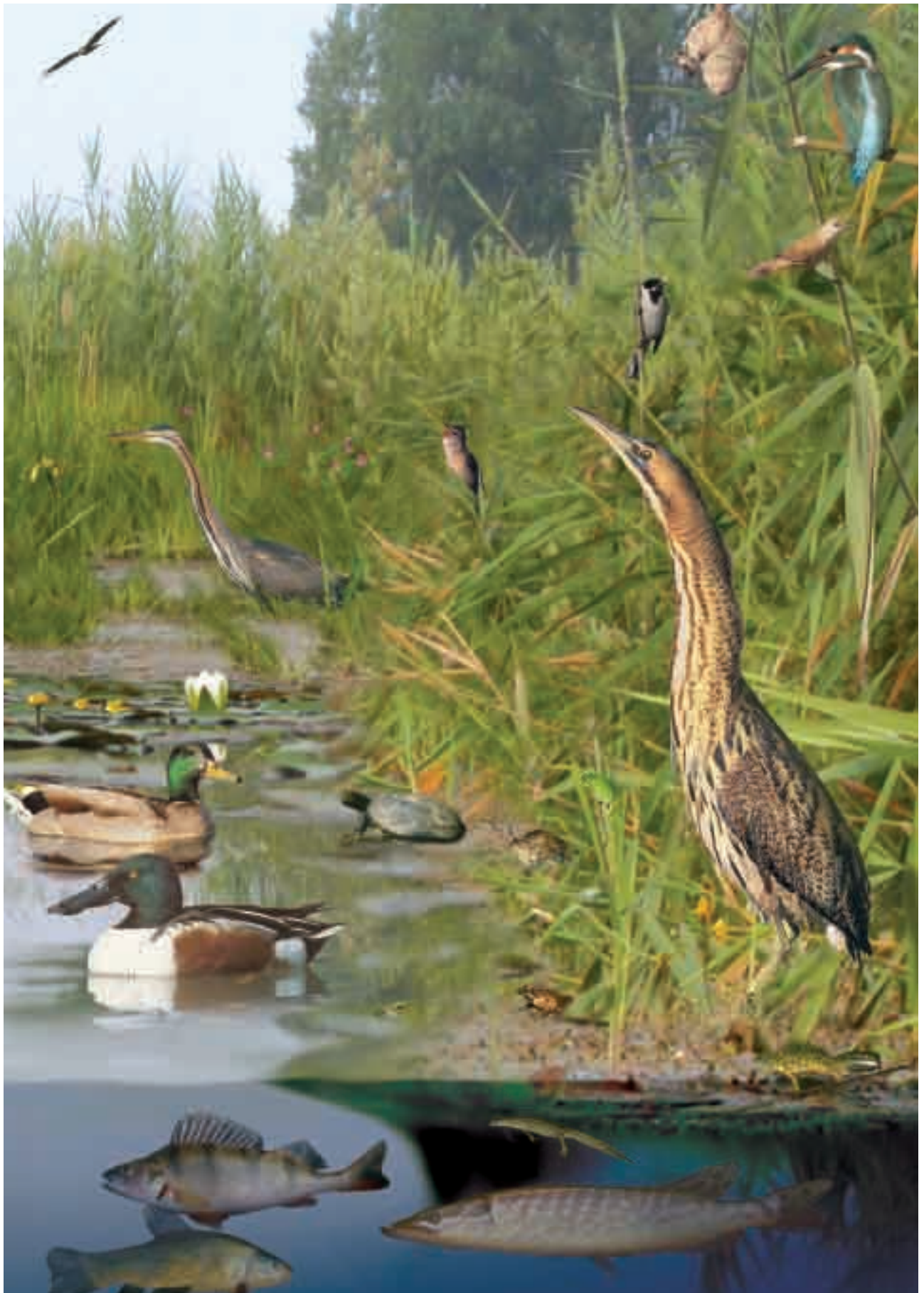
a cura di Daniele Cuizzi

SOMMARIO

Premessa	pag.	7
1. IL RUOLO DELLE ZONE UMIDE PER LA SALVAGUARDIA DELLA BIODIVERSITA'		
1.1 Introduzione (1)	»	9
1.2 La Biodiversità in Italia (1)	»	11
1.3 Gli strumenti dell'Unione Europea per la tutela della biodiversità: le Direttive "Habitat" e "Uccelli", la rete Natura 2000, il finanziamento LIFE-Natura (1)	»	13
1.4 Le zone umide (1, 2)	»	19
1.5 Funzioni ecologiche delle zone umide (3)	»	21
1.6 Zone umide: tendenze e minacce (1, 2)	»	23
1.6.1 L'avifauna delle zone umide: tendenze e minacce (5)	»	26
1.6.2 L'erpetofauna delle zone umide: tendenze e minacce su scala continentale e nazionale (5)	»	30
1.6.3 La vegetazione delle zone umide: tendenze e minacce (4)	»	33
1.6.4 L'idrobiologia delle zone umide: tendenze e minacce (3)	»	37
1.6.4.1 Processi di produzione e decomposizione in aree umide poco profonde	»	40
1.7 Le zone umide: considerazioni gestionali (1, 2)	»	43
2. LE PALUDI DI OSTIGLIA E IL PROGETTO LIFE-NATURA		
2.1 Le Paludi di Ostiglia (1, 2)	»	47
2.2 Il Progetto LIFE-Natura per la salvaguardia dell'avifauna prioritaria (1, 2)	»	51
3. LE ANALISI DELL'ECOSISTEMA PER LA DEFINIZIONE DI UN NUOVO MODELLO GESTIONALE DELLE PALUDI DI OSTIGLIA		
3.1 Indagini sulla fauna di interesse comunitario (5)	»	53
3.1.1 Obiettivi	»	53
3.1.2 Metodologie di indagine	»	53
3.1.3 Risultati, minacce e azioni	»	60
3.1.4 Obiettivi e azioni gestionali (5, 1)	»	89
3.2 Indagini sull'idrobiologia del sistema (3)	»	96
3.2.1 Il quadro conoscitivo antecedente al progetto LIFE	»	96
3.2.2 Obiettivi	»	97
3.2.2.1 Monitoraggio della qualità dell'acqua	»	97
3.2.2.2 Caratterizzazione dei sedimenti	»	97
3.2.3 Metodologie di indagine	»	98
3.2.3.1 Campionamento e analisi dell'acqua	»	98
3.2.3.2 Caratterizzazione dei sedimenti	»	98
3.2.3.3 Analisi dei processi microbici all'interfaccia acqua-sedimento	»	100
3.2.3.4 Analisi dei tassi di decomposizione delle macrofite dominanti	»	101
3.2.3.5 Effetti del pirodiserbo sui tassi di crescita delle macrofite e sulle	»	103

concentrazioni del fosforo in acqua		
3.2.3.6 Chimismo dell'acqua a seguito dell'azionamento dell'idrovora	»	103
3.2.3.7 Scavo del Busatello: risospensione e chimismo delle acque a seguito degli interventi di scavo	»	105
3.2.4 Risultati	»	105
3.2.4.1 Evoluzione stagionale dei principali parametri idrochimici	»	105
3.2.4.2 Caratterizzazione dei sedimenti	»	108
3.2.4.3 Processi microbici all'interfaccia acqua-sedimento	»	110
3.2.4.4 Tassi di decomposizione delle macrofite dominanti	»	115
3.2.4.5 Effetti del pirodiserbo sui tassi di crescita delle macrofite e sulle concentrazioni del fosforo in acqua	»	118
3.2.4.6 Chimismo dell'acqua a seguito dell'azionamento dell'idrovora	»	121
3.2.4.7 Scavo del Busatello: risospensione e chimismo delle acque a seguito degli interventi	»	124
3.2.5 Minacce e azioni	»	124
3.3 Indagini vegetazionali (4)	»	133
3.3.1 Obiettivi	»	133
3.3.2 Metodologie di indagine	»	134
3.3.2.1 Analisi della vegetazione	»	134
3.3.2.2 Carta degli Habitat e Carta della Vegetazione	»	135
3.3.3 Risultati	»	138
3.3.3.1 Vegetazione pleustofitica	»	140
3.3.3.1.1 Laghi eutrofici naturali con vegetazione del <i>Magnocaricion</i> e <i>Hydrocharition</i>	»	140
3.3.3.2 Vegetazione elofitica	»	144
3.3.3.2.1 Canneti inondati a <i>Phragmites australis</i>	»	145
3.3.3.2.2 Vegetazione a <i>Carex elata</i>	»	147
3.3.4 Minacce e azioni	»	150
3.3.4.1 Laghi eutrofici naturali con vegetazione del <i>Magnocaricion</i> e <i>Hydrocharition</i>	»	150
3.3.4.2 Canneti inondati a <i>Phragmites australis</i>	»	151
3.3.4.3 Vegetazione a <i>Carex elata</i>	»	152
4. RISULTATI (1, 2)	»	154
5. CONCLUSIONI (1)	»	161
Schede Tecniche (1)	»	164
Bibliografia (1, 2, 3, 4, 5)	»	189

(I numeri riportati tra parentesi si riferiscono all'autore di ciascun contributo)



Premessa

La gestione degli ambienti naturali richiede indirizzi politici, conoscenze, risorse e umiltà.

Gli indirizzi politici rispondono ai cambiamenti della società e cercano di dare risposta alle nuove esigenze che da tali mutamenti scaturiscono. E' innegabile che negli ultimi trent'anni il rapporto tra società e ambiente naturale e semi-naturale sia profondamente cambiato: il territorio, prima mero mezzo di produzione in grado di fornire beni materiali prevalentemente individuali, viene ora inteso come produttore di beni immateriali (benessere psico-fisico, ricreazione etc...) e collettivi (qualità ambientale, difesa idrogeologica, salvaguardia della biodiversità etc...). Il passaggio da interesse individuale a collettivo ha avuto come prima importante ricaduta, per quanto riguarda le politiche territoriali, l'individuazione e la tutela di aree di particolare rilievo naturalistico (aree protette, zone di protezione etc...) in cui le attività dei singoli venivano regolamentate a tutela degli interessi della collettività.

Ma la protezione degli ambienti naturali, se semplicemente delegata all'apposizione di vincoli alle attività umane, pur essendo condizione spesso necessaria, nel medio-lungo periodo si rivela frequentemente insufficiente. In un paese come l'Italia, in cui da millenni l'azione della natura è stata indirizzata dalla mano dell'uomo contribuendo a creare uno tra i più straordinari mosaici di paesaggi culturali del pianeta, le aree naturali indisturbate o in condizione di omeostasi sono pressoché assenti. Nella grande maggioranza dei casi le esternalità che la società delega alle aree naturali possono essere garantite e perpetuate esclusivamente con l'intervento dell'uomo, tramite una gestione "attiva", che deve tuttavia fondarsi sulla conoscenza del funzionamento

dell'ecosistema (anche in quei pochi casi in cui la migliore forma di gestione sia costituita dal non intervento, la scelta deve comunque essere suffragata dalla conoscenza).

Acquisita la conoscenza, è quindi possibile definire modelli di gestione attiva del territorio la cui concreta applicazione richiede disponibilità di risorse, com'è ovvio. E' esperienza condivisa dalla gran parte dei soggetti gestori il fatto che difficilmente si possono ricavare redditi consistenti dalle aree protette. D'altro canto, è proprio la gestione legata alla tutela degli interessi collettivi che impedisce l'attuazione di modelli di sfruttamento individualmente premianti sotto l'aspetto economico; così come è altrettanto vero che la presenza di aree protette, contestualmente a una buona politica di promozione e valorizzazione del territorio, può attivare modelli economici virtuosi generatori di redditi integrativi distribuiti su una vasta porzione della popolazione locale. Tutto questo sta a sottolineare che senza adeguate risorse non è possibile mettere in campo un efficace modello di gestione attiva degli ambienti naturali.

Infine, anche laddove esistano indirizzi politici, conoscenze e risorse economiche, possono verificarsi fallimenti. Le scienze ambientali sono scienze dell'indeterminatezza: pur soggiacendo i singoli processi chimici, fisici e biologici a regole precise, la miriade di combinazioni con cui essi possono interrelarsi introduce una forte componente di imprevedibilità in qualsiasi intervento sull'ambiente. Occorre quindi umiltà: i sistemi naturali vanno monitorati costantemente, specie dopo ogni intervento, per essere pronti a cogliere eventuali segnali di crisi o l'avvio di processi indesiderati che possano compromettere la loro capacità di erogare esternalità.

Chiarita la difficoltà che si cela dietro la gestione degli ambienti naturali, un grande merito va riconosciuto al comune di Ostiglia che ha avuto il coraggio di mettere in piedi una macchi-

na complessa come un progetto LIFE-Natura, per giungere alla definizione di un modello di gestione attiva delle Paludi di Ostiglia, alternativo a quello tradizionale (ormai abbandonato e non più rispondente alle mutate finalità gestionali); basato sulla conoscenza multidisciplinare, multisettoriale, multitemporale, trasversale, che solo l'approccio ecologico è in grado di garantire. Il progetto "Paludi di Ostiglia: interventi di salvaguardia dell'avifauna prioritaria", grazie al co-finanziamento della Regione Lombardia e dell'Unione Europea, ha contribuito significativamente ad approfondire le conoscenze in materia di gestione delle zone umide e a proporre metodologie di gestione attiva che con questo volume si intendono mettere a disposizione di gestori, tecnici, amanti della natura, scettici e detrattori.

1. IL RUOLO DELLE ZONE UMIDE PER LA SALVAGUARDIA DELLA BIODIVERSITA'

1.1 Introduzione

Il termine biodiversità è ormai entrato a far parte del parlare comune. Ogniqualvolta una lingua si arricchisce di un nuovo vocabolo un cambiamento piccolo o grande nella società si è verificato: la parola infatti nasce dalla necessità dell'uomo di descrivere per comunicare. Vi sono parole che nascono per definire qualcosa di nuovo, e parole come biodiversità, che nascono per descrivere qualcosa che è sempre esistito ma solo in un dato momento ha avuto bisogno di essere definito.

Per decenni si è osservata una riduzione notevole della diversità biologica a causa delle attività dell'uomo (inquinamento, deforestazione, etc...): secondo una valutazione del Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente (UNEP), fino al 24% delle specie appartenenti a gruppi come le farfalle, gli uccelli e i mammiferi, sono sparite completamente dal territorio di taluni paesi dell'Europa (<http://europa.eu.int/scadplus/leg/it/lvb/l28102.htm>). La velocità con cui le specie viventi si stanno estinguendo è oggi tra 100 e 1.000 volte più elevata di quella possibile senza l'influenza dell'uomo, ed è in continuo aumento (Daghini, 2001). La perdita di diversità biologica non costituisce un rischio di carattere esclusivamente ambientale o conservazionistico, ma potrebbe avere importanti ripercussioni economiche e sociali. Se consideriamo ad esempio che esiste una correlazione diretta tra la variabilità genetica delle specie cerealicole o degli animali da carne alla base dell'alimentazione di miliardi

di persone, e la loro resistenza alle patologie, appare evidente come la conservazione della diversità biologica rappresenti un argomento da tenere in grande considerazione.

La parola biodiversità ha una data di nascita precisa che risale alla firma della Convenzione internazionale sulla diversità biologica, avvenuta nel 1992 in occasione del Vertice sulla Terra di Rio de Janeiro. In quell'occasione la diversità biologica venne denominata "biodiversità" con il seguente significato: "la variabilità degli organismi viventi di qualsiasi fonte, inclusi, tra l'altro, gli ecosistemi terrestri, marini e gli altri ecosistemi acquatici e i complessi ecologici dei quali fanno parte; essa comprende la diversità all'interno di ogni specie, tra le specie e degli ecosistemi". La biodiversità quindi non si riferisce esclusivamente alla varietà delle specie, ma anche alle variazioni genetiche al loro interno e alle diversità tra comunità di specie, habitat ed ecosistemi.

Altro concetto fondamentale formulato in occasione del vertice di Rio fu quello di "sviluppo sostenibile", ovvero "lo sviluppo che è in grado di soddisfare i bisogni delle generazioni attuali senza compromettere la possibilità che le generazioni future riescano a soddisfare i propri". Alla luce di quanto affermato, è evidente il nesso strettissimo che esiste tra sviluppo sostenibile e salvaguardia della biodiversità. La strategia fondamentale per il perseguimento degli obiettivi legati allo sviluppo sostenibile viene stigmatizzata dal motto "Pensare globalmente, agire localmente" (*Think globally act locally*), vale a dire che in un modo divenuto piccolo piccolo occorre de-

finire strategie di scala planetaria che trovino attuazione a livello locale attraverso percorsi partecipati plasmati sulle specificità locali. In tal modo, accanto al diritto alla partecipazione alle scelte e all'autodeterminazione, i cittadini vengono chiamati a una precisa assunzione di responsabilità: agire ogni giorno e in ogni luogo per la conservazione del pianeta e la tutela delle generazioni future.

Il progetto LIFE-Natura "Paludi di Ostiglia: interventi di salvaguardia dell'avifauna prioritaria" ha rappresentato il tentativo di operare localmente per la salvaguardia della biodiversità e lo sviluppo sostenibile di un patrimonio naturale di eccezionale valore che vorremmo consegnare intatto ai nostri figli.



Giaggiolo acquatico – *Iris pseudacorus*.
(Foto D. Longhi)

1.2 La Biodiversità in Italia

L'Italia possiede un patrimonio di esseri viventi tra i più significativi a livello europeo: la varietà di ambienti presenti, la posizione centro-mediterranea e la vicinanza con il continente africano, la presenza di grandi e piccole isole, la storia geografica, geologica, biogeografica e dell'uso del territorio, hanno fatto sì che nel nostro paese si verificassero le condizioni necessarie a ospitare un numero consistente di specie animali e vegetali. Nel complesso in Italia sono presenti 55.600 specie animali pari a oltre 2/3 di quelle distribuite in Europa e 6.711 specie vegetali (di cui 686 endemiche), quasi il 50% della flora europea su una superficie di circa 1/30 di quella del continente (www.minambiente.it).

Tra le specie faunistiche si annoverano: 54.346 invertebrati e 1254 vertebrati. Questi ultimi a loro volta risultano così suddivisi: 5 agnati, 73 pesci cartilaginei, 489 pesci ossei, 38 anfibi, 58 rettili, 473 uccelli, 118 mammiferi (Minelli *et al*, 2002).

Tuttavia dal punto di vista della conservazione la situazione desta non poche preoccupazioni. Tra gli invertebrati, infatti, 292 sono quelli indicati come a rischio nella "Check list della fauna italiana": 18 nematodi, 31 molluschi, 34 crostacei, 9 blattari, 91 ortotteri, 19 plecoteri, 18 odonati, 11 coleotteri, 23 ditteri, 26 lepidotteri etc...

Per quanto riguarda i vertebrati la situazione è ancora più preoccupante in quanto le specie minacciate da scomparsa sono percentualmente rilevanti. Il "Libro rosso degli animali d'Italia", redatto dal WWF Italia, esamina tutti i vertebrati terrestri e dulciacquicoli. Su 494 specie considerate, 338 sono incluse nella lista rossa e quindi soggette a qualche

forma di rischio; se si considerano anche le sottospecie e le popolazioni isolate, si arriva a 361 entità faunistiche. Fortunatamente solo 199 di queste rientrano nelle tre categorie di maggior rischio (critico, in pericolo, vulnerabili), così suddivise per gruppi faunistici: pesci 56,3 %, rettili 40,8 %, anfibi 40,5 %, mammiferi 39,1 %, uccelli 32 %.



Morso di rana – *Hydrocharis morsus-ranae*.

(Foto D. Longhi)

Pagina seguente: Albanella minore – *Cyrus pygarrus*.

(Foto R. Zaffi)



1.3 Gli strumenti dell'Unione Europea per la tutela della biodiversità: le Direttive "Habitat" e "Uccelli", la rete Natura 2000, il finanziamento LIFE-Natura

Con la sottoscrizione delle Convenzione sulla biodiversità avvenuta a Rio de Janeiro nel 1992, tutti gli stati Membri dell'Unione Europea hanno riconosciuto la conservazione *in situ* degli ecosistemi e degli habitat naturali come priorità da perseguire, ponendosi come obiettivo quello di "anticipare, prevenire e attaccare alla fonte le cause di significativa riduzione o perdita della diversità biologica in considerazione del suo valore intrinseco e dei suoi valori ecologici, genetici, sociali, economici, scientifici, educativi, culturali, ricreativi ed estetici".

Numerosi sono gli strumenti con cui all'interno dell'Unione Europea si persegue l'obiettivo di salvaguardare la biodiversità. A partire da un approccio prettamente conservazionistico rivolto alla salvaguardia delle singole specie minacciate, gli strumenti normativi si sono evoluti introducendo azioni volte alla tutela di qualsiasi aspetto della diversità biologica, nelle sue componenti genetica, specifica ed ecosistemica.

Da questo punto di vista uno strumento importante e innovativo a livello europeo è la Direttiva "Habitat" (92/43/CEE)* concernente la "Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche". La Direttiva (art.3) si propone la tutela di una serie di habitat e di specie animali specificamente indicate negli Allegati

I e II attraverso la costituzione della rete ecologica europea denominata Natura 2000. Ma l'obiettivo della Direttiva è più vasto della sola creazione della rete: essa infatti si propone di salvaguardare la biodiversità mediante attività di conservazione non solo all'interno delle aree che costituiscono la rete Natura 2000, ma anche con misure di tutela diretta delle specie la cui conservazione è considerata un interesse comune di tutta l'Unione.

Ulteriore elemento innovativo della Direttiva è il suo approccio alle interrelazioni tra ambiente naturale e attività antropiche. La conservazione della biodiversità europea viene infatti realizzata tenendo conto delle esigenze economiche, sociali e culturali, nonché delle particolarità regionali e locali. In altre parole si vuole favorire l'integrazione tra la tutela degli habitat e delle specie, e le esigenze economiche, sociali e culturali delle popolazioni che vivono nelle aree che fanno parte della rete Natura 2000.

Secondo i criteri stabiliti dall'Allegato III della Direttiva "Habitat", ogni Stato membro ha proposto un elenco di siti (pSIC) che ospitano habitat naturali e seminaturali e specie animali e vegetali selvatiche; in base a tali elenchi la Commissione ha adottato un elenco di Siti d'Importanza Comunitaria (SIC) che costituiscono la rete Natura 2000.

La Direttiva "Habitat" ha creato per la prima volta un quadro di riferimento per la conservazione della natura in tutti gli stati dell'Unione. In realtà non è la prima Direttiva comunitaria che si occupa di questa materia. E' del 1979 infatti un'altra importante Direttiva, che rimane in vigore e si integra all'interno delle previsioni della

* In Italia la Direttiva "Habitat" è stata recepita nel 1997 attraverso il D.P.R. n. 357 dell'8/9/1997 modificato e integrato dal D.P.R. n.120 del 12/3/2003. In Lombardia la Direttiva è stata recepita con D.G.R. n.7/14106 dell'8/8/2003.

Direttiva "Habitat", la cosiddetta Direttiva "Uccelli" 79/409/CEE, concernente la conservazione di tutte le specie di uccelli selvatici. La Direttiva prevede una serie di azioni per la conservazione di numerose specie di uccelli, e l'individuazione da parte degli Stati membri dell'Unione di aree da destinarsi alla loro conservazione, le cosiddette Zone di Protezione Speciale (ZPS).

Sulla base di quanto illustrato, Natura 2000 può quindi essere definita come una rete di aree destinate alla conservazione della diversità biologica presente nel territorio dell'Unione e in particolare alla tutela degli habitat e delle specie animali e vegetali indicate negli Allegati I e II della Direttiva "Habitat" e delle specie di cui all'Allegato I della Direttiva "Uccelli".

In fase di piena operatività, Natura 2000 sarà costituita dalle Zone Speciali di Conser-

vazione (ZSC) e dalle Zone di Protezione Speciale (ZPS). Attualmente essa è composta da siti di tipologia differente in relazione alla fase dell'iter di riconoscimento delle ZSC; abbiamo infatti Zone di Protezione Speciale (ZPS), Siti di Importanza Comunitaria proposti (pSIC), Siti di Importanza Comunitaria riconosciuti (quelli delle bioregioni Alpina e Continentale) e Zone Speciali di Conservazione (ZSC) già riconosciute. Entro sei anni a decorrere dal riconoscimento di un SIC, lo Stato membro interessato è tenuto a designarlo come ZSC (www.minambiente.it).

Sino ad oggi in Europa sono state individuate 1.700 ZPS (estese su 10.000 km²) e 5.571 ZSC (per un totale di 22 km²); sono stati inoltre proposti 6.500 SIC per una superficie complessiva di circa 265.000 km². In Italia sono stati proposti oltre 2.500 SIC* per una superficie totale di oltre 46.000 km², un numero molto più elevato rispetto agli



Tritone crestato – *Triturus cristatus*.
(Foto M. Menegon)

altri Paesi della Comunità Europea, dovuto alla ricchezza biologica del nostro Paese (www.wwf.it).

Dal 1992 lo strumento finanziario di co-finanziamento delle azioni in favore dell'ambiente nei paesi dell'Unione Europea e di quelli dell'est e del centro Europa che hanno richiesto e sono da poco entrati a far parte dell'Unione, è stato LIFE (*L'Instrument Financier pour l'Environnement*).

Esso si compone di tre settori applicativi:

- LIFE-Natura, che si propone come obiettivo il co-finanziamento di progetti aventi per obiettivo l'attuazione in situ delle Direttive "Habitat" e "Uccelli", e la realizzazione della rete Natura 2000;
- LIFE-Ambiente, che co-finanzia progetti dimostrativi di gestione del territorio, in grado di coniugare questioni ambientali e sviluppo sostenibile, sistemi sostenibili di gestione delle acque e dei rifiuti, progetti che minimizzano l'impatto ambientale delle attività economiche.

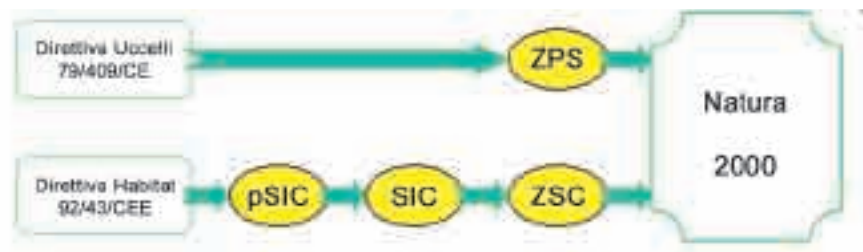
- LIFE-Paesi Terzi, che co-finanzia invece progetti di assistenza tecnica al di fuori dei confini dell'Unione allo scopo di implementare le politiche internazionali, promuovere lo sviluppo sostenibile e risolvere gravi problemi ambientali.

Dal 1992 ad oggi, LIFE ha messo in campo importanti risorse economiche:

- 400 milioni di Euro nella prima fase (1992-1995);
- 450 milioni di Euro nella seconda (1996-1999);
- 640 milioni di Euro nella terza (2000-2004), che venne poi estesa al biennio 2005-2006 con un budget di 317 milioni.

Dal 2002 al 2004 furono finanziati ben 2.478 progetti LIFE di cui: 876 LIFE-Natura, 1.404 LIFE-Ambiente, 198 LIFE-Paesi Terzi (www.europa.eu.int/comm/environment/life/life/).

E' evidente il ruolo strategico svolto da LIFE-Natura per le politiche di salvaguardia della biodiversità all'interno dell'Unione negli



Processo costitutivo della rete Natura 2000 (da www.ambiente.regione.lombardia.it, modificato)

* In Lombardia sono stati istituiti 176 SIC e 22 ZPS.

ultimi 15 anni. Attualmente, con la rete Natura 2000 ormai prossima al compimento, si rende necessario un ripensamento complessivo delle modalità di finanziamento della rete ecologica europea, definendo nuovi e più strutturati strumenti di sostegno eco-

nomico. In attesa di questo ripensamento il 2006 rappresenta l'ultimo anno di attività di LIFE-Natura.



Martin pescatore – *Alcedo atthis*. (Foto G. Pivatelli)

Strumenti per la conservazione della biodiversità

Strumenti mondiali:

- Convenzione sulla diversità biologica (CBD, Convenzione sulla Biodiversità), Nazioni Unite
- Convenzione sul diritto del mare (UNCLOS III), Nazioni Unite
- Convenzione sulla conservazione delle specie migratorie appartenenti alla fauna selvatica (Convenzione di Bonn) e relativi accordi regionali
- Convenzione concernente la protezione del patrimonio culturale e naturale mondiale (Convenzione sul patrimonio mondiale)
- MAB (UNESCO - Riserve Uomo e Biosfera)

Strumenti paneuropei:

- Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa (Convenzione di Berna sulle specie e gli habitat e la futura rete EMERALD di siti naturali)
- Strategia paneuropea per la diversità biologica e del paesaggio (PEBLDS)

Strumenti comunitari:

- Strategia comunitaria per la diversità biologica (COM(1998)42)
- Direttiva 79/409/CEE del Consiglio, del 2 aprile 1979, concernente la conservazione degli uccelli selvatici (Direttiva "Uccelli")
- Direttiva 92/43/CEE del Consiglio, del 21 maggio 1992, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche (Direttiva "Habitat")

Le Direttive Habitat e Uccelli costituiscono la base di riferimento per l'istituzione della rete NATURA 2000 (Rete ecologica europea).

- Regolamento (CE) n. 804/94 della Commissione, dell'11 aprile 1994, recante talune modalità di applicazione del regolamento (CEE) n. 2158/92 del Consiglio per quanto riguarda i sistemi d'informazione sugli incendi di foresta
- Strumento finanziario per l'ambiente LIFE
- Regolamento (CEE) n° 3528/86 del Consiglio, del 17 novembre 1986, relativo alla protezione delle foreste nella Comunità contro l'inquinamento atmosferico

Strumenti concernenti tipologie di habitat o specie particolari:

- Convenzione relativa alle zone umide di importanza internazionale, in relazione principalmente agli uccelli acquatici che da esse dipendono (Convenzione di Ramsar)
- CITES (Convenzione di Washington): convenzione internazionale sul commercio di specie di flora e fauna selvatiche minacciate di estinzione e relativi regolamenti UE
- Convenzioni di Oslo, Parigi, Barcellona, Helsinki, del Mar Nero e Alpina
- IWC (Commissione internazionale sulle balene)
- Accordi sulla conservazione dei piccoli cetacei (CMS) nel Mar Baltico e nel Mare del Nord (ASCOBANS) e nel Mar Nero, Mar Mediterraneo e Area Atlantica contigua (ACCOBAMS)
- Strategia per la protezione dell'ambiente artico (AEPS)
- Conferenza di Helsinki sulla protezione delle foreste in Europa

Tab. I. Strumenti per la conservazione della biodiversità.



Zona umida vista dall'alto.
(Foto C. Rossi)

1.4 Le zone umide

Con il termine zone umide (in inglese *wetlands*) ci si riferisce a situazioni ambientali estremamente diversificate caratterizzate dalla presenza di una fase acquatica in interazione più o meno stretta con una fase terrestre. Si tratta quindi di ambienti aventi la triplice natura di zone d'acqua, zone di terra e zone di transizione acqua-terra, caratteristiche che implicano conseguenze fondamentali dal punto di vista biologico:

- elevata produttività di biomassa;
- cicli biologici estremamente veloci;
- grande numero di specie animali e vegetali che condividono i medesimi spazi (elevata biodiversità).

Oltre che dal punto di vista biologico, le zone umide rappresentano un'importante risorsa economica e sociale (Dugan, 1990; Gore, 1996; Marble, 1992; Papayannis & Salathè, 1999; Skinner & Zalewsky, 1995), tra le

principali funzioni si segnalano infatti:

- il controllo delle piene;
- la stabilizzazione della costa e il controllo dell'attività erosiva;
- la ricarica e lo scarico della falda acquifera;
- la ritenzione di sedimenti, inquinanti e nutrienti (fitodepurazione);
- la protezione da uragani in aree costiere tropicali e sub-tropicali;
- la stabilizzazione del microclima;
- le attività ricreative (pesca sportiva, bird-watching, canoa, etc...);
- la pesca professionale;
- l'acquacoltura (pesci e molluschi);
- l'allevamento del bestiame;
- la caccia;
- la produzione di materiale vegetale (legna da ardere, canne e giunchi per artigianato, etc...);
- l'agricoltura (coltivazione del riso, della juta, etc...).

Si tratta di caratteristiche così peculiari e fondamentali, da rendere le zone umide tra



Zona umida con alternanza di corpi d'acqua poco profondi e terre emerse. (Foto D. Longhi)

i pochi ecosistemi al mondo oggetto di uno specifico trattato internazionale di protezione: la Convenzione di Ramsar, siglata nel 1971 nell'omonima località iraniana, adottata in Italia nel 1976 (D.P.R. n.448 del 13/3/1976), che così definisce le zone umide: "[...] le paludi e gli acquitrini, le torbiere oppure i bacini, naturali o artificiali, permanenti o temporanei, con acqua stagnante o corrente, dolce, salmastra, o salata, ivi comprese le distese di acqua marina la cui profondità, durante la bassa marea, non supera i sei metri".

Attualmente la convenzione risulta sottoscritta da 150 nazioni per un totale di 1590. zone umide estese su 134.030.385 ettari; più di Francia, Germania e Svizzera messe assieme (www.ramsar.org). In Italia le Zone umide di importanza internazionale ai sensi della Convenzione di Ramsar, in breve Zone Ramsar, sono 46 per un'estensione totale di 57.137 ettari.

Si tratta in ogni caso di un elenco non rappresentativo della reale importanza del territorio italiano in contesto internazionale (Baccetti *et al.*, 1995; Gallo Orsi, s.d.). Esso infatti necessita di aggiornamenti quali:

- la revisione dei confini dei siti già designati, tramite accorpamenti e ampliamenti, in un'ottica di applicazione del criterio di "unità ecologica" quale unità minima per un'efficace gestione e conservazione delle biocenosi, come emerge dalle linee guida per l'individuazione dei siti, fornite dalla stessa Convenzione di Ramsar (Raccomandazione C.4.2. adottata a Montreux nel 1990);
- la designazione di nuove aree, sulla base di dati quali-quantitativi aggiornati, derivanti soprattutto dai censimenti dell'avifauna acquatica svernante coordinati su scala annuale dall'INFS ed eseguiti per

precise unità territoriali di rilevamento (Baccetti & Serra, 1994), e dei risultati emersi dal Progetto ACNAT – LIFE-Natura realizzato da LIPU e INFS per il Ministero dell'Ambiente (LIPU & INFS, 1994).

In Lombardia le Zone umide di importanza internazionale sono 6 di cui ben 3 in provincia di Mantova (Paludi di Ostiglia, Valli del Minicio, Isola Boscone) a testimonianza di quell'ampia distesa di paludi e boschi igrofili che caratterizzava in passato il paesaggio padano.



La caccia del Tarabusino sulle foglie della Castagna d'acqua ha dato buoni frutti: l'immagine ben rappresenta la straordinaria diversità ecologica delle zone umide.
(Foto G. Pivatelli)

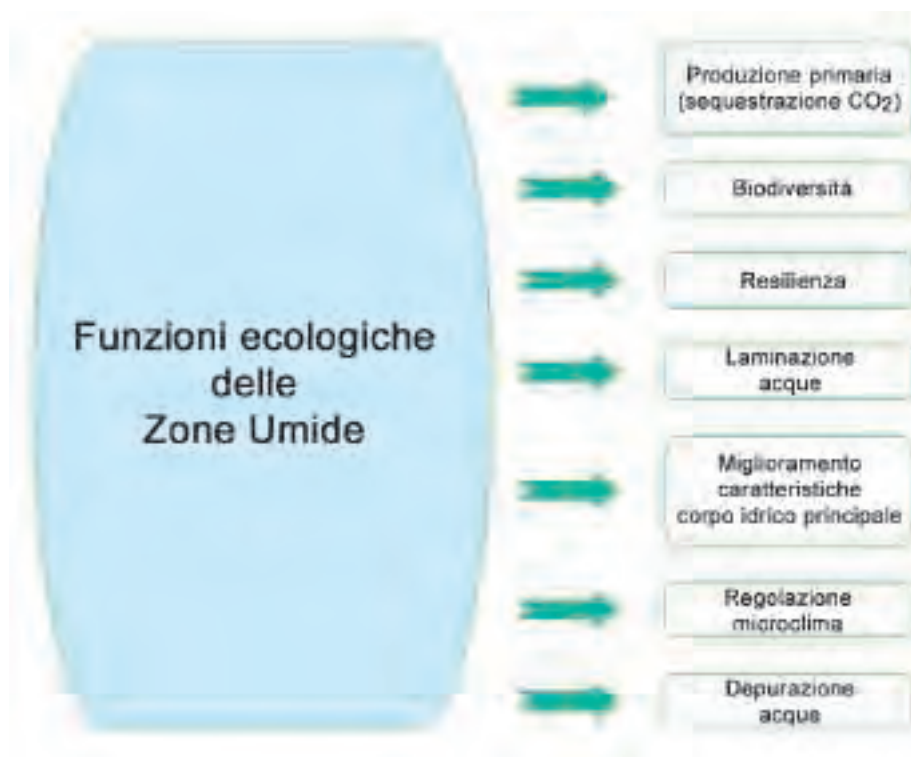
1.5 Funzioni ecologiche delle zone umide

Esiste una vastissima bibliografia che evidenzia le importanti funzioni ecologiche delle zone umide, una sintesi delle quali viene riportata di seguito.

- a. Sono tra gli ecosistemi a più alta produttività primaria con valori paragonabili a quelli di foreste pluviali e barriere coralline. La spiegazione di ciò risiede nelle condizioni ottimali per la crescita, dovute alla disponibilità di nutrienti e di luce in cui viene a trovarsi la vegetazione soprattutto macrofita, e negli adattamenti che le piante hanno sviluppato

per colonizzare sedimenti anossici saturi d'acqua (Wetzel, 1990). Il carbonio fissato dai produttori primari sostiene una diversificata catena alimentare; la sostanza organica morta è veicolata alla catena di detrito, costituita da una comunità microbica altamente specializzata (Brinson *et al.*, 1981). Le torbiere, siti di accumulo di carbonio organico, sono state utilizzate nelle aree temperate del pianeta per secoli, per l'agricoltura, la selvicoltura e come fonte di energia.

E' stato stimato che in questi ambienti, la cui superficie è pari a circa il 3% di quella delle terre emerse, è immagazzinato oltre il 30% del carbonio totale presente sulla Terra.



Schema delle principali funzioni ecologiche delle zone umide.

- b. La condizione di ecotono, ovvero di ambiente di interfaccia tra terra e acqua, fa sì che nelle zone umide coesistano caratteristiche degli ambienti di terra assieme a caratteristiche degli ambienti di acqua e a caratteristiche peculiari degli ambienti di interfaccia; tutto ciò è alla base della loro elevata biodiversità. La tutela delle *wetlands* va quindi nella direzione della conservazione e dell'incremento della diversità ambientale e del patrimonio genetico di flora e fauna selvatiche.
- c. La transizione tra terra e acqua determina un *continuum* di condizioni chimico-fisiche a livello del substrato che si satura d'acqua, della lama d'acqua che diventa progressivamente più profonda, della flora che si adatta alle differenti condizioni ambientali, e della fauna che occupa il gran numero di nicchie ecologiche disponibili (Mitsch & Gosselink, 1993).
- d. La capacità di generare, sostenere e metabolizzare un grande carico organico, e gli adattamenti sviluppati dagli organismi conferiscono alle aree umide un'elevata resilienza. Per definizione questa funzione consiste nella capacità di opporsi e tamponare gli effetti di fenomeni di stress come inquinamento, anossia, elevate variazioni di temperatura o assenza della lama d'acqua (Mitsch & Gosselink, 1993; Kadlec & Knight, 1996).
- e. Le aree umide sono vere e proprie casse di espansione in grado di laminare le piene e rallentare la velocità dell'acqua grazie alla presenza della vegetazione; l'acqua viene poi progressivamente restituita al corpo idrico principale una volta terminato il fenomeno di esondazione, contribuendo simultaneamente alla ricarica e al deflusso della falda freatica. In occasione di questi fenomeni le aree marginali accumulano sedimenti organici e inorganici in seguito a processi di decantazione e ritenzione da parte delle radici e della porzione emergente delle piante acquatiche. Questo contribuisce ad aumentare la trasparenza del corpo idrico principale. La continuità tra fiumi e aree perifluviali vegetate attenua inoltre l'erosione superficiale degli argini da parte della corrente e di conseguenza il trasporto di sedimenti verso il mare (Mitsch & Gosselink, 1993).
- f. Nelle aree dove le zone umide occupano grandi superfici, gli ambienti poco profondi hanno un ruolo importante nella regolazione del microclima riducendo l'escursione termica giornaliera e stagionale e mitigando i periodi siccitosi (Mitsch & Gosselink, 1993).
- g. Le aree umide, per la loro posizione di interfaccia, intercettano grandi quantità di nutrienti e inquinanti dilavati dai terreni e sono in grado di trattenerli e metabolizzarli efficacemente proteggendo i corpi idrici principali. Questo avviene grazie a una serie di processi fisici (sedimentazione, adesione sugli steli delle piante), chimici (precipitazione, adsorbimento) e biologici (assimilazione, trasformazione microbica). Queste funzioni sono state riprodotte a scale diverse in impianti per il trattamento e lo stoccaggio delle acque (lagunaggi) o sfruttate convogliando nelle stesse aree umide naturali acque reflue di provenienza industriale o civile (Kadlec & Knight, 1996).

1.6 Zone umide: tendenze e minacce

Le bonifiche a fini agricoli, sanitari e urbanistici, la regimazione delle acque a scopo irriguo e di contenimento delle piene, nonché l'autobonifica, sono state le cause principali che attraverso i secoli hanno condotto a un'inesorabile contrazione delle zone umide, che nelle aree interne (non costiere) ha rischiato di provocarne la completa scomparsa.

In epoca romana esistevano in Italia 3.000.000 di ettari di zone umide, circa il 10% del territorio nazionale. All'inizio del XX secolo esse si ridussero a 1.300.000 per giungere secondo alcune fonti (Ramsar Bureau, 1991) a 190.000 ettari nel 1972, lo 0,6 % dello stesso territorio; secondo altre fonti (Montemaggiore A., 1996) si sarebbero invece ridotte a 300.000 ettari nel 1991, l'1,1 % del territorio nazionale.

Le grandi stagioni delle campagne di bonifica sono storicamente inquadrabili:

- a. l'epoca romana, con la centuriazione e la realizzazione delle grandi vie di comunicazione imperiali e consolari;
- b. gli anni intorno al mille, grazie all'opera degli ordini monastici. Emblematica nel basso mantovano fu l'azione di bonifica dei monaci benedettini del monastero di Polirone a San Benedetto Po (Camerlenghi, 2003);
- c. il 1700, il "secolo dei lumi", contrassegnato da significativi progressi nel settore delle sistemazioni idrauliche (si pensi alle bonifiche maremmane di Pietro Leopoldo I iniziate nel 1765, e a quelle

delle paludi Pontine avviate nel 1777 da Papa Pio VI);

d. la seconda metà dell'Ottocento, per opera degli stati nazionali (la bonifica delle Valli Grandi Veronesi e Ostigliesi venne avviata dal governo austriaco nel 1857 e poi proseguita da quello italiano);

e. durante il ventennio fascista (bonifica dell'Agro Pontino);

f. negli anni '60 in pieno boom economico con l'insediamento di grandi poli industriali a scapito di zone umide (es. Marghera, Mantova etc...) sino agli anni '70 quando fu compiuta ad opera di privati la bonifica delle Valli del Tartaro, l'ultima porzione delle Valli Grandi Veronesi (Breda, 2000).

Al processo di perdita delle zone umide si accompagna quello altrettanto preoccupante di degrado della qualità ambientale complessiva a carico delle poche aree rimaste. I fattori di degrado sono molteplici: ci limitiamo a segnalare il massiccio recapito di sostanze inquinanti, gli eccessivi prelievi di acqua a scopi civili, industriali e agricoli, l'artificializzazione delle sponde, l'immissione di specie alloctone, l'acquacoltura, un'errata gestione dei livelli esclusivamente protesa a garantire gli usi civili e la difesa dalle inondazioni senza tenere in alcuna considerazione gli aspetti ambientali.

Certamente non consola il fatto che i processi di perdita e di degrado abbiano interessato tutta l'Europa e l'intero bacino del Mediterraneo (Hollis in Finlayson, Hollis & Davis, 1992; Tucker & Evans, 1997; Casale, 2000).

La Nutria – *Myocastor coipus*, specie esotica proveniente dal Sud America, ha un forte impatto negativo sulle zone umide.
(Foto G. Grossi)



Negli ultimi duemila anni è andato perduto il 60 % delle aree umide europee: l'estensione di questi ambienti ancora oggi esistenti in tutto il bacino del Mediterraneo è di circa 28.500 Km², una superficie grande appena come la Sicilia (Pearce & Crivelli, 1994).

Particolarmente drammatico risulta il quadro relativo allo stato di conservazione delle specie ornitiche strettamente connesse a tali habitat: uno studio condotto da BirdLife International ha infatti evidenziato come in Europa siano presenti 122 specie che dipendono dalle zone umide d'acqua dolce, e che ben il 55% di queste presentano una popolazione numericamente ridotta o in forte declino (Tucker & Evans, 1997). E' interessante notare come da tale studio sia emerso che la principale minaccia è la bonifica con conseguente distruzione diretta dell'habitat, ma anche che tra le mi-

nacce più importanti per l'avifauna legata alle zone umide d'acqua dolce vi è la "mancanza di gestione della vegetazione".



Fasi della raccolta tradizionale del carice ancora eseguita nelle Valli del Mincio.
(Foto D. Cuizzi)



Uno stupendo frequentatore delle zone umide:
il Basettino – *Panurus biarmicus*.
(Foto G. Pivatelli)

1.6.1 L'avifauna delle zone umide: tendenze e minacce

Con poco meno di 10.000 specie, gli Uccelli costituiscono una Classe di Vertebrati estremamente diversificata che è stata in grado di colonizzare qualsiasi ambiente del pianeta. Inoltre, la spiccata mobilità che li caratterizza fa sì che anche territori di estensione relativamente limitata siano in realtà visitati, almeno temporaneamente, da un cospicuo numero di specie. Così, se da un lato le quasi 250 specie nidificanti in Italia rappresentano circa il 50% di quelle che si riproducono in Europa, dall'altro le specie "europee" segnalate almeno una volta nel nostro Paese (anche solo come migratrici o svernanti) assommano a quasi 473, cioè ben oltre l'80% dell'intera avifauna

continentale composta da quasi 530 specie, comprendendo tra queste, oltre alle nidificanti, anche quelle che vi svernano regolarmente (Meschini & Frugis, 1993; Hagemeijer & Blair, 1997; Coi, 2004); senza contare la comparsa, per quanto normalmente del tutto eccezionale, di uccelli di altri continenti. Da ciò appare evidente come le iniziative volte a proteggere le popolazioni di uccelli, che di volta in volta nell'arco dell'anno sono presenti anche in una ristretta area geografica, possono svolgere una funzione importante non solo a livello locale ma spesso su scala molto più ampia (regionale, nazionale ecc.), in certi casi risultando determinanti (o comunque importanti) per la salvaguardia di determinate specie persino a livello globale.

Da questo punto di vista le zone umide intese in senso lato rivestono un ruolo di





Migliarino – *Emberiza schoeniclus* e, sotto,
Cavaliere d'Italia –
Himantopus himantopus.
Pagina a fianco:
Tuffetto – *Tachybaptus ruficollis*.
(Foto G. Pivatelli)



primaria rilevanza. Si tratta, infatti, di aree che spesso si presentano, anche in situazioni naturali, relativamente poco estese e piuttosto disperse nello spazio, ma che per le loro caratteristiche intrinseche, sia fisiche sia biologiche, risultano in grado di sostenere comunità avifaunistiche ricche di specie e soprattutto di individui. Innanzitutto è l'elevatissima produttività biologica di queste zone che consente la concentrazione, per quanto spesso temporalmente circoscritta, di contingenti talora elevatissimi (anche di svariate migliaia d'individui) ad esempio di Caradri-

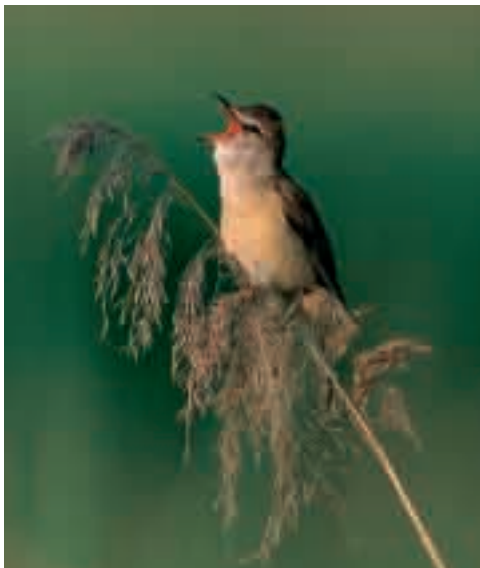
formi in sosta migratoria o di Anseriformi in svernamento. Oltre 11 milioni di anatre, oche, aironi, trampolieri e folaghe svernano nelle paludi e nei laghi del Mediterraneo e del Mar Nero, il 50 % di tutte le popolazioni presenti nel Paleartico Occidentale (Rose & Scott, 1994). Ma d'altro canto anche la presenza di estesi letti di fitta vegetazione erbacea e di livelli idrici piuttosto elevati offre fisicamente rifugio ad alcune specie, in questo caso anche non strettamente paludicole quanto a preferenze ambientali primarie, che almeno in certe fasi del loro ciclo annuale si riuniscono in que-

sti siti, trovandovi condizioni microclimatiche favorevoli (soprattutto durante le notti invernali) o riparo dai predatori terrestri: a livello locale, tra le prime possiamo ricordare, ad esempio, *Emberiza schoeniclus* (Migliarino di palude) e *Anthus spinoletta* (Spioncello), tra le seconde *Hirundo rustica* (Rondine), *Motacilla flava* (Cutrettola) e *Sturnus vulgaris* (Storno) (Weller, 1999; Fracasso, 2000).

Limitandoci all'avifauna italiana, delle 385 specie che si osservano regolarmente nel nostro Paese (escludendo quindi solo le accidentali) circa il 40% sono direttamente legate agli ambienti umidi; e anche limitandoci alle sole specie nidificanti (~70 su ~250), questo valore, pur scendendo a circa il 30%, resta comunque ancora molto elevato (Gariboldi *et al.*, 2000).

Da ciò risulta chiaramente comprensibile come tutti i soggetti coinvolti nella gestione del patrimonio faunistico abbiano rivolto un'attenzione particolare a questi ecosistemi, anche sotto lo stimolo dalla preoccupante e continua riduzione che hanno subito a causa

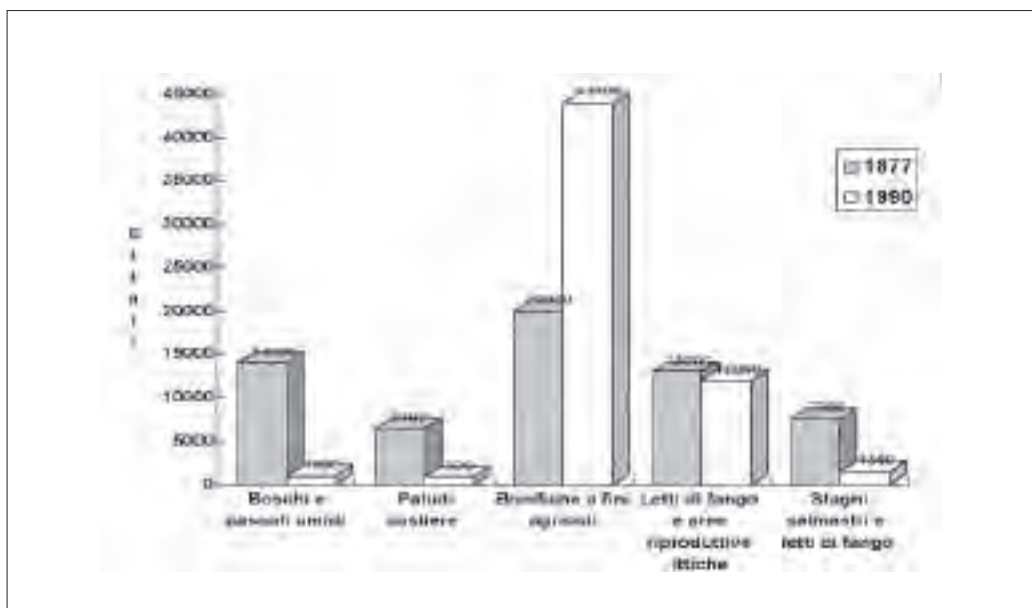
degli interventi antropici nel corso dei secoli, con un'accelerazione impressionante nell'ultimo trascorso (Gariboldi *et al.*, 2004). E ciò evidentemente a scapito delle comunità vegetali e animali da essi sostenute. Una recente sintesi ha evidenziato come oltre il 40% dell'avifauna europea si trovi in uno status di conservazione sfavorevole, con un incremento superiore al 15% rispetto a un'analogha valutazione effettuata nel decennio precedente (Tucker & Heath, 1994; Burfield & Van Bommel, 2004). Di tali specie a rischio, 151 appartengono anche alla fauna italiana (escludendo le accidentali) e di queste il 40% rivelano preferenze ambientali associabili proprio alle zone umide.



Cannareccione –
Acrocephalus arundinaceus.
(Foto G. Pivatelli)



Principali cause di perdita e degrado delle aree umide in Europa centrale e orientale.
(modificato da Montemaggiori, 1996)



Trasformazioni ambientali nelle pianure e nelle lagune del Friuli Venezia Giulia tra il 1877 ed il 1990
(da Musi *et al.*, 1992 modificato da Montemaggiori, 1996)

1.6.2 L'erpetofauna delle zone umide: tendenze e minacce su scala continentale e nazionale

La gran parte delle considerazioni relative alla tutela dell'avifauna valgono in generale anche per gli Anfibi e i Rettili; queste due Classi di Vertebrati posseggono tuttavia delle peculiarità tali da richiedere una trattazione specifica.

Le organizzazioni internazionali, e in particolare la Comunità Europea, hanno rivolto già da tempo una particolare attenzione a questi Vertebrati a causa dell'evidente decremento di molte popolazioni e della particolare

sensibilità manifestata da tali organismi nei confronti delle modificazioni ambientali (Corbett, 1989; Langton & Burton, 1997).

Innanzitutto, si tratta di animali dotati di scarsa mobilità e quindi di limitate capacità di dispersione da un lato e di colonizzazione dall'altro, per cui modificazioni profonde dei loro habitat, in particolare un elevato grado di frammentazione e di isolamento, possono portare facilmente all'estinzione locale di intere popolazioni che con molta difficoltà possono ricostituirsi spontaneamente. In secondo luogo, queste specie necessitano spesso di microhabitat molto particolari per soddisfare alcune fondamentali esigenze vitali (riproduzione, sviluppo, ibernazione, termoregolazione etc...), per cui anche all'interno di



La Lucertola vivipara – *Lacerta vivipara*, pur non rientrando tra le specie di importanza comunitaria, rappresenta forse il rettile più importante tra quelli presenti nelle Paludi di Ostiglia, dove ne sopravvive una popolazione relitta.
(Foto I. Farronato)
Pagina a fianco: in alto Rospi comuni – *Bufo bufo*, in accoppiamento e sotto Tritone punteggiato – *Triturus vulgaris*.
(Foto M. Menegon)



ecomosaici apparentemente favorevoli esse risultano poco tolleranti alle alterazioni della struttura (vegetazionale, morfologica etc...) dell'habitat, e, trattandosi di organismi eterotermi, anche a quelle a carico del microclima

(piovosità, insolazione etc...).

Nel caso particolare degli Anfibi, la dipendenza dai corpi idrici (nella maggior parte dei casi di tipo obbligato) e le conseguenti peculiarità biologiche e anatomo-fisiologiche, rendono questi animali molto sensibili anche alle modificazioni chimico-fisiche sia dell'acqua che, molto probabilmente, dell'atmosfera (Beebe, 1996; Scoccianti, 2001).

I residui siti palustri, soprattutto se dotati di un elevato carattere di naturalità, svolgono pertanto un ruolo fondamentale nella tutela di questa componente faunistica, sia direttamente, garantendo habitat primari per numerosi Anfibi, sia indirettamente offrendo idonei spazi vitali anche a specie non necessariamente legate agli ambienti umidi.



Infine, non va trascurato il fatto che, rispetto ad altre Classi di Vertebrati, l'attenzione nei confronti di Anfibi e Rettili non è mai stata molto elevata, sia per l'interesse economico quasi nullo (a parte limitatissime eccezioni), sia per un atteggiamento generale spesso decisamente sfavorevole. Ciò può almeno in parte spiegare anche il ritardo, soprattutto nel nostro Paese, con cui questi animali sono diventati oggetto sia di studi approfonditi sia d'iniziative concrete e specifiche di tutela. Una situazione piuttosto sorprendente anche alla luce del numero relativamente basso di specie che compongono queste Classi. Infatti l'erpetofauna europea comprende circa 200 specie (delle quali poco più di 1/3 Anfibi), mentre quella italiana ne conta circa la metà (delle quali il 42% Anfibi); tali valori scendono ulteriormente nell'Italia settentrionale, con

38 specie (19 Anfibi) in Lombardia e 34 (15 Anfibi) nel Veneto. D'altro canto, i notevoli pregiudizi di cui sono ancora oggetto questi animali da parte di larghi strati dell'opinione pubblica costituirebbero già una motivazione sufficiente a sostegno della necessità di avviare programmi di educazione e di sensibilizzazione rivolti alla collettività, e in particolare al mondo della scuola.



Raganella – *Hyla arborea*.
(Foto M. Menegon)

Pagina a fianco:
Ninfea Bianca – *Nymphaea alba*.
(Foto D. Longhi)

1.6.3 La vegetazione delle zone umide: tendenze e minacce

Quando si pensa agli ambiti di naturalità relitti delle pianure intensamente sfruttate dall'agricoltura e dall'allevamento, ci si riferisce agli ambienti acquatici e alle zone umide. La Pianura Padana, analogamente a tutte le pianure irrigue del vecchio continente, ha subito un progressivo e quasi completo stravolgimento della propria fisionomia in funzione della sostituzione delle attività tradizionali con le moderne tecniche di lavoro industriale. Gli ambiti un tempo lasciati in una condizione di semi-naturalità sono scomparsi o sono stati trasformati in ambiti produttivi. Poco è possibile cogliere ai giorni nostri del paesaggio agrario di un tempo, ridotto a una condizione di estrema semplificazione spaziale e omogeneità paesaggistica (Ingegnoli, 1991; Lamberti, 1993; Sartori e Bracco, 1993; Casale,



2000). Solo le zone umide perifluviali e quelle residuali dei sistemi paludosi coesistono in un contesto territoriale così profondamente alterato, ed è per questa ragione che tali ambienti naturali sono stati indagati approfonditamente negli ultimi decenni da parte di varie branche della scienza tra cui la botanica ambientale (Giacomini, 1946; Corbetta 1969; Piccoli e Gerdol, 1979; Marchiori et al., 1980; Bracco 1981; Marchiori e Sburlino, 1986; Sburlino e Marchiori, 1987; Sarzo et al., 1997; Alessandrini 2000; Tomaselli et al., 2002, 2003).

Le specie vegetali e i tipi di vegetazione che trovano le condizioni ideali per crescere in questi ambienti 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, etc. (Piccoli, 1997). Queste specie sono definite comunemente idrofite, a raggruppare quelle essenze in grado di compiere il loro ciclo riproduttivo quando tutte le loro parti vegetative sono sommerse o sostenute dal corpo d'acqua (Den Hartog e Segal, 1964). In relazione alla loro organizzazione strutturale, morfologica e alla forma di crescita, le idrofite vengono suddivise in tre gruppi distinti: pleustofite, rizofite ed elofite. Con il termine di pleustofite sono indicate tutte le specie liberamente flottanti sulla superficie (*Lemna* spp.) e nello spazio infracquatico (ad es. *Utricularia australis*), sprovviste perciò di apparati radicali che svolgono la funzione di ancoraggio al sedimento. Queste specie possono o meno presentare radici e ricavano i nutrienti essenziali 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. Le rizofite raggruppano invece



Nannufero – *Nuphar luteum*.

(Foto C. Martignoni)

Sotto: Erba vescica –

Utricularia australis.

(Foto C. Martignoni)

Pagina a fianco

in alto: Lenticchia

d'acqua – *Lemna minor*.

(Foto M. Menegon)

Sotto a sinistra:

Cannuccia di palude –

Phragmites australis.

A destra: Mazzasorda –

Typha latifolia.

(Foto C. Martignoni)

le specie ancorate al fondo del corpo d'acqua mediante un rizoma (*Nymphaea alba*, *Nuphar luteum*, *Trapa natans*, *Nymphoides peltata* etc...). Queste specie mostrano un ampio range di tipologie morfo-adattative e possono presentarsi completamente sommerse o con il proprio apparato vegetativo emergente. Molto spesso le rizofite mostrano una spinta eterofilia con foglie sommerse finemente laciniate e strutture emergenti a lamina intera, galleggianti ed estremamente resistenti. Le elofite, infine, raggruppano quelle specie che costituiscono le formazioni riparie, radicate nel sedimento saturo ma solo con una piccola porzione del loro apparato vegetativo, la porzione basale, sommersa (*Phragmites australis*, *Carex* spp., *Typha* spp., *Acorus calamus*, *Hybiscus palustris*, *Iris pseudacorus*). Normalmente la quasi totalità del fusto, delle foglie e degli apparati riproduttivi sono emergenti (Tomaselli *et al.*, 2002).

La conquista della vita anfibia da parte delle idrofite ha richiesto necessariamente l'evoluzione di speciali adattamenti; ricordiamo infatti che l'ambiente acquatico va considerato una situazione ambientale estrema (limitata

disponibilità di nutrienti, ipossia/anossia della colonna d'acqua, condizioni riducenti e metabolismi anaerobici dominati a livello dei sedimenti). Per ovviare agli inconvenienti della vita anfibia tutte le angiosperme acquatiche hanno evoluto un sistema molto sviluppato di canali aeriferi, in grado di originare un vero e proprio tessuto denominato aerenchima,







Carice – *Carex elata*.
(Foto C. Martignoni)

capace di trattenere e veicolare gas, ossigeno prevalentemente, dagli apparati fotosintetici alle restanti porzioni della pianta. In particolare sono stati evidenziati una molteplicità di meccanismi attivi e passivi di trasporto di gas, in grado di garantire la sopravvivenza delle singole piante traslocando grandi quantità di ossigeno agli apparati radicali che in genere giacciono in contesti tendenzialmente ipossici o in condizioni estreme totalmente anossiche.

Questi ambienti relitti e le comunità di macrofite che in essi sopravvivono corrono il grave rischio di venire completamente compromessi (Marchiori *et al.*, 1983). Mantenere e incentivare la produttività delle pianure irrigue comporta, infatti, una continua azione di trasformazione del paesaggio agrario che inevitabilmente altera l'assetto idrologico del reticolo idrografico maggiore e minore; azioni che portano allo stravolgimento della struttura dei corsi d'acqua planiziali e al rilascio indiscriminato di sostanze estremamente impattanti sui sistemi naturali. Gli elevati carichi trofici portano in tempi assai rapidi a *bloom*

fitoplanctonici responsabili di una progressiva diminuzione della penetrazione della luce nella colonna d'acqua, impedendo così l'attività fotosintetica delle macrofite sommerse (Phillips *et al.*, 1978; Van Straten, 1986). La competizione per i nutrienti tipica di ambienti acquatici oligo-mesotrofici, paludi e laghi con acque poco profonde, si sposta verso la competizione per la luce, determinando una reciproca esclusione tra macrofite e fitoplancton (Mjelde & Faafeng, 1997).

1.6.4 L'idrobiologia delle zone umide: tendenze e minacce

Gli ambienti acquatici di transizione, le zone umide, sono caratterizzati da dinamiche molto rapide che ne alterano forma, profondità ed estensione e con esse le caratteristiche chimico-fisiche e le comunità animali e vegetali dominanti. In passato queste dinamiche erano inserite in contesti naturali a basso impatto antropico e così la conversione di un'area umida in un ambiente terrestre, a causa della successione primaria, avveniva parallelamente alla formazione di un nuovo habitat a seguito ad esempio di un'esondazione o di un salto di meandro. Attualmente, in aree densamente popolate, la regimazione dei fiumi e la stabilizzazione del livello dei laghi impedisce la neoformazione di aree umide marginali e impone un'efficace salvaguardia degli ambienti umidi relitti. Nella Pianura Padana un gran numero di ambienti acquatici perifluviali tra cui lanche, bodri, torbiere e stagni sta evolvendo rapidamente verso sistemi terrestri o in ogni caso più asciutti a causa di

processi sia naturali che di origine antropica (Casale, 2000). I primi includono l'accumulo di sostanza organica refrattaria a livello dei sedimenti per l'elevata produzione primaria che tende a soffocare questi ambienti acquatici (Brinson *et al.*, 1981); i secondi includono principalmente i processi degenerativi di eutrofizzazione delle acque che hanno effetti negativi sulle comunità vegetali e animali riducendo biodiversità e pregio e, in definitiva, la fruibilità dell'ambiente naturale (Kadlec & Knight, 1996). La frammentazione del territorio isola inoltre questi ambienti relitti e li allontana dai corpi idrici principali impedendone l'alimentazione e il rinnovo delle acque, fattori che concorrono ad accelerare i processi descritti in precedenza. La separazione fisica di queste aree umide marginali dai fiumi ha implicazioni negative anche per la stessa qualità dei fiumi poiché vengono a mancare le interazioni laterali tra fiume e ambiente perifluviale. Queste interazioni includono una varietà di processi che vanno dalla depurazione delle acque alla disponibilità di cibo per i pesci e di aree poco profonde per la loro riproduzione. La comunità scientifica ha recentemente sottolineato



Luccio – *Esox lucius*.
(Foto E. Turato)



il gran numero e l'importanza delle funzioni ecologiche associate alle aree perifluviali e la necessità di una gestione attiva per il mantenimento di questi ambienti in realtà territoriali fortemente antropizzate.

E' importante sottolineare come le zone umide di pianura siano ambienti naturalmente eutrofici caratterizzati da ampie oscillazioni di temperatura (0-35°C), ossigeno disciolto (da forte sottosaturazione a oltre il 100%) e concentrazioni dei nutrienti inorganici. Nonostante questo, esistono ambienti relitti (come la Palude del Busatello la cui porzione lombarda è costituita dalle Paludi di Ostiglia) che dimostrano come aree fortemente produttive possano essere caratterizzate da una notevole biodiversità e qualità delle acque (in termini di trasparenza ad esempio). Questo parametro, a cui sono legate dinamiche complesse tra processi di mineralizzazione a livello del sedimento superficiale, azione della rizosfera delle piante superiori, assimilazione microfitobentonica, assimilazione e produzione macrofita e controllo delle fioriture fitoplanctoniche, è fondamentale per la presenza di organismi all'apice di catene alimentari acquatiche quali ad esempio il Luccio (*Esox lucius*). Questo pesce autoctono, in forte calo in tutti gli habitat che lo ospitano, ha un importantissimo ruolo ecologico legato al controllo della densità delle popolazioni di prede e all'eliminazione degli organismi malati.

Il deterioramento della qualità delle acque e la diminuzione della trasparenza impedisce a organismi come il Luccio la predazione a vista e favorisce la proliferazione di organismi più competitivi in condizioni di scarsa visibilità come ad esempio il Siluro (*Silurus glanis*) e il Lucioperca (*Stizostedion lucioperca*). Questa è la condizione più diffusa tra gli ambienti umidi della Pianura Padana, una condizione irreversibile per la maggior parte delle aree a causa delle piccole dimensioni, dell'isolamento, della mancanza di tutela e delle scelte a livello di uso del territorio. La trasparenza delle acque inoltre favorisce la crescita di macrofite radicate e con essa l'ossigenazione delle acque e dei sedimenti. Numerosi studi hanno dimostrato infatti come in praterie di macrofite radicate sommerse i tenori dell'ossigeno disciolto non scendano mai al di sotto di valori critici per la vita acquatica contrariamente a quanto avviene in sistemi dominati da macroalghe o piante flottanti a copertura elevata (ad es. *Lemnacee*). Il trasporto attivo di ossigeno ai sedimenti da parte della rizosfera, inoltre, facilita la riossidazione di numerosi prodotti finali del metabolismo anaerobico e mantiene vitali comunità di batteri aerobi, solitamente più efficienti nel metabolizzare la sostanza organica. I processi di eutrofizzazione hanno immediate ripercussioni sulle comunità dei produttori primari secondo una sequenza ampiamente verificata in diversi ambienti acquatici: un eccesso di nutrienti non è controllato efficacemente dalle macrofite ed è reso disponibile per microalghe che crescono adese alle fronde delle fanerogame (epifite) o liberamente nell'acqua (fitoplancton). La progressiva riduzione della trasparenza inibisce la crescita delle fanerogame e favorisce sempre più i produttori primari che crescono in colonna d'acqua (microalghe, macroalghe o macrofite flottanti). L'ombreggiamento totale della colonna, nei casi più estremi, determina la presenza di sedimento privo di vegetazione e fortemente riducente. Questa successione



nelle comunità dei produttori primari ha ripercussioni sul chimismo delle acque: diminuisce il tenore di ossigeno poiché la produzione avviene all'interfaccia e verso l'atmosfera e non più in acqua, diminuisce il pH poiché aumenta la CO₂ rilasciata dai sedimenti e non assimilata dalle piante, aumentano le concentrazioni dei nutrienti come lo ione ammonio e lo ione ortofosfato (il primo a causa della mancanza di assimilazione e di nitrificazione, il secondo per la condizione di anossia dei sedimenti a cui è associata la riduzione del principale agente chelante per il fosforo, lo ione Fe³⁺).

In senso lato, la qualità di un ambiente acquatico è il risultato di dinamiche molto complesse che riguardano comparti dell'ecosistema solo apparentemente distanti tra loro; il peggioramento dell'acqua e la scomparsa delle macrofite sommerse, ad esempio, ha 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 dei letti di macrofite si rifugiano per evitare la predazione. Non va dimenticato che le praterie a fanerogame sono luoghi elettivi per la deposizione delle uova di numerosi anfibi e pesci. Risulta pertanto importante avere strumenti per valutare quanto fragili possano essere gli equilibri ecologici in ambienti apparentemente dotati di elevata resilienza.

Nella Palude del Busatello la qualità dell'acqua permette la colonizzazione di specie acquatiche pregiate quali la Testuggine palustre (*Emys orbicularis*), la Rana di Lataste (*Rana latastei*), il Luccio (*Esox lucius*), il Persico reale (*Perca fluviatilis*), la Tinca (*Tinca tinca*) e una enorme varietà di macrofite sommerse, flottanti ed emergenti.

Persico reale –
Perca fluviatilis.
Pagina a fianco:
Tinca – *Tinca tinca*.
(Foto E. Turato)

1.6.4.1 Processi di produzione e decomposizione in aree umide poco profonde

La produzione primaria di numerose micro e macrofite è stata studiata lungo un gradiente latitudinale che va dalla tundra alle foreste pluviali tropicali. I tassi stimati sono ampiamente variabili e specie specifici e sono influenzati da fattori come il fotoperiodo, l'intensità della luce e la disponibilità di nutrienti. Lo stesso discorso vale per i processi di decomposizione che sono stati studiati in ambienti terrestri, acquatici e di transizione dai poli all'equatore. Indipendentemente dalla posizione geografica, produzione e decomposizione sono processi in un certo modo accoppiati: i produttori primari alla fine del ciclo vitale forniscono il substrato ai decompositori i quali a loro volta rigenerano i nutrienti essenziali che sostengono un nuovo ciclo di produzione.

Il grado di accoppiamento però è diverso da ambiente ad ambiente: in particolare vi sono ecosistemi in cui l'intensità dei due processi è virtualmente uguale e in cui non c'è formazione di sedimento ovvero non c'è accumulo di sostanza organica che viene interamente rigenerata nei suoi componenti essenziali. Questi ambienti sono generalmente oligotrofici e perciò naturalmente poveri di nutrienti e il significato ecologico di un bilancio produzione/respirazione (P/R) in equilibrio sta proprio nella necessità di non "perdere" nutrienti per non limitare la produzione primaria. In altri ambienti come le aree umide di pianura, al contrario, i tassi di decomposizione sono decisamente inferiori ai tassi di produzione e si ha quindi una perdita netta di nutrienti verso il comparto sedimentario. Questa condizione di disequilibrio non può essere mantenuta se non in ecosistemi che ricevono consistenti

input di nutrienti dall'esterno; in caso contrario la produzione primaria sarebbe, nel breve o lungo termine, limitata dai nutrienti stessi.

Quando il rapporto tra produzione e decomposizione è costante e uguale a 1, l'ambiente mantiene nel tempo le sue caratteristiche; quando questo rapporto è >1 l'ambiente tende a evolvere o in ogni caso a cambiare nel tempo a causa delle differenti condizioni strutturali e fisico-chimiche che si generano a seguito ad esempio della crescente sedimentazione risultante dall'accumulo di sostanza organica.

Gli ambienti marginali, le zone umide, le fasce riparie, gli ambienti poco profondi in prossimità delle aree costiere sono ecosistemi che intercettano grandi quantità di nutrienti di provenienza terrestre e in cui i valori di produzione primaria sono massimi per le condizioni favorevoli di temperatura e di illuminazione (Brinson *et al.*, 1981). In questi ambienti, nel periodo di massima fioritura, sono state stimate biomasse fino a oltre 10 kg di sostanza fresca per metro quadrato con produzioni comprese tra 20 e 70 ton C ha⁻¹anno⁻¹ (Wetzel, 1990). La produzione primaria è sostenuta prevalentemente da un'ampia comunità di alghe epifittiche e da diverse tipologie di macrofite estremamente specializzate. La comunità delle alghe epifittiche è costituita da clorofite, diatomee e cianofite filamentose. La composizione e l'abbondanza delle comunità epifittiche è condizionata da diversi fattori tra cui la struttura e l'età della pianta, le variabili chimico-fisiche della colonna d'acqua e l'irraggiamento.

Come già osservato in precedenza, le macrofite che colonizzano gli ambienti acquatici appartengono a svariate specie con differenti adattamenti morfologici.

Generalmente è riconoscibile una succes-

sione spaziale caratteristica con cui le diverse tipologie di macrofite colonizzano l'ambiente. Dove la profondità è superiore a 2-3 m si trovano fitoplancton, macrofite flottanti e, se la penetrazione della luce lo consente, macrofite radicate sommerse. A profondità inferiori sono presenti macrofite radicate con apparato fotosintetizzante all'interfaccia o emergenti che presentano quindi porzioni nel sedimento, nella colonna d'acqua e nell'atmosfera. I terreni ripari sono poi colonizzati da macrofite che hanno una grande tolleranza per elevate percentuali di acqua nel substrato e adattamenti fisiologici che consentono loro di sopravvivere in caso di inondazioni (Cronk & Fennessy, 2001). Vi sono infine piante arboree a fusto legnoso adattate a vivere in suoli umidi. A questa successione corrisponde una diversa complessità morfologica e strutturale: produttori primari che si sviluppano lontano dall'acqua sono ad esempio più ricchi di cellulosa e lignina che conferiscono loro un sostegno che invece non è necessario per le piante acquatiche (ad esempio elofite come *Phragmites*, *Carex*, *Typha* presentano tessuti con un contenuto di lignina e cellulosa pari ad oltre il 50% della sostanza secca).

La maggior parte della sostanza organica prodotta nelle zone umide confluisce nella catena di detrito e, raggiunta per sedimentazione l'interfaccia acqua-sedimento, rappresenta una fonte essenziale di energia per la comunità bentonica dei decompositori (Jorgensen, 1996). La mineralizzazione è caratterizzata da una serie di passaggi, che sono dominati dall'attività della comunità batterica e assistiti da quella della meiofauna e macrofauna presente nei sedimenti (Fenchel *et al.*, 1998). In particolare, le comunità microbiche grazie alla loro plasticità metabolica svolgono un ruolo chiave nei processi di ossidazione della sostanza organica e nella rigenerazione dei nutrienti disciolti (Blackburn, 1986; Herbert, 1999). In un sistema bentico ideale

le molecole organiche a basso peso molecolare sono mineralizzate aerobicamente solo nei primi millimetri superficiali di sedimento (Jorgensen, 1996). Il consumo di ossigeno associato all'attività microbica rende, infatti, lo strato di sedimento ossico estremamente sottile, poiché il trasporto diffusivo non è sufficientemente rapido da sostenere la richiesta da parte della mineralizzazione aerobia stessa (Revsbech *et al.*, 1980). Più in profondità, al di sotto dello strato ossico, la mineralizzazione è condotta da batteri anaerobi o fermentatori specializzati, che utilizzano come accettori d'elettroni molecole inorganiche ossidate diverse dall'ossigeno, come nitrato, ferro, manganese e solfato.

La denitrificazione, la riduzione del ferro, la solfato riduzione e, in condizioni d'elevato arricchimento organico, la metanogenesi, costituiscono le vie respiratorie più importanti e sono spazializzate secondo una distribuzione verticale, che rispecchia la decrescente resa energetica delle diverse vie metaboliche (Fenchel *et al.*, 1998). L'importanza relativa dei diversi processi dipende in definitiva dalla quantità e qualità della sostanza organica che si deposita, dalla sua distribuzione all'interno del sedimento e dalla disponibilità dei vari accettori d'elettroni (Blackburn & Blackburn 1993, Holmer 1999). La bassa resa energetica del metabolismo anaerobio fa sì che una frazione maggiore del substrato sia dissimilata (rilasciata come metaboliti) piuttosto che recuperata in biomassa. Nei sedimenti profondi, durante i processi di mineralizzazione, composti ridotti come ammonio, ferro ferroso, solfuro e metano si accumulano nell'acqua interstiziale e stabiliscono un gradiente di concentrazione con l'acqua di fondo che ne è generalmente povera. Per diffusione molecolare molti di questi composti raggiungono il sedimento superficiale, dove in presenza di ossigeno vengono ossidati biologicamente o chimicamente (Klump & Martens, 1981). Una

frazione del carbonio disponibile, in primo luogo quello maggiormente solubile e labile, viene rapidamente utilizzata nei processi respiratori e fermentativi (Reddy & Patrick, 1975) mentre una parte della sostanza organica viene decomposta in tempi lunghi. Questa frazione recalcitrante va a costituire una riserva di materiali carboniosi formati prevalentemente da acidi umici, che possiedono un'elevata capacità di scambiare ioni e di ridurre l'attività di molecole tossiche funzionando come tampone, nonché di regolare la fertilità dell'ambiente acquatico (Parnas, 1975; Polunin, 1984).

Negli ambienti umidi di pianura, tipicamente poco profondi, i processi che avvengono a livello del sedimento svolgono un ruolo fondamentale nel controllare le caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua a causa dell'elevato rapporto tra superficie del comparto bentico e volume d'acqua (Nixon, 1995). L'azoto e il fosforo rigenerati possono assumere ad esempio un'importanza fondamentale nel controllo della produzione primaria e nel mantenere per anni condizioni di trofia elevata anche qualora cessino apporti esterni di nutrienti (Aller, 1980; Hopkinson, 1987; Nixon 1995).

L'intensità degli scambi acqua-sedimento dei soluti sono il risultato netto di numerosi processi biologici, fisici e fisico-chimici, che avvengono all'interfaccia e all'interno del sedimento stesso. Tra questi i più importanti sono:

- la mineralizzazione aerobica (nei primi millimetri superficiali del sedimento) o anaerobica (negli strati più profondi);
- la diffusione verticale come conseguenza del gradiente di concentrazione tra l'acqua di fondo e quella interstiziale;
- la rimozione biologica dei nutrienti ri-

generati (*uptake* da parte dei produttori primari) o chimica (precipitazione, complessazione, adsorbimento).



1.7 Le zone umide: considerazioni gestionali

Le singolari condizioni ambientali delle zone umide hanno portato nel corso dei secoli all'affermazione di specifici modelli di interazione con le popolazioni locali, legati a un uso plurimo del territorio per la realizzazione di attività economiche fortemente specializzate. Nel corso dei secoli l'uomo ha tratto sostentamento da questi ambienti adattando il proprio stile di vita alle loro peculiarità e agendo viceversa sul sistema ambientale in relazione alle proprie esigenze.

Sia che prevalessero attività alieutico-venatorie, o attività legate alla manifattura delle erbe palustri, al commercio o al turismo, o che le stesse convivessero tra loro senza una netta prevalenza dell'una sull'altra, le comunità locali hanno individuato modelli gestionali incentrati su due aspetti fondamentali: la massimizzazione del benessere individuale e collettivo derivante dallo sfruttamento dall'ambiente circostante, e la sua salvaguardia al fine di goderne i frutti indefinitamente nel tempo. Quest'ultimo aspetto ha fatto sì che, laddove non prevalse la logica della sostituzione con aree agricole o insediative attraverso onerosi e spesso devastanti interventi di bonifica, le zone umide giungessero sino ai giorni nostri in condizioni più o meno integre e vitali.

Ma i modelli gestionali non sono statici, nel corso della storia essi sono mutati più volte a seguito dei cambiamenti delle condizioni ambientali e, molto più spesso, delle trasformazioni sociali. A partire dagli anni '60 si è assistito a una crescente dissonanza tra il modello tradizionale di gestione delle zone umide e la realtà sociale, dovuto principalmente a due fattori: in primo luogo le prospettive di maggiore benessere e sicurezza derivanti da occu-

pazioni non strettamente legate all'ambiente naturale o semi-naturale con conseguente traslazione di grandi masse di lavoratori dal settore primario a quello industriale prima, e al terziario poi; il secondo, manifestatosi un paio di decenni più tardi e innescato dal primo, è legato alla crescente importanza attribuita da una società finalmente agiata ai temi della conservazione della natura, della salvaguardia della biodiversità e delle attività ricreative all'aperto.

Ulteriori interessanti elementi di riflessione emergono dalla lettura del rapporto esistente tra aree umide protette e popolazioni locali. I nostri ambienti, infatti, data la rarità e la ricchezza biologica che li contraddistingue, furono frequentemente assoggettati a regimi protezionistici. Anche laddove le attività tradizionali venivano svolte ancora in modo redditizio, a partire dagli anni '70 esse furono messe in discussione dal confronto con i temi di crescente importanza della conservazione degli ambienti naturali e delle specie animali ad essi legate. In tal modo l'istituzione delle prime aree protette, avvenuta negli anni '80, in alcuni casi provocò la frettolosa messa al bando di pratiche tradizionali senza che fossero proposte alternative (es. pirodiserbo), e spesso cristallizzò la situazione anche per decenni (tanto è durata in molti casi la gestazione dei Piani di gestione) a scapito di qualsiasi intervento di manutenzione attiva alternativa alla tradizionale. Ad aggravare la situazione poi, il fatto che i primi piani di gestione si basassero su didascalici studi di base (flora, fauna, geologia, idrologia), che raramente entravano nel merito del funzionamento dell'ecosistema, occupandosi prevalentemente degli aspetti istitutivi dell'area protetta legati all'articolazione territoriale, all'organizzazione delle infrastrutture e alla definizione delle modalità di fruizione, senza proporre concrete alternative di gestione attiva per le quali l'approccio ecologico (multidisciplinare, multitemporale,

multidimensionale, trasversale) si rivelava fondamentale.

Trascorsi vent'anni dall'istituzione delle prime aree protette di iniziativa regionale, si possono già trarre le prime conclusioni. L'abbandono delle pratiche tradizionali in molte aree ha determinato un rapido aumento della diversità floristica e faunistica negli anni im-

mediatamente successivi, evidenziando così l'inadeguatezza di quel modello a massimizzare le potenzialità ecologiche proprie delle zone umide. È altrettanto vero che la mancanza di un modello di gestione attiva alternativo a quello tradizionale, in ecosistemi caratterizzati da un forte dinamismo e soggetti a numerose perturbazioni esterne, ha determinato in tempi relativamente brevi un'evoluzione



La Palude del Busatello appare ormai come un'isola nella campagna. Questo ambiente così prezioso è scampato alle bonifiche delle Valli Grandi Veronesi e Ostigliesi grazie alla remuneratività della coltivazione delle erbe palustri che si praticava al suo interno. (Foto C. Rossi)

verso habitat di minor pregio a scapito della qualità complessiva del sistema.

Per tale ragione ci si trova oggi di fronte alla necessità di rileggere le zone umide allo scopo di individuare modelli e strumenti gestionali che siano al passo con le mutate priorità ad essi delegate.

Alla luce delle nuove prevalenti finalità gestionali delle zone umide (salvaguardia degli habitat e delle specie, tutela della biodiversità, sostenibilità delle attività produttive, fruizione ricreativa, didattica e scientifica) legate all'istituzione delle aree protette, gli enti gestori possono oggi constatare i benefici derivanti dall'allontanamento dai modelli tradizionali e nel contempo i rischi che l'abbandono di una gestione attiva di ecosistemi così dinamici può comportare, così come viene anche confermato dalla letteratura a livello europeo ed extra-europeo (Davis, 1993; Finlayson & Larsson, 1991; Maltby et al., 1992; Morillo & Gonzalez, 1996; Tucker & Evans, 1997).

Già la prima conferenza della Convenzione di Ramsar, tenutasi a Cagliari nel 1980, approvò la Raccomandazione C.1.5. nella quale si enfatizzava per la prima volta l'applicazione del concetto di "saggio utilizzo" (in inglese *wise use*) delle zone umide, al fine di mantenerne le caratteristiche ecologiche, fino a giungere alla pubblicazione di un vero e proprio manuale sull'argomento, il "Ramsar Handbook for the Wise Use of Wetlands" (Ramsar Convention Bureau, 2000).

D'altro canto, la mancanza di gestione della vegetazione nelle zone umide d'acqua dolce, con conseguente perdita/cambiamento di idoneità dell'habitat per la riproduzione o l'alimentazione, è emerso essere una delle minacce più significative alle specie ornitiche di interesse conservazionistico presenti in Europa e strettamente legate a tali habitat.

Ben 31 specie ne sono affette, alcune delle quali ad "alto livello", ovvero con popolazione che potrebbe calare più del 20% entro 20 anni se continuasse il trend attuale: si tratta di *Botaurus stellaris*, *Ardea purpurea*, *Marmaronetta angustirostris*, *Oxyura leucocephala*, *Glareola nordmanni* e *Acrocephalus paludicola*.

Sempre con attinenza all'avifauna, indicazioni sulla necessità di gestire gli ambienti umidi ai fini della conservazione di specie minacciate sono emerse anche da studi specifici condotti da BirdLife International e dalla RSPB – The Royal Society for the Protection of Birds (Bibby & Lunn, 1982; Ward, 1992; Tucker & Heath, 1994; Tyler, 1994) e dagli Action Plan relativi alle specie minacciate presenti in Europa (Heredia et al., 1996; Schaffer & Gallo Orsi, 2001).

Diventa quindi fondamentale definire un modello di gestione attiva moderno, ma in grado di guardare all'esperienza accumulata in passato: questo è stato uno dei principali obiettivi del progetto LIFE-Natura "Paludi di Ostiglia: interventi di salvaguardia dell'avifauna prioritaria".

Pagina seguente: Porciglione – *Rallus aquaticus*.
(Foto G. Pivatelli)



2. LE PALUDI DI OSTIGLIA E IL PROGETTO LIFE-NATURA

2.1 Le Paludi di Ostiglia

Le Paludi di Ostiglia si collocano all'estremità sud-orientale della Lombardia al confine col Veneto. Si estendono su una superficie di 123 ettari, 35 di zone umide corrispondenti alla porzione lombarda della Palude del Busatello (80 ettari di estensione complessiva), e la restante parte composta da terreni agricoli. La Palude del Busatello è sopravvissuta alle bonifiche del vasto complesso delle Valli Grandi Veronesi e Ostigliesi (30.000 ettari di zone umide bonificate tra il 1860 e il 1970) grazie alla coltivazione delle erbe palustri che in essa fu praticata sino agli anni '70. La subsidenza dei terreni bonificati circostanti, e il contestuale innalzamento del piano della palude dovuto a fenomeni di accumulo della biomassa, hanno comportato la necessità di contenerla all'interno di arginature e di alimentarla tramite impianti di sollevamento rendendola un raro esempio di palude pensile.

Nel 1984 la Regione Lombardia riconobbe le Paludi di Ostiglia come Riserva naturale, affidandone la gestione al comune di Ostiglia, e nello stesso anno esse furono inserite tra le Zone Umide di Importanza Internazionale (Convenzione di Ramsar). Giunsero in seguito i riconoscimenti di Zona di Protezione Speciale per l'avifauna (Direttiva "Uccelli"), di Sito di Importanza Comunitaria (Direttiva "Habitat") e di Important Bird Area (IBA) secondo BirdLife International (Casale *et al.*, 2000).

Sino alla fine degli anni '70 attorno alle paludi ruotavano importanti attività econo-

miche legate alla coltivazione della canna (*Phragmites australis*) e della carice (*Carex* spp.) e intenso era anche lo sfruttamento alieutico e venatorio.

Il modello gestionale tradizionale, tutto imperniato sulla coltivazione delle erbe palustri, si basava su un accorto governo dei livelli idrici (innalzamento progressivo delle acque dai primi di marzo sino a giugno; abbassamento da fine settembre alla prima decade di dicembre), alternato alla pratica del debbio a fine febbraio, alla raccolta della carice da giugno a settembre e della canna nei mesi invernali. Pur trattandosi di proprietà private, su di esse gravavano diritti d'uso, il più antico dei quali era il diritto di pesca esercitato per tutto l'anno da pescatori professionisti e non; nei mesi autunnali e invernali poi, vi si praticava la caccia. A eccezione dei pescatori professionisti, non esistevano persone che vivevano esclusivamente del lavoro in "valle" (così sono chiamate le paludi nell'area di riferimento): i raccoglitori di canna e carice erano in genere braccianti agricoli che nei mesi estivi avevano il permesso di sospendere il proprio lavoro presso i latifondisti locali per raccogliere la carice, mentre la raccolta della canna avveniva durante la sosta invernale dei lavori agricoli.

Nel corso degli anni vari fattori determinarono una profonda crisi del settore e l'abbandono delle attività tradizionali: le progressive bonifiche di tutto il comprensorio, il processo di inurbamento (avvenuto principalmente nel secondo dopoguerra) di grandi masse di popolazione rurale che andarono a infoltire le schiere operaie nelle città di Milano, Torino, Verona e Padova spopolando le campagne;

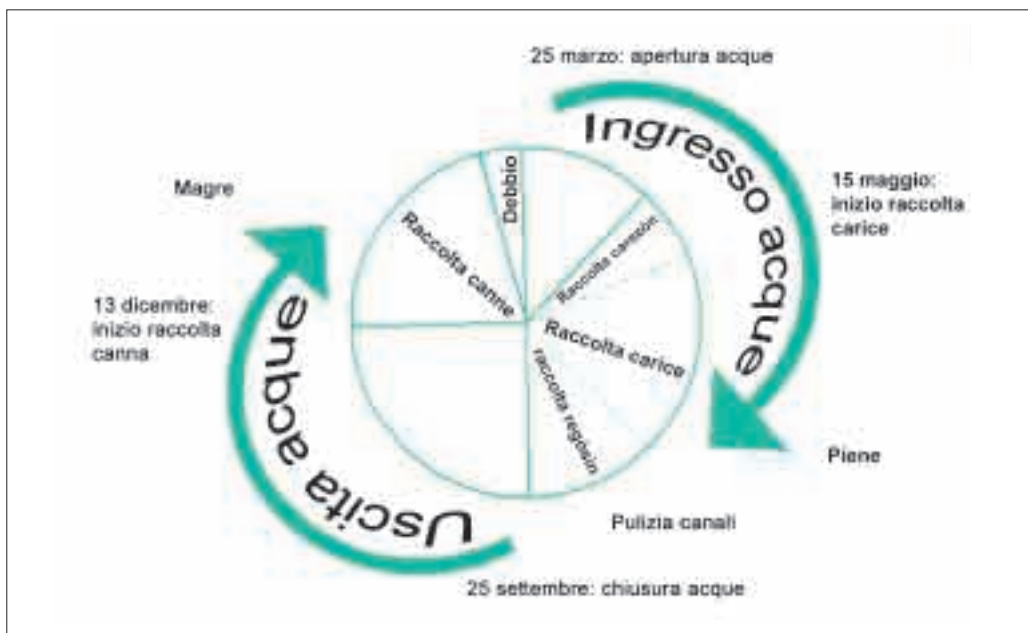
il benessere per chi restò, grazie all'affermazione di una fiorente agricoltura che consentì a molti di poter abbandonare i massacranti lavori in valle, negli anni '70; la progressiva riduzione della domanda di erbe palustri sostituite sul mercato da materiali più economici (a cui peraltro sempre più spesso si dava risposta con importazioni a basso costo dall'Europa dell'est e dal sud-est asiatico). Questo abbandono, che nelle Paludi di Ostiglia è avvenuto gradualmente a partire dagli anni '70, è coinciso con il riconoscimento del loro valore ambientale che, come si è visto, condusse nel 1984 all'istituzione della Riserva Naturale; seguì nel 1993 l'approvazione del primo Piano di gestione di durata decennale.

All'istituzione dell'area protetta e all'introduzione di un regime vincolistico che vietava tra l'altro la pratica del pirodiserbo (o debbio), fece inizialmente seguito una progressiva di-

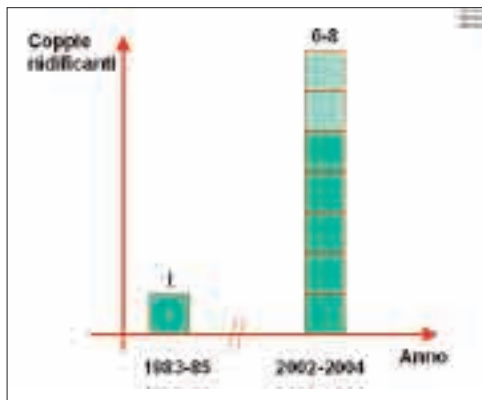
versificazione degli habitat con conseguente incremento della biodiversità, passando dalle 120 specie di uccelli censite alla fine degli anni '80 alle 175 del decennio successivo (con un incremento del 40%).

L'andamento numerico delle popolazioni di alcune specie avicole fortemente specializzate e tutelate a livello comunitario risulta emblematico. L'Airone rosso (*Ardea purpurea*), a fronte di una sola segnalazione di nidificazione nel 1983, è passato alle 30 coppie nidificanti del 2002 e alle 50 del 2005. Il Falco di palude (*Circus aeruginosus*), di cui tra il 1981 e il 1985 veniva giudicata come probabile la nidificazione di una sola coppia, risulta attualmente insediato con 6-8 coppie nidificanti (dati del 2005).

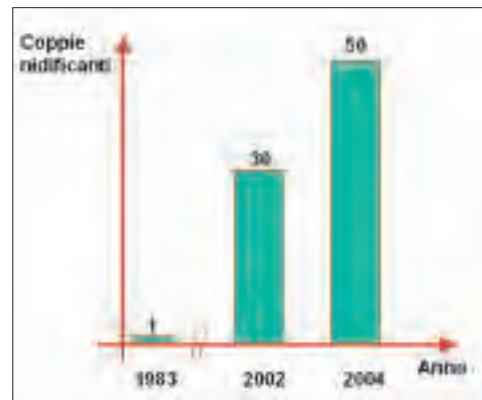
Tuttavia, a distanza di una decina d'anni apparve chiaro che la mancata asportazione



Schema descrittivo del modello gestionale tradizionale della Palude del Busatello (da Breda 2000, modificato).



Andamento della popolazione nidificante di Falco di Palude nelle Paludi di Ostiglia nel periodo 1983-2004



Andamento della popolazione nidificante di Airone rosso nelle Paludi di Ostiglia nel periodo 1983-2004

di biomassa innescava fenomeni successionali verso habitat differenti che nel tempo avrebbero finito col sostituirsi in gran parte alle formazioni elofitiche. In particolare, sempre più frequentemente si poté constatare all'interno dei canneti e dei cariceti l'ingresso di specie xerotolleranti erbacee o rampicanti (es. *Urtica dioica*, *Calystegia sepium*, *Humulus lupulus*, *Rubus caesius*, *Eupatorium cannabinum*, *Symphytum officinale* etc...) e arboreo-arbustive (es. *Salix alba*, *Sambucus nigra* etc...), indicatrici di un'evoluzione in atto verso formazioni forestali.

Anche la gestione delle acque, venute meno le attività di coltivazione delle erbe palustri, fu svuotata del proprio significato. In assenza di un modello alternativo di governo dei livelli idrici, fondato sulla definizione di un calendario annuale definito in relazione ai nuovi obiettivi di conservazione e potenziamento delle valenze naturalistiche, ci si è limitati al mantenimento di livelli "bassi" in inverno e "alti" in primavera-estate; è stato così costantemente riproposto il modello tra-

dizionale pur essendone venuti meno gli scopi e senza l'esperienza di chi un tempo traeva dalla palude il proprio sostentamento.

Dalla redazione del primo Piano di gestione della Riserva, che come detto risale al 1993 (all'avvio del progetto LIFE), il comune di Ostiglia con il contributo della regione Lombardia e del Ministero dell'Ambiente ha realizzato significativi interventi volti da un lato al ripristino della funzionalità idraulica del sito e dall'altro alla creazione di infrastrutture per la fruizione a fini didattici e scientifici dell'area. Già nel 1998, con la creazione del percorso natura e la realizzazione di un centro visite e di tre capanni di osservazione, la Riserva cessava di esistere come semplice area da tutelare e iniziava la nuova stagione della fruizione didattica e scientifica. Nel 2000, grazie alla sottoscrizione di una convenzione con la LIPU (Lega Italiana Protezione Uccelli), venne garantita la presenza di un operatore dedicato alla realizzazione di programmi di educazione ambientale e all'accompagnamento dei visitatori. Queste attività nel corso degli anni sono

andate consolidandosi e oggi giorno le Paludi di Ostiglia ospitano regolarmente circa 700 alunni delle scuole del circondario e circa un migliaio di visitatori l'anno, ponendosi come una delle aree protette regionali in cui meglio si coniugano conservazione e fruizione.



Il Centro visite della Riserva naturale Paludi di Ostiglia. (Foto D. Cuizzi)

2.2 Il Progetto LIFE-Natura per la salvaguardia dell'avifauna prioritaria

Conclusa attorno al 2000 la fase istitutiva dell'area protetta, molti passi restavano ancora da compiere, in particolare per quanto riguardava la definizione di un modello di gestione attiva degli habitat nel medio-lungo periodo, con l'obiettivo di potenziare le attitudini naturalistiche, non più pressati da esigenze produttivistiche. Per fare ciò si rendeva necessario mettere in campo forze nuove, avviare complesse indagini interdisciplinari e ricorrere a mezzi tecnici innovativi. Si trattava di un progetto ambizioso che richiedeva un adeguato sostegno economico che i normali canali di finanziamento del sito non erano in grado di garantire.

Tuttavia una circostanza fondamentale sbloccò la situazione. Gli studi compiuti nelle paludi misero in risalto la presenza di habitat e specie tutelate a livello europeo dalle Direttive "Habitat" e "Uccelli" (Tab. 2); fu così che, grazie all'impegno degli uffici regionali, la ri-

serva poté ottenere il riconoscimento di Zona di Protezione Speciale (ZPS) oltre a essere proposta come Sito di Importanza Comunitaria (SIC) entrando a pieno titolo a far parte della rete Natura 2000. Fu grazie a tale circostanza che nel 2000 il comune di Ostiglia, con il sostegno della Direzione Generale per la Qualità dell'Ambiente della Regione Lombardia, poté presentare all'Unione Europea la candidatura del progetto LIFE-Natura dal titolo "Paludi di Ostiglia: interventi di salvaguardia dell'avifauna prioritaria", dell'importo complessivo di 611.000 Euro. Al termine di un'istruttoria piuttosto complessa la candidatura venne accolta con Decisione della Commissione il 5 luglio 2001.

L'assegnazione del contributo ha rappresentato un importante traguardo per la palude e un ulteriore riconoscimento della sua importanza nel contesto continentale. Si pensi infatti che nel periodo 2000-2001 la Commissione Europea ricevette ben 310 proposte di progetto provenienti da tutti i paesi dell'Unione; di queste solo il 60% furono considerate eleggibili, ma solo 94 (pari al 30,3% del totale) furono finanziate.

Habitat dell'allegato I della Direttiva 92/43/CEE "Habitat"	Laghi eutrofici naturali con vegetazione del tipo <i>Magnopotamion</i> o <i>Hydrocharition</i>
Specie dell'allegato II della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" (*specie prioritarie)	<i>Rana latastei</i>
	<i>Emys orbicularis</i>
Specie dell'allegato I della Direttiva 79/409/CEE "Uccelli"	<i>Ardea purpurea</i>
	<i>Botaurus stellaris</i> *
	<i>Aythya nyroca</i> *
	<i>Circus aeruginosus</i>
	<i>Acrocephalus paludicola</i> *

Tab. 2. Habitat e specie di interesse comunitario presenti nelle Paludi di Ostiglia.



La Palude del Busatello ripresa dall'alto: al centro il corso sinuoso del fiume Busatello che le dà il nome. (Foto C. Rossi)

A livello nazionale il dato è ancora più significativo se si considera che delle 94 proposte presentate dal nostro paese solo 21 (il 22,3%) furono accettate.

Il progetto realizzato nel quadriennio 2002-2005 si è avvalso del lavoro coordinato di una squadra di ricercatori e professionisti, e degli uffici del comune di Ostiglia. Hanno partecipato alla realizzazione del progetto:

- il Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università di Parma sotto la supervisione scientifica del Prof. Pierluigi Viaroli, per gli aspetti idrobiologici
- il Dipartimento di Biologia Evolutiva e Funzionale dell'Università di Parma sotto la supervisione scientifica del Prof. Marcello Tomaselli, per gli aspetti vegetazionali;
- il Gruppo di Studi Naturalistici "Nisoria", sotto la supervisione scientifica del dott. Giancarlo Fracasso, per gli aspetti

faunistici;

- l'ing. Guido Fila, libero professionista, per i rilievi topografici e batimetrici, e la progettazione degli interventi idraulici e di recupero ambientale;
- il dott. Paquito Forster, come grafico e disegnatore naturalista;
- la società Progetti di Impresa srl per la progettazione del sito web;
- il dott. Fabio Casale in qualità di consulente esperto di zone umide;
- il dott. Daniele Cuizzi, libero professionista membro dello Studio Tecnico Associato Eureco e Direttore della Riserva, come coordinatore generale del progetto.

3. LE ANALISI DELL'ECOSISTEMA PER LA DEFINIZIONE DI UN NUOVO MODELLO GESTIONALE DELLE PALUDI DI OSTIGLIA

3.1 Indagini sulla fauna di interesse comunitario

3.1.1 Obiettivi

Scopo fondamentale del progetto LIFE è stata la protezione di alcune specie animali di interesse comunitario attraverso la realizzazione di interventi mirati sugli habitat, sia di natura puntuale nell'ambito dello stesso progetto, sia diffusi e continuativi nel tempo attraverso la definizione di un nuovo modello gestionale che costituisse parte organica del Piano di gestione della Riserva.

Nel corso del progetto sono state oggetto di indagine alcune specie di uccelli elencate nell'Allegato I della Direttiva 79/409/CEE. Si è trattato in particolare dell'Airone rosso (*Ardea purpurea*) e del Falco di palude (*Circus aeruginosus*) nidificanti nella palude, del Tarabuso (*Botaurus stellaris*), svernante, della Moretta tabaccata (*Aythya nyroca*) e del Pagliaro (*Acrocephalus paludicola*) segnalati in sosta nella palude nel corso del transito migratorio. Sono state inoltre studiate due specie appartenenti all'erpetofauna inserite nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE, presenti nelle paludi: la Rana di Latase (*Rana latastei*) e la Testuggine palustre (*Emys orbicularis*).

Scopi specifici della ricerca faunistica in relazione agli obiettivi del progetto sono stati:

- la valutazione dello status delle sopraelencate specie obiettivo, con particolare attenzione alla loro consistenza numerica, distribuzione e fenologia all'interno del sito;
- l'individuazione delle fondamentali esigenze ecologiche di ciascuna specie;
- l'identificazione dei fattori limitanti e delle principali cause di minaccia, attuali e potenziali, soprattutto a livello locale;
- la predisposizione di opportuni piani operativi atti a favorire la presenza nel sito;
- il monitoraggio, nel corso del progetto, dell'andamento delle popolazioni locali.

3.1.2 Metodologie di indagine

Date le peculiarità eto-ecologiche di ciascuna delle sette specie di interesse comunitario oggetto di indagine, è stato necessario utilizzare metodologie specifiche, che verranno di seguito descritte (Bibby *et al.*, 1992; Sutherland, 1996; Bibby *et al.*, 1998; Gent & Gibson, 1998; Gilbert *et al.*, 1998).

3.1.2.1 Moretta tabaccata (*Aythya nyroca*)

La ricerca di eventuali individui è stata effettuata mediante *screening* visivo lungo percorsi prestabiliti che costeggiavano o intercettavano gli ambienti potenzialmente idonei alla specie (corsi d'acqua); con osservazioni dirette da punti fissi localizzati lungo gli stessi percorsi, ma in prossimità di siti che potenzialmente offrissero le maggiori disponibilità ambientali per la specie (specchi d'acqua con abbondante vegetazione elofitica). Le osservazioni lungo i percorsi e dai punti fissi sono state effettuate, a partire da un'ora dopo il sorgere del sole e per le successive 6 ore della mattinata, con cadenza settimanale tra marzo e giugno (migrazione pre-riproduttiva ed eventuale sosta per la nidificazione) e poi con

cadenza quindicinale tra settembre e dicembre (migrazione post-riproduttiva).

Muovendosi lentamente lungo i percorsi sono state osservate le sponde dei corsi d'acqua, verificando l'eventuale presenza di individui che si nascondessero tra la vegetazione o si involassero quando disturbati dall'avvicinarsi del rilevatore. Nei punti fissi le osservazioni sono state effettuate sostando per 15 minuti ed esplorando i margini delle formazioni elofitiche e la stessa superficie idrica.

In caso di avvistamento era prevista la raccolta dei seguenti dati: numero, sesso, localizzazione (anche mediante GPS), descrizione ambientale del punto di avvistamento.



Monitoraggio con tecnica del play-back.
(Foto archivio Gruppo NISORIA)

3.1.2.2 Airone rosso (*Ardea purpurea*)

Sono state effettuate osservazioni a distanza da punti fissi, opportunamente distribuiti nell'ambito dell'intera palude, allo scopo di conteggiare le coppie in attività riproduttiva, individuare i siti di nidificazione e valutare la consistenza numerica della popolazione nidificante. Le osservazioni sono state realizzate tra la prima settimana di marzo e la seconda settimana di luglio, con cadenza settimanale, a partire da un'ora dopo il sorgere del sole e per le 5 ore successive. Sono stati individuati e seguiti a distanza, nel corso dei loro spostamenti da e verso le colonie di nidificazione, gli individui che compivano attività legate alla riproduzione (trasporto di materiale per il nido di cibo per i nidiacei). Si è inoltre provveduto all'esatta localizzazione dei nidi singoli e delle colonie mediante triangolazione da parte di più rilevatori in osservazione contemporanea da differenti punti fissi.

Per localizzare con esattezza i nuclei riproduttivi più consistenti e per contare con maggior precisione il numero effettivo di nidi, riducendo al minimo il disturbo agli animali, è stato realizzato un volo annuale con aeromobile ultraleggero nel corso della stagione vegetativa. Il volo è stato compiuto prima della crescita eccessiva della vegetazione elofitica (entro la fine di aprile), nelle ore centrali della giornata, in condizioni ottimali di visibilità, a un'altezza dal suolo di 150-200m e sorvolando alla minima velocità possibile l'intera superficie della palude basandosi sulla localizzazione di massima ottenuta con le triangolazioni da punti fissi.

Per non compromettere l'esito della nidificazione si è preferito evitare di raggiungere i nidi via terra.

3.1.2.3 Tarabuso (*Botaurus stellaris*)

Le ricerche del Tarabuso sono state compiute mediante ascolto e stimolazione acustica, da punti fissi opportunamente distribuiti nella palude, tenendo conto che la vocalizzazione territoriale del maschio può essere udita a diverse centinaia di metri di distanza. Nel periodo riproduttivo (prima settimana di aprile - prima settimana di giugno) sono state compiute sessioni di ascolto del canto territoriale a cadenza settimanale. L'ascolto è stato effettuato a partire da due ore prima del tramonto del sole e per le 4 ore successive; allo scopo è stato fatto uso anche di un'apparecchiatura microfonica amplificata e fornita di parabola per l'individuazione a distanza dell'eventuale individuo in canto. Per un'ulteriore verifica, è stata applicata la tecnica del play-back, diffondendo dagli stessi punti fissi e attraverso

un altoparlante amplificato brani pre-registrati di canto specifico.

Esemplari in attività trofica o in riposo sono stati ricercati mediante osservazioni dirette lungo percorsi prestabiliti che costeggiavano o intercettavano gli ambienti potenzialmente idonei alla specie (corsi d'acqua) e da punti fissi localizzati presso i siti ritenuti di maggiore idoneità (specchi d'acqua con vegetazione elofitica), in condizioni di tempo non perturbato. Questa tipologia di rilievi è stata realizzata dalla prima settimana di maggio all'ultima di luglio, con cadenza settimanale (dal sorgere del sole e per le 4 ore successive), e dalla seconda metà di novembre alla prima metà di febbraio, con cadenza quindicinale (da un'ora dopo il sorgere del sole e per le 5 ore successive). I percorsi sono stati seguiti lentamente e con velocità costante, verificando l'eventuale presenza di individui che si spostano o s'involano, quando disturbati dall'avvicinarsi del rilevatore. Nei punti di sosta le osservazioni hanno avuto una durata standard di 10 minuti, e sono state compiute esplorando i tratti di canneto che bordano gli specchi d'acqua, per localizzare individui in riposo o in attività trofica.

3.1.2.4 Falco di palude (*Circus aeruginosus*)

Per il conteggio delle coppie in attività riproduttiva, per l'individuazione dei siti di nidificazione e per una valutazione della consistenza numerica dell'intera popolazione nidificante, sono state effettuate osservazioni a distanza da punti fissi, opportunamente distribuiti nell'intera palude in condizioni di tempo non perturbato. I rilevamenti hanno avuto luogo tra la prima settimana di marzo e l'ultima



La principale garzaia di Airone rosso delle Paludi di Ostiglia ripresa da aeromobile ultraleggero.
(Foto archivio Gruppo NISORIA)

settimana di luglio, con cadenza settimanale, a partire da due ore dopo il sorgere del sole e per le 5 ore successive. Sono stati individuati e seguiti a distanza gli individui impegnati in attività legate alla riproduzione come i voli di corteggiamento, il trasporto di materiale per il nido, gli scambi di preda tra maschio e femmina, l'apporto di cibo per i nidiacei, la presenza di giovani appena involati. Ciascun nido è stato accuratamente localizzato e mappato (anche mediante triangolazione per osservazione contemporanea da più punti fissi). È stata inoltre stimata la popolazione complessivamente nidificante, tenendo conto anche delle coppie i cui nidi non sono stati

localizzati con certezza.

Per non compromettere il buon esito della riproduzione si è preferito evitare di raggiungere i singoli nidi attraverso la vegetazione.

3.1.2.5 Pagliarolo (*Acrocephalus paludicola*)

Le indagini hanno riguardato i maschi in canto durante la migrazione pre-riproduttiva, mediante sessioni di ascolto lungo percorsi prestabiliti individuati negli ambienti idonei alla specie e utilizzando la stimolazione acustica da punti fissi collocati lungo i percorsi stessi. I rilievi sono stati realizzati tra la prima settimana di aprile e la prima settimana di giugno con cadenza settimanale, a partire da un'ora dopo il sorgere del sole e per le 5 ore successive. Le osservazioni sono state effettuate con tempo non perturbato, seguendo i percorsi prefissati lentamente e con velocità costante; nei punti fissi la presenza della specie è stata verificata con soste di 10 minuti durante la quale, oltre all'ascolto, è stata effettuata la stimolazione acustica mediante emissione, attraverso un altoparlante amplificato, di canti preregistrati.

La presenza della specie è stata verificata durante la migrazione pre e post-riproduttiva anche per mezzo di catture con reti, nell'ambito della regolare attività di inanellamento scientifico svolta localmente. Allo scopo sono stati utilizzati due transetti fissi (ciascuno costituito da circa 150 m di rete di tipo *mist-net*) posizionati in siti potenzialmente idonei alla specie, tra la prima settimana di aprile e la prima settimana di giugno (migrazione pre-nuziale) e successivamente tra la seconda settimana di agosto e la seconda settimana di ottobre (migrazione post-nuziale). È stata effettuata una sessione di catture settimanali, alternando di volta in volta il posizionamento delle reti lungo ciascuno dei due transetti, a partire dall'alba e per le 7 ore successive. Le catture a scopo di inanellamento sono state realizzate in modo standardizzato per quanto riguarda il numero e le caratteristiche delle reti utilizzate (12 reti, ciascuna di 12 x 2,5m e ma-



Reti per catture a scopo di inanellamento e pesata degli uccelli prima del rilascio. (Foto D. Cuizzi)

glia 16mm), la loro localizzazione e il tempo di operatività. Per massimizzare ulteriormente le potenzialità di rilevamento è stato fatto regolarmente uso di richiami pre-registrati della specie oggetto di monitoraggio.

3.1.2.6 Rana di Lataste (*Rana latastei*)

Tra l'ultima settimana di gennaio, o di febbraio (a seconda dell'andamento meteorologico di ciascun inverno), e la seconda settimana di aprile, con cadenza settimanale, sono stati individuati i siti di presenza ed è stata stimata la consistenza dei maschi in attività di canto durante le prime fasi acquatiche della riproduzione mediante ascolto da punti fissi regolarmente distribuiti lungo le sponde accessibili della palude, o comunque localizzati in modo tale da controllare l'intera area di studio. L'ascolto delle vocalizzazioni è stato effettuato a partire da due ore dopo il tramonto del sole e per le successive 4 ore della notte. Sono stati utilizzati allo scopo un'apparecchiatura microfonica amplificata, fornita di parabola per l'individuazione a distanza, e un idrofono per il reperimento di maschi vocalizzanti esclusivamente sott'acqua.

Durante le ore diurne, sono state inoltre rilevate e conteggiate le ovature seguendo i percorsi distribuiti lungo le sponde accessibili dei corpi d'acqua della palude, tra la prima settimana di marzo e l'ultima di aprile.

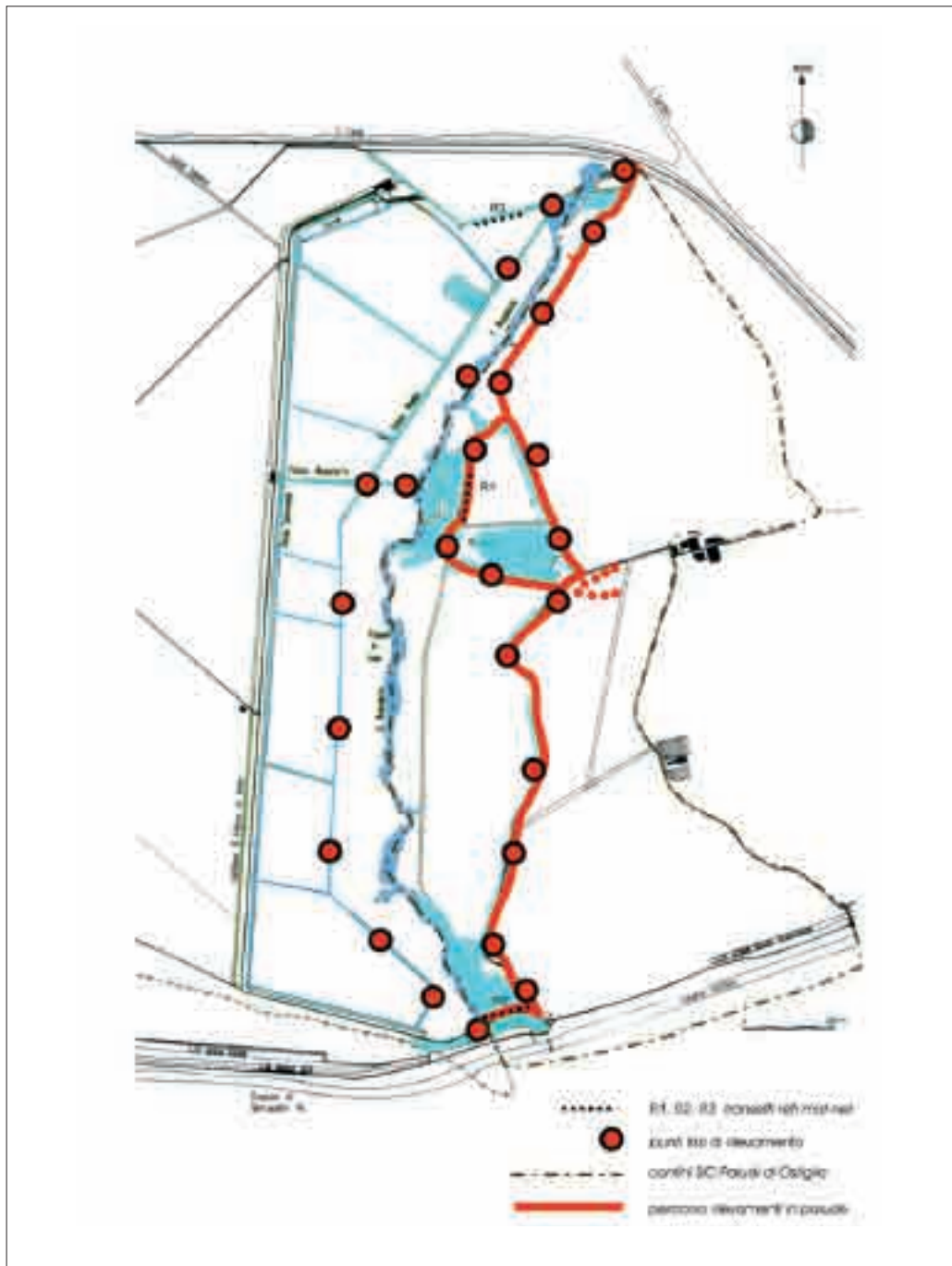
E' stata infine effettuata una ricerca visiva di esemplari in attività trofica lungo percorsi prestabiliti, posizionati attraverso gli ambienti potenzialmente idonei (sponde erbose dei corpi d'acqua e superfici boscate), in giugno-luglio e settembre-metà ottobre, con cadenza quindicinale e nelle prime ore del mattino.

3.1.2.7 Testuggine palustre (*Emys orbicularis*)

E' stata effettuata la ricerca visiva di eventuali esemplari in attività trofica o di termoregolazione mediante osservazioni dirette, sia lungo percorsi prestabiliti che costeggiano o intercettano gli ambienti potenzialmente idonei alla specie (corsi d'acqua), sia da punti fissi localizzati lungo i medesimi percorsi in corrispondenza delle situazioni di maggiore idoneità (specchi d'acqua con superfici favorevoli alla termoregolazione). Le osservazioni sono state effettuate con cadenza settimanale tra la prima settimana di marzo e l'ultima settimana di maggio e tra la prima settimana di settembre e la seconda di ottobre (picco dell'attività di termoregolazione), e con cadenza quindicinale nei mesi di giugno, luglio e agosto.

Sono state inoltre raccolte le informazioni relative a ritrovamenti/osservazioni occasionali della specie, pervenute dai frequentatori del sito.





Localizzazione dei monitoraggi compiuti nel 2004 all'interno della palude.

3.1.3 Risultati, minacce e azioni

3.1.3.1 Moretta tabaccata

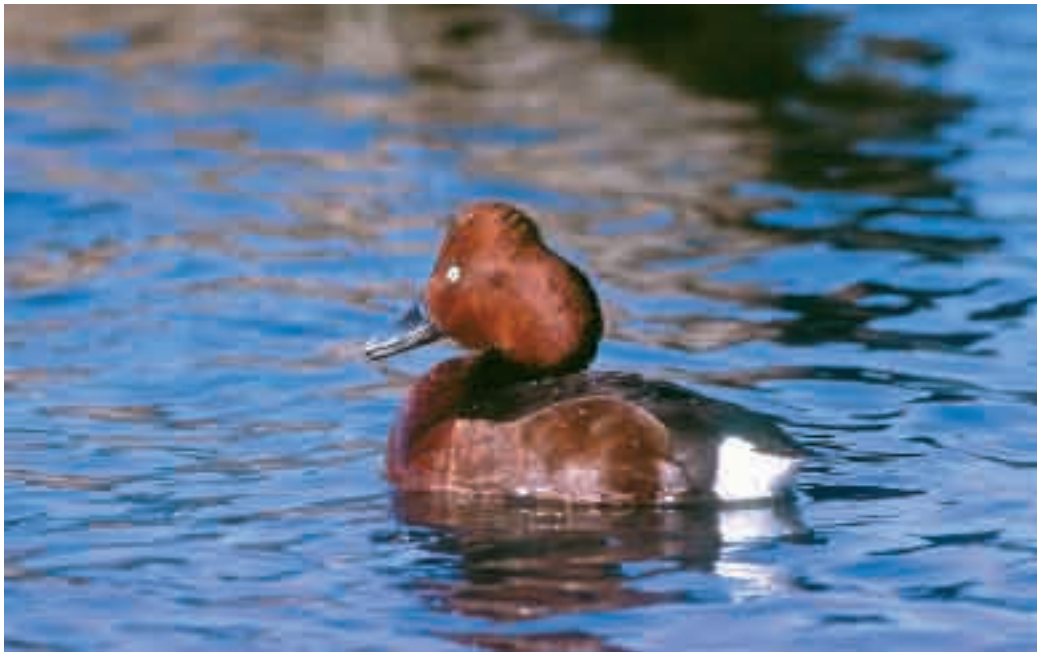
(*Aythya nyroca*)

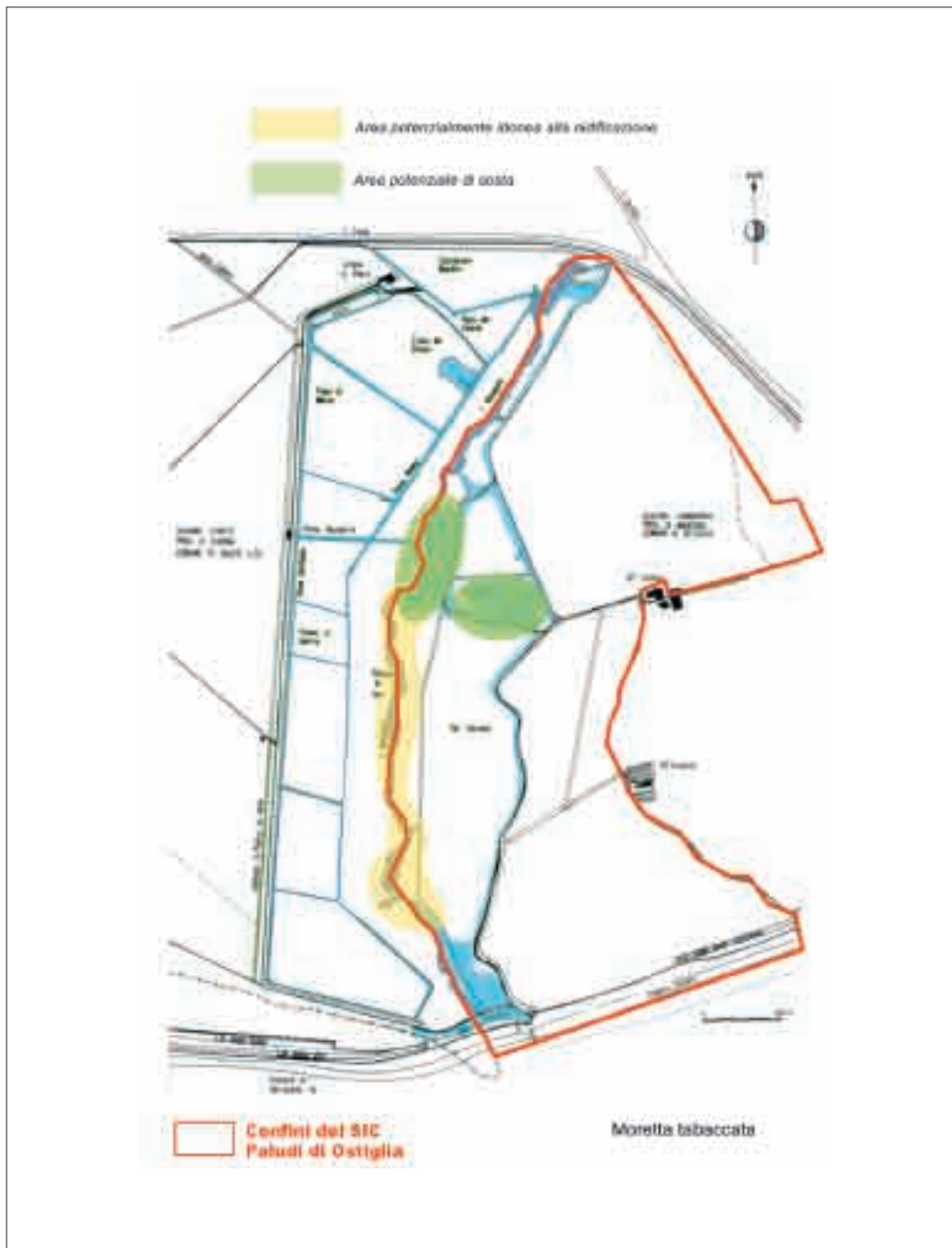
Distribuzione e consistenza

L'areale riproduttivo della Moretta tabaccata occupa esclusivamente alcune zone dell'Eurasia tra il bacino del Mediterraneo e la Cina centrale (Bankovics, 1997b). In Europa, pur essendo segnalata come nidificante dalle regioni sud-occidentali a quelle nord-orientali, è presente con popolazioni consistenti solo nel settore centro- e sud-orientale, mentre coppie isolate o modesti nuclei si riproducono in Francia, Spagna e Italia. Si tratta di una specie fondamentalmente migratrice, ma in parte anche sedentaria nel sud dell'areale. Le principali zone di svernamento sono situate soprattutto in Africa occidentale (bacini del

Fiume Niger e del Lago del Chad), ma anche nelle zone umide lungo le rive dei grandi mari interni tra il Mediterraneo e il Caspio (Cramp & Simmons, 1977).

La popolazione nidificante in Europa, decisamente più numerosa nelle regioni orientali (Croazia, Romania e Ucraina), è stimata complessivamente in 13.000-20.000 coppie e rappresenta probabilmente circa il 50% degli effettivi mondiali. L'Italia si colloca attualmente in una posizione molto marginale sia all'interno dell'areale riproduttivo, con una popolazione nidificante inferiore alle 50 coppie, che in quello di svernamento, con effettivi svernanti valutabili mediamente attorno a poche decine di individui (Brichetti, 1992; Canova, 1993; Brichetti & Fracasso, 2003). In Europa, a questa specie in marcata diminuzione e minacciata è attribuito uno stato di conservazione "vulnerabile", analogamente a quanto determinato a livello globale (Krivenko *et al.*, 1994).





Mappa delle aree della palude potenzialmente idonee alla Moretta tabaccata.

Pagina a fianco: Moretta tabaccata - *Aythya nyroca*. (Foto G. Pivatelli)

La specie nelle Paludi di Ostiglia

Nel corso del quadriennio di osservazioni la specie è stata segnalata occasionalmente nel mese di dicembre 2004. Anche in passato le osservazioni sono state alquanto episodiche e circoscritte ai transiti migratori (in una precedente indagine condotta con continuità tra il 1981 e il 1985 la specie non venne mai segnalata), che si svolgono soprattutto in marzo-aprile e in settembre-novembre e non tutti gli anni.

Per quanto riguarda poi la nidificazione all'interno della palude, oltre alla completa assenza di indicazioni recenti, mancano anche dati storici (in questo caso va comunque tenuto conto della notevole elusività della specie).

Le segnalazioni nelle Paludi di Ostiglia quindi, sono riferibili solo a pochissimi individui in transito e sono così rare e saltuarie da non consentire una qualsiasi stima.

Si ritiene comunque che, in considerazione delle esigenze ecologiche della specie e dell'estensione minima delle tipologie ambientali più idonee, la palude potrebbe ospitare al massimo qualche coppia nidificante e un numero analogamente molto limitato di individui migranti e/o svernanti.

Esigenze ecologiche della specie

L'habitat riproduttivo ottimale è rappresentato dagli ambienti umidi dolci o salmastri, relativamente chiusi, strutturalmente piuttosto diversificati e spiccatamente eutrofici, dove specchi d'acqua di modeste dimensioni e poco profondi, comunque molto ricchi di idrofite sommerse o galleggianti e di invertebrati acquatici, interrompono a mosaico la continuità di folte formazioni di elofite (soprattutto *Phragmites australis*). Frequente è anche la

presenza di una copertura (molto discontinua comunque) di alberi o arbusti igrofilo. Anche in riferimento alle disponibilità locali, idonee tipologie ambientali sono costituite da modesti corsi d'acqua molto lenta che serpeggiano e divagano attraverso estesi e folti canneti, oppure da corpi idrici più ampi al margine di vasti cariceti più o meno allagati. Si riproduce relativamente tardi (deposizione delle uova a partire dalla fine di maggio ed emancipazione dei giovani prima della metà di agosto) e il nido viene disposto all'asciutto, ma in prossimità dell'acqua oppure su ammassi di vegetazione palustre, anche direttamente su un substrato allagato.

Anche se la dieta di questo anatide viene integrata da invertebrati (larve di Ditteri Chironomidi e di Coleotteri, Molluschi, Crostacei etc...) e occasionalmente piccoli Vertebrati, il regime alimentare è fondamentalmente vegetariano. Si nutre, infatti, per lo più di materiale vegetale, in particolare di *Characee*, *Lemna*, foglie e radici di idrofite (*Potamogeton*, *Polygonum*, *Carex*, *Ceratophyllum*, *Nymphaea* etc...). Il cibo viene assunto direttamente in superficie o col corpo semisommerso, comunque generalmente dove l'acqua raggiunge una profondità di 20-70 cm (massimo circa 1,5 m).

Minacce per la specie

Il prelievo venatorio, che costituisce tuttora una delle probabili cause determinanti la continua diminuzione della Moretta tabacata nel complesso del suo areale europeo, potrebbe incidere in misura significativa anche localmente, nonostante tale attività sia preclusa nel sito e la specie stessa non rientri tra quelle cacciabili. La possibilità di esercitare la caccia in porzioni di territorio prossime all'area protetta e la facilità con la quale questo anatide può essere confuso con altre specie cacciabili (soprattutto Morigione e Moretta

con le quali spesso si associa in migrazione/ svernamento) rendono non trascurabile la probabilità di occasionali abbattimenti di soggetti in qualche modo gravitanti nell'ambito della palude stessa.

Oltre, ovviamente, alla continua scomparsa degli ambienti umidi in senso assoluto, il fattore negativo che sembra incidere con maggiore intensità sulla specie, e che potrebbe agire direttamente anche all'interno del sito considerato, è rappresentato dal degrado di tali biotopi (Callaghan, 1997) le cui cause principali sono rappresentate da:

- fenomeni di progressivo interrimento con conseguente abbassamento dei livelli idrici e accelerazione della successione vegetale verso gli stadi terrestri, con aumento della copertura arboreo-arbustiva a scapito delle formazioni idrofitiche ed elofitiche;
- modificazioni chimico-fisiche dell'acqua, per fenomeni di inquinamento di varia natura (prevalentemente agricola, nel caso della palude) e attraverso il peggioramento della qualità del corpo idrico (eccesso di eutrofizzazione, aumento della torbidità, fenomeni di avvelenamento etc...), conseguenti ad alterazioni profonde nella composizione qualitativa e quantitativa delle comunità vegetali idrofitiche (Rufay & Sériot, 1999).

3.1.3.2 Airone rosso

(*Ardea purpurea*)

Distribuzione e consistenza

L'areale riproduttivo si estende alle regioni temperate e tropicali di Europa, Africa e Asia. La popolazione europea, quasi completamente migratrice, nidifica più diffusamente nelle regioni centro-meridionali del continente e sverna in Africa a sud del Sahara (Cramp & Simmons, 1977). Gli individui che si riproducono a ovest di Russia e Ucraina, compresi probabilmente quelli di origine italiana, svernano soprattutto nelle regioni che si affacciano al Golfo di Guinea e in particolare nelle zone deltizie dei fiumi Senegal e Niger (Barbieri & Brichetti, 1992; Barbieri, 1993; Bankovics, 1997a).

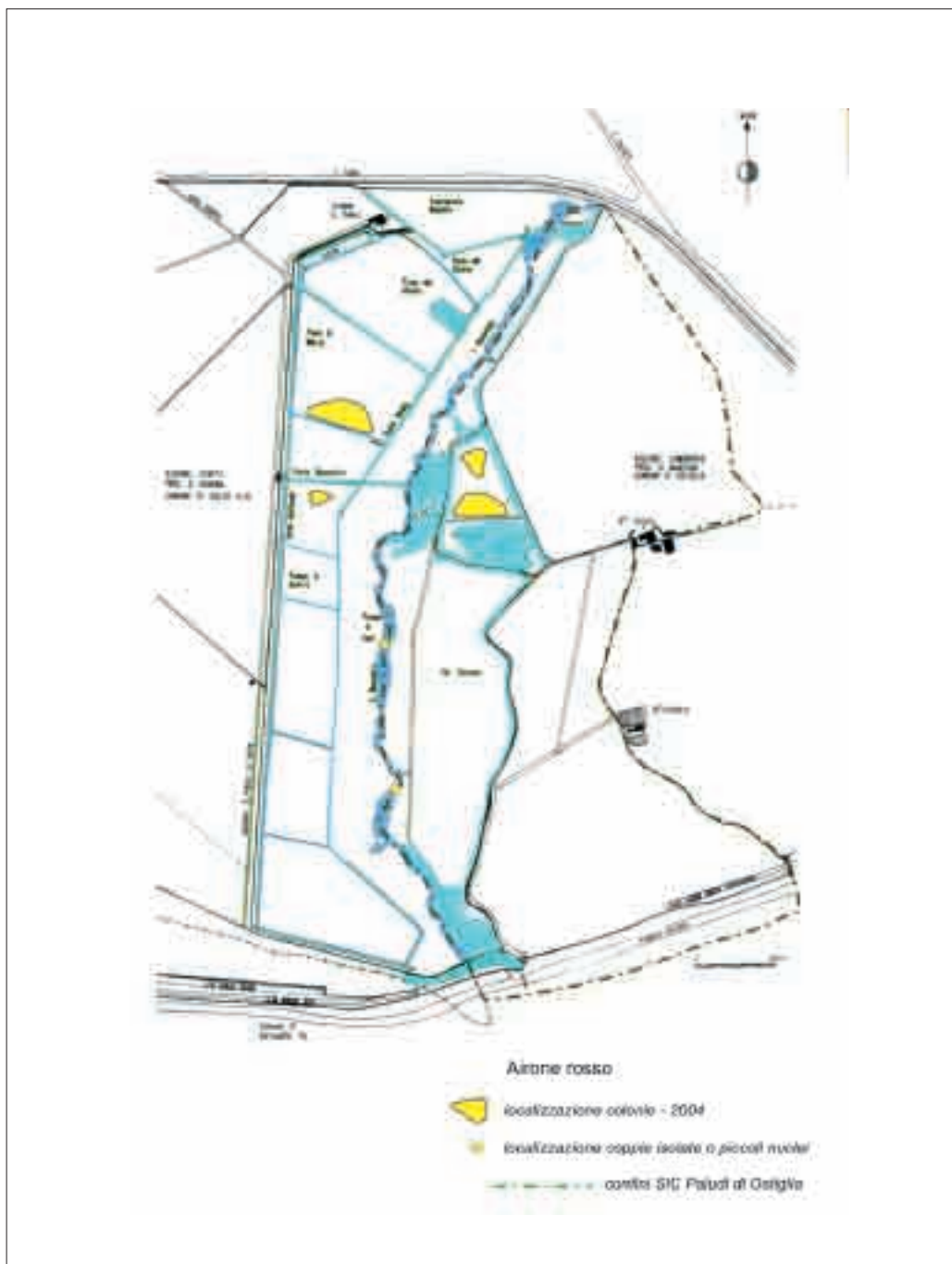
La popolazione europea è stimata in 50.000-100.000 coppie e quella italiana tra le 700 e le 1.000. Lo stato di conservazione della specie in Europa è considerato "vulnerabile" (Marion *et al.*, 2000).

La specie nelle Paludi di Ostiglia

Si tratta della specie forse più rappresentativa dell'intera palude, osservabile con regolarità tra marzo e settembre (limiti: febbraio-novembre). A parte il nucleo nidificante, sono probabilmente presenti durante le due migrazioni (marzo-aprile, agosto-settembre) e durante la dispersione giovanile (giugno-luglio) individui che provengono rispettivamente da paesi dell'Europa occidentale (Olanda) e orientale e da altre colonie localizzate nella pianura padano-veneta o in regioni limitrofe (es. Camargue).

Nelle Paludi di Ostiglia la deposizione delle uova avviene tra aprile e maggio, mentre i giovani raggiungono l'indipendenza tra la metà di giugno e la metà di agosto.





Distribuzione dell' Airone rosso nella palude – dati 2004.

Pagina a fianco: Airone rosso – *Ardea purpurea*. (Foto G. Pivatelli)

Nel primo anno di monitoraggio (2002) il nucleo nidificante nell'intera palude del Busatello (porzione mantovana e porzione veronese) è stato stimato in una trentina di coppie, delle quali circa 2/3 presenti in territorio mantovano. La specie ha fatto quindi registrare un significativo incremento rispetto a un'indagine precedente (1981-85), durante la quale venne accertato un solo caso di nidificazione nel 1983 (De Franceschi, 1989). Tale andamento pare conformarsi alla situazione generale europea, che ha visto questo airone decrescere costantemente nel corso del XX secolo fino a raggiungere livelli numerici minimi tra la fine degli anni '80 e l'inizio degli anni '90, per poi lentamente riprendersi.

Negli anni successivi al 2002 la popolazione locale ha fatto registrare un leggero incremento, attestandosi sulle attuali 50 coppie (2005) distribuite in alcuni nuclei coloniali, la cui localizzazione nel corso dei quattro anni di monitoraggio ha però subito delle variazioni, determinate almeno in parte dalle operazioni di pirodiserbo controllato effettuate annualmente nella porzione veronese della palude.

Nella porzione mantovana la specie nidifica in due colonie localizzate in ampie formazioni di cannuccia di palude, mentre alcune coppie si sono recentemente insediate anche lungo le sponde del fiume Busatello.

Resta comunque da verificare se il nucleo locale abbia raggiunto o meno un livello di equilibrio numerico in rapporto alle disponibilità di siti adatti alla riproduzione e di risorse trofiche nelle aree circostanti la palude.

Esigenze ecologiche della specie

Si tratta di uno degli aironi più specializzati quanto a esigenze di habitat (Hafner, 2000). Le colonie riproduttive come quella presente localmente presso le Paludi di Ostiglia sono

legate invariabilmente alle formazioni estese e mature di canneto allagato (in generale fino a un livello di circa 0,4 – 1,5m dal piano di campagna) almeno durante le fasi iniziali e centrali della riproduzione. I nidi vengono costruiti con steli, foglie e infiorescenze di canna palustre (provenienti dalla vegetazione morta dell'anno precedente) su grossolane piattaforme di canne piegate, a circa 0,5-1m d'altezza sull'acqua. Talvolta vengono utilizzate allo scopo altre formazioni di vegetazione elofitica (*Typha*, *Scirpus* etc...), più raramente cespugli o alberi.

Per la ricerca del cibo (costituito prevalentemente da Pesci e Anfibi, ma anche da Artropodi e Mammiferi) vengono invece sfruttati ambienti, anche relativamente più aperti, con acqua bassa e ferma (bordi di stagni, vasche, risaie etc...), ma sempre ricchi di vegetazione erbacea; questi sono rappresentati localmente soprattutto dalle sponde di fossi e canali, appartenenti anche al sistema irriguo delle zone agricole circostanti la palude. Durante la fase critica dell'allevamento dei nidiacei gli adulti possono spingersi a caccia di prede fino a distanze dalla colonia di almeno 5 km (Hafner & Fasola, 1992).

La consistenza di un nucleo riproduttivo è quindi legata da una parte alla qualità (maturità) e all'estensione delle formazioni continue di canneto, dall'altra alla superficie delle zone idonee all'alimentazione nelle immediate vicinanze del sito. Per quanto riguarda il primo fattore, un valore di 30-40 ha viene ritenuto il limite al di sotto del quale la superficie di canneto adatto condiziona direttamente le dimensioni della colonia.

Relativamente al fattore alimentare, il valore soglia sembra rappresentato da un'estensione di habitat favorevole di circa 8 chilometri quadrati (Fasola, 1986; Fasola & Alieri, 1992; Fasola et al., 1992).

Minacce per la specie

La minaccia per l'Airone rosso che a livello locale sembra rivestire la maggiore importanza è la riduzione dell'estensione dell'habitat riproduttivo e il suo peggioramento qualitativo (Kayser & Walmsley, 1999; Hafner, 2000b). Da questo punto di vista tre sono gli elementi che possono svolgere un ruolo determinante sull'evoluzione della popolazione nidificante nella palude:

- il livello dell'acqua, che dovrebbe risultare sufficientemente e stabilmente elevato, così da sommergere per alcuni decimetri il substrato del sito di nidificazione durante l'intero periodo riproduttivo, tra metà marzo e fine giugno;
- la superficie a canneto, che non andrebbe ulteriormente ridotta per far posto ad altri elementi paesaggistico-ambientali (specchi d'acqua, formazioni boschive etc...); tali interventi andrebbero eventualmente realizzati in zone esterne alla palude;
- lo stadio di maturità delle formazioni a *Phragmites australis*, che dovrebbe essere tale (minimo 2-3 anni) da offrire agli individui riproduttivi sia materiale adatto alla costruzione del nido, sia un substrato vegetale di struttura adeguata al suo sostegno (abbondanza di materiale morto, disposto orizzontalmente, raccolto in ammassi etc...).



Nido di Airone rosso su canne vecchie in fregio al Busatello. (Foto D. Cuizzi)

Il fatto che l'incremento numerico della popolazione nidificante sia coinciso con la sospensione (almeno parziale) dell'attività di raccolta e bruciatura della canna e quindi con una maggior disponibilità di vegetazione idonea alla nidificazione, potrebbe confermare l'importanza decisiva di quest'ultimo fattore ecologico, pur tenendo conto del generalizzato trend positivo della specie a scala continentale (Kayser, 1994).

Le colonie di Airone rosso risultano particolarmente sensibili al disturbo antropico, anche di tipo escursionistico-naturalistico, che può causare la sospensione dell'attività riproduttiva soprattutto nelle prime fasi della nidificazione (scelta del sito, costruzione del nido e deposizione delle uova). Al momento, tuttavia, non vi sono indicazioni che tali attività abbiano mai inciso negativamente sulla popolazione insediata nel sito, ma del loro potenziale impatto negativo va tenuto conto nella programmazione delle iniziative e delle modalità di fruizione.

Infine, esiste la possibilità che un ulteriore fattore chiave entri in gioco nel regolare numericamente le popolazioni di questo airone, ma in un contesto geografico (e temporale) completamente estraneo a quello locale. Ci si riferisce alla sequenza di prolungati periodi siccitosi nei luoghi di svernamento dell'Africa occidentale sub-sahariana, che avrebbero un determinante effetto negativo sulla consistenza di alcune popolazioni europee (olandesi e francesi), anche se apparentemente non su quelle mediterranee (Cavé, 1983; Hafner *et al.*, 2000).

3.1.3.3 Tarabuso (*Botaurus stellaris*)

Distribuzione e consistenza

L'areale riproduttivo del Tarabuso, che interessa quasi esclusivamente il Palearctico, si estende a gran parte dell'Europa, a nord fino alla porzione meridionale della regione fenno-scandinava. Nel settore centro-occidentale e meridionale del continente, le popolazioni sono per lo più sedentarie, mentre quelle più orientali e settentrionali sono progressivamente, fino a esserlo totalmente, migratrici. Le zone dove svernano i contingenti migratori sono situate in Europa (dove i corpi idrici non sono interessati, o solo per periodi relativamente brevi, dalle gelate) oppure attorno al Mediterraneo, ma anche in Africa nord-tropicale (Cramp & Simmons, 1977; Koskimies & Tyler, 1997; Hafner, 2000a).

La popolazione europea, più numerosa soprattutto nelle regioni orientali, è stimata complessivamente in 20.000-44.000 coppie mentre quella italiana è inferiore alle 100 coppie (Brichetti, 1992; Brichetti, 1993; Brichetti & Fracasso, 2003). In Europa, a questa specie in generale diminuzione almeno a livello continentale è attribuito uno stato di conservazione "vulnerabile" (Tyler, 1994).

La specie nelle Paludi di Ostiglia

All'interno della palude l'airone è osservabile con regolarità tra settembre e maggio, comportandosi da specie migratrice (febbraio-maggio, settembre-novembre) e svernante. Non esistono per ora indicazioni di nidificazione certa nella palude, tuttavia nel 2005 due maschi in canto sono stati uditi regolarmente fino a maggio e almeno uno ancora in giugno e luglio. La specie era segnalata come diffusamente nidificante nell'intero comprensorio delle Valli Grandi Veronesi, quindi presumi-



Tarabuso – *Botaurus stellaris*. (Foto G. Pivatelli)

bilmente anche in questa palude, almeno fino alla fine del XIX secolo.

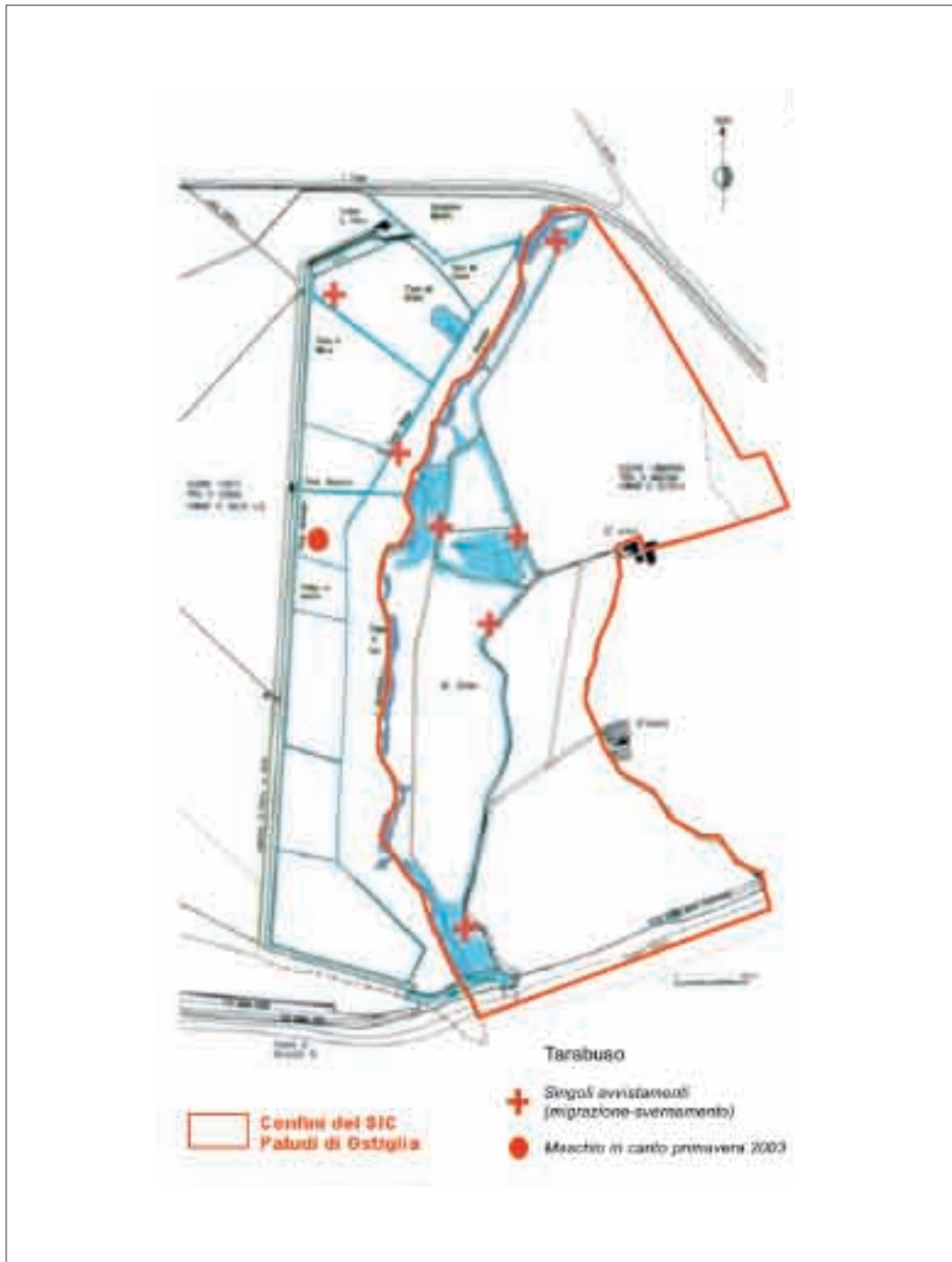
Durante le migrazioni, data la continua sostituzione degli individui che utilizzano la palude come zona di sosta temporanea, risulta quasi impossibile stimare la consistenza numerica degli effettivi che la frequentano. Anche d'inverno questo airone risulta difficile da censire con accuratezza a causa della silenziosità al di fuori dei periodi di nidificazione, della scarsa visibilità legata alla colorazione fortemente mimetica, e all'abitudine di tenersi quasi sempre nascosto nel folto della vegetazione palustre e di muoversi assai poco (soprattutto a volo). Una stima prudenziale fa ritenere attorno alla decina il numero di individui svernanti nell'area.

Anche la localizzazione delle osservazioni all'interno della palude è fortemente condizionata dall'elusività della specie e dalla casualità delle osservazioni, che sono ovviamente concentrate nei punti dove maggiori sono le possibilità di avvistamento. In alcune di queste situazioni tuttavia, gli avvistamenti coincidono con le aree maggiormente idonee dal punto di vista trofico, ampiamente distribuite all'interno della palude soprattutto lungo i corsi d'acqua, grandi e piccoli, che l'attraversano.

Esigenze ecologiche della specie

Questo airone fortemente specializzato è legato per tutto l'anno a formazioni di elfofite particolarmente estese, dense e alte. Per nidificare si insedia in ampi letti di canneto, più raramente tifeti o scirpeti, su un suolo costantemente inondato. La specie è poligama e il nido, costruito esclusivamente dalla femmina, è formato da una piattaforma di canne e altro materiale vegetale ammassato sull'acqua, in un nucleo denso di canne, ma in prossimità di uno spazio aperto allagato. In particolari condizioni di alta concentrazione e di ampia disponibilità di prede, come ad esempio nelle aree risicole, può insediarsi in formazioni elfofitiche di ridotta estensione e anche in nuclei densamente cespugliati. Durante l'inverno non sembra modificare in modo significativo la scelta dell'habitat, a eccezione dei periodi di gelo quando è costretto ad alimentarsi in situazioni anomale, come zone aperte scarsamente vegetate e asciutte, talvolta anche relativamente disturbate.

La ricerca del cibo, costituito prevalentemente da Pesci o Anfibi e secondariamente da invertebrati, viene effettuata in ogni stagione dell'anno percorrendo le sponde di corpi d'acqua ferma o debolmente corrente, ma normalmente al coperto della vegetazione elfofitica. Da questo punto di vista le aree più idonee al suo insediamento sono caratterizza-



Mappa delle aree della palude idonee al Tarabuso.

te da un alto rapporto tra la lunghezza della riva (purché densamente vegetata) e la superficie del corpo idrico.

Per quanto riguarda le caratteristiche ottimali del canneto per la costruzione del nido, la specie utilizza preferibilmente i nuclei più maturi (elevata lunghezza e diametro dei cauli) e strutturalmente diversificati (presenza contemporanea di elementi di varia densità e inclinazione, fino a caotici ammassi disposti orizzontalmente sull'acqua); al contrario per la ricerca del cibo utilizza maggiormente le formazioni giovani, presenti al limite tra il canneto e l'acqua libera.

Minacce per la specie

Il Tarabuso, pur frequentando in tutte le stagioni fondamentalmente lo stesso tipo di ambiente, appare più esigente nel periodo riproduttivo (marzo-giugno), quando il suo insediamento è sfavorito da una serie di fattori:

- il ringiovanimento eccessivo dei fragmiteti, tramite tagli e/o bruciature a intervalli troppo ravvicinati;
- all'opposto, fenomeni di interrimento che provocano da una parte l'evoluzione dei canneti verso altre formazioni vegetali non adatte alla specie, e dall'altra la riduzione delle superfici (anche di limitate estensione ma diffuse) d'acqua libera, necessarie per la ricerca del cibo;
- variazioni troppo elevate o frequenti dei livelli idrici, che nel caso di eccessivi abbassamenti rischierebbero di rendere asciutto il substrato facilitando l'azione dei predatori sulla covata/nidiata, mentre in condizioni di forte innalzamento potrebbero portare alla sommersione del nido stesso;

- intenso disturbo antropico in prossimità del sito di nidificazione (Newbery *et al.*, 1997; Pineau, 2000).

Per quanto riguarda la situazione locale, l'assenza della specie come nidificante potrebbe essere dovuta alla prima categoria di fattori negativi, i quali tuttavia sono stati per ora eliminati totalmente nella porzione mantovana e fortemente ridimensionati in quella veronese. Al contrario, l'evoluzione della vegetazione da formazioni palustri ad altre spiccatamente più terrestri, potrebbe costituire un fattore limitante sempre più pesante in tempi relativamente ravvicinati (Duhautois & Marion, 1999).

Durante le migrazioni e lo svernamento la specie appare meno sensibile alle sopraelencate forme di disturbo. Anche se in inverno i livelli idrici fossero mantenuti (come accaduto in passato) ai valori minimi, questi dovrebbero comunque essere tali da consentire la disponibilità di acqua sufficientemente profonda per la ricerca del cibo nei corpi idrici di maggiori dimensioni (stagni, fossati, canali ecc.), oltre ovviamente a un'adeguata copertura vegetale almeno lungo le sponde.

Un potenziale fattore negativo, anche se non sufficientemente indagato, è rappresentato da una riduzione della qualità (ad esempio la trasparenza) dell'acqua, e quindi dell'accessibilità e/o disponibilità delle fonti alimentari (pesci soprattutto), a causa di fenomeni di inquinamento o eutrofizzazione a carico degli immissari della palude.

3.1.3.4 Falco di palude (*Circus aeruginosus*)

Distribuzione e consistenza

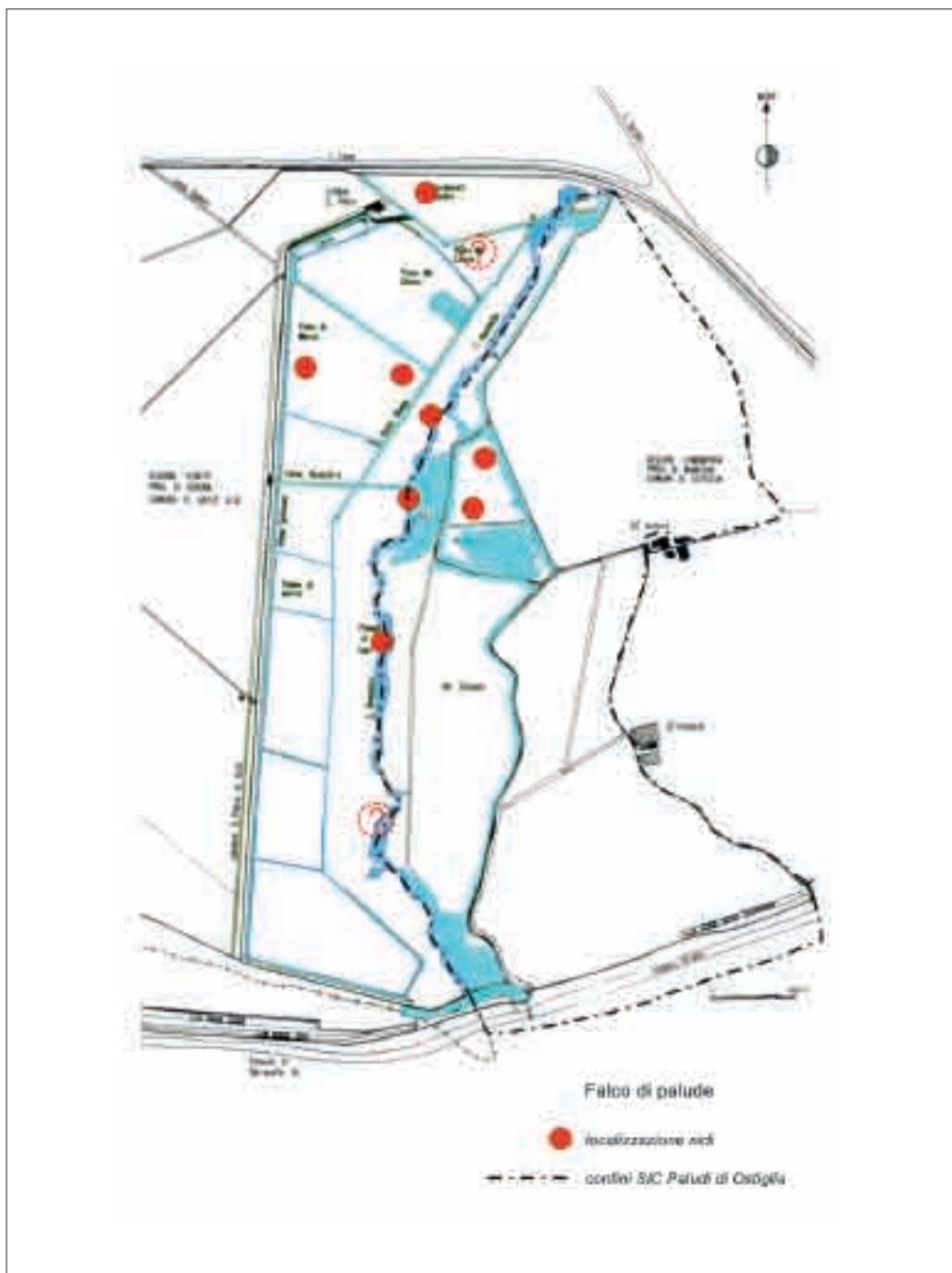
L'areale riproduttivo, che interessa quasi l'intera regione paleartica, o solo la porzione occidentale nel caso si considerino le forme orientali come specie a sé stanti, si estende a gran parte delle pianure europee, dalle regioni mediterranee fin quasi al Circolo Polare Artico nella Penisola Fenno-scandinava (Bavoux *et al.*, 1999). Le popolazioni settentrionali e orientali sono migratrici, mentre procedendo verso ovest e verso sud aumenta progressiva-

mente la proporzione degli individui sedentari o migratori solo su brevi distanze (o ancora semplicemente dispersivi), con una prevalenza degli adulti sui giovani e delle femmine sui maschi. Le zone di svernamento delle popolazioni europee sono situate attorno al Mediterraneo e nell'Africa a sud del Sahara (Cramp & Simmons, 1979; Martelli & Parodi, 1992; Martelli, 1993).

La popolazione europea, più numerosa soprattutto nelle regioni centrali e orientali del continente, è stimata complessivamente in 52.000-88.000 coppie e quella italiana attorno alle 100 coppie, valore riferibile tuttavia



Falco di palude – *Circus aeruginosus*.
(Foto L. Piazza)



Distribuzione del Falco di palude – dati 2004.

alla situazione conosciuta nella seconda metà degli anni '80 del secolo scorso e certamente approssimato per difetto. Attualmente, infatti, gli effettivi nidificanti non dovrebbero essere inferiori a una quantità almeno doppia. In Europa, a questa specie in lenta ma pressoché generalizzata ripresa (dopo una lunga fase di regressione durata almeno fino ai primi anni '70) è attribuito uno stato di conservazione "non sfavorevole".

La specie nelle Paludi di Ostiglia

Nella palude la specie nidifica regolarmente ed è osservabile tutto l'anno, ma con minor frequenza durante i mesi invernali, durante i quali è però anche meno strettamente legata all'ambiente palustre, cacciando spesso nelle zone coltivate. L'area è certamente interessata anche da un flusso regolare di migratori, sia pure apparentemente poco consistente, tanto in primavera (fine febbraio-inizio maggio) che in autunno (fine agosto-inizio novembre), per effetto da una parte della limitata estensione dell'area umida e dall'altra dell'interazione competitiva con gli individui localmente territoriali. L'inizio dell'attività riproduttiva si colloca alla fine di febbraio, con le vistose esibizioni territoriali e di corteggiamento, mentre l'involto dei giovani avviene in giugno-luglio. Al momento non è possibile stabilire se gli individui locali abbandonino completamente, o in che misura, il sito durante l'inverno.

All'inizio delle attività di regolare monitoraggio (2002) erano presenti nella palude 2 coppie certamente nidificanti, ma erano stati comunque osservati comportamenti associati alla nidificazione (esibizioni aeree, trasporto di materiale per il nido etc...) da parte di altri individui, prudenzialmente considerati "non-riproduttivi" (immaturi, migratori tardivi etc...). Nonostante i piccoli numeri coinvolti, la situazione locale della specie era apparsa quindi già in evoluzione positiva, poiché in

una precedente indagine (1981-1985) veniva giudicata come probabile la nidificazione di una sola coppia (De Franceschi, 1989). Tale andamento è stato ampiamente confermato dai censimenti eseguiti negli anni successivi (anche tenendo conto del perfezionamento nelle tecniche di rilevazione) e attualmente la specie è presente con 6-8 coppie (2005). I siti di nidificazione sono localizzati in estesi canneti nella parte interna della palude.

Esigenze ecologiche della specie

Come per tutti i rapaci, due sono le fondamentali condizioni che ne permettono l'insestimento: un sito adatto alla nidificazione e un'ampia disponibilità di prede.

Questo rapace presenta un sistema riproduttivo di tipo poliginico (un maschio può nidificare contemporaneamente con più femmine diverse, comunque raramente più di due) e un sistema sociale parzialmente gregario. Oltre a formare soprattutto in inverno, dormitori comuni dove si possono riunire anche decine d'individui, in situazioni favorevoli (elevata disponibilità di cibo) può riprodursi in modo semi-coloniale, con nidi di coppie diverse distanziati di poche decine di metri (Clarke, 1995; Simmons, 2000).

Per quanto riguarda l'habitat riproduttivo, il Falco di palude mostra una spiccata preferenza per le zone umide ricche di folta vegetazione elofitica su un substrato più o meno allagato. Per la nidificazione utilizza fondamentalmente estese formazioni a canneto o tifeto, non disturbate durante le fasi più delicate del ciclo riproduttivo (scelta del sito, costruzione del nido e deposizione delle uova). Le condizioni ottimali vengono offerte da canneti allagati, con steli alti e addensati, né troppo giovani né troppo invecchiati; nel primo caso vengono a mancare gli ammassi di cauli secchi e piegati usati come supporto per



il nido, mentre nel secondo l'eccesso di materiale vegetale depositato dà l'avvio al processo di interrimento della palude, facilitando l'accesso ai predatori.

La specie tuttavia mostra un notevole grado di adattabilità quanto a scelta dell'habitat riproduttivo, soprattutto nei settori dell'areale europeo nei quali si osserva attualmente un significativo incremento numerico, nidificando con sempre maggior frequenza su substrati completamente asciutti sia in incolti erbacei sia in ambienti agrari, dove la vegetazione è rappresentata soprattutto da Graminacee, Crucifere e Leguminose coltivate. In tutti i casi, però, questo rapace appare molto sensibile al disturbo antropico in prossimità del sito riproduttivo, che può venire abbandonato con facilità.

Per quanto concerne il regime alimentare la specie si comporta decisamente da opportunist, essendo in grado di utilizzare un ampio spettro di prede in base alle disponibilità offerte dalla situazione locale e dalla stagione. Infatti, pur mostrando una spiccata preferenza per gli uccelli delle dimensioni di una Gallinella d'acqua (*Gallinula chloropus*) o di una giovane Folaga (*Fulica atra*), a seconda della zona e del periodo dell'anno si specializza nella cattura di animali dalle dimensioni che variano da quelle di un piccolo Roditore (*Arvicola*, *Microtus*, *Rattus* etc...) a quelle di un grosso Anatide (*Anas* spp.), compresi anche Pesci, Anfibi (*Rana* spp.), Rettili (*Natrix* spp.) diverse specie di Passeriformi (in particolare lo

Storno - *Sturnus vulgaris*), giovani esemplari di Nutria (*Myocastor coypus*) e di Lepre (*Lepus europaeus*), e non disdegnando le carogne, soprattutto in inverno. Il peso di una singola preda può quindi variare da un minimo di circa 10g a un massimo di circa 700. Per svolgere in maniera ottimale l'attività di caccia necessita di un ambiente strutturalmente piuttosto diversificato, dove tratti piani e con vegetazione molto bassa, rada o totalmente assente (specchi d'acqua, arativi etc...) si alternano ad aree con formazioni erbacee alte ed elementi strutturali (macchie arbustive, argini etc...) tali da favorire l'avvicinamento e la cattura a sorpresa della preda nel corso dei voli di ricerca a bassa quota (2-6 m di altezza da terra).

Minacce per la specie

La forte diminuzione evidenziata dalla specie fino ad anni piuttosto recenti, è stata attribuita in generale a:

- contrazione o degrado delle aree umide a elofite, habitat primario di nidificazione;
- immissioni massicce nell'ambiente di prodotti tossici (in particolare di insetticidi clororganici) e conseguente contaminazione degli individui attraverso la catena alimentare, con riduzione della fecondità;
- avvelenamento da piombo, ingerito sotto forma di pallini da caccia attraverso le prede (già ferite o morte) che costituiscono comune selvaggina (Anatidi soprattutto);
- abbattimenti, principalmente nelle zone di sosta migratoria o di svernamento situate attorno al Mediterraneo (Nicola-Guillaumet, 1999).

Per quanto riguarda la situazione nella Palude del Busatello, si ritiene che i seguenti fattori possano incidere negativamente sulla popolazione nidificante:

- la riduzione del canneto maturo in seguito a interventi di sfalcio (o pirodiserbo) su porzioni di palude eccessivamente grandi;
- all'opposto, l'abbandono di ampi tratti di palude alla naturale evoluzione verso stadi di progressivo interrimento, che può comportare ugualmente la contrazione di habitat adatto soprattutto alla nidificazione;
- il disturbo antropico (indiretto) dell'attività riproduttiva, per la presenza troppo ravvicinata o non sufficientemente mascherata dei fruitori della Riserva;
- il fatto che sebbene legalmente protetto, come gli altri rapaci diurni anche il Falco di palude è tuttora soggetto a uccisioni nel corso della stagione venatoria, per cui la presenza di zone aperte alla caccia nelle immediate adiacenze dei confini dell'area protetta può comportare l'abbattimento di individui appartenenti all'esigua popolazione locale;
- l'intensificazione delle pratiche agricole, e la conseguente riduzione generalizzata della fauna, nei terreni agrari immediatamente circostanti la palude sui quali si svolge parte dell'attività trofica della specie.

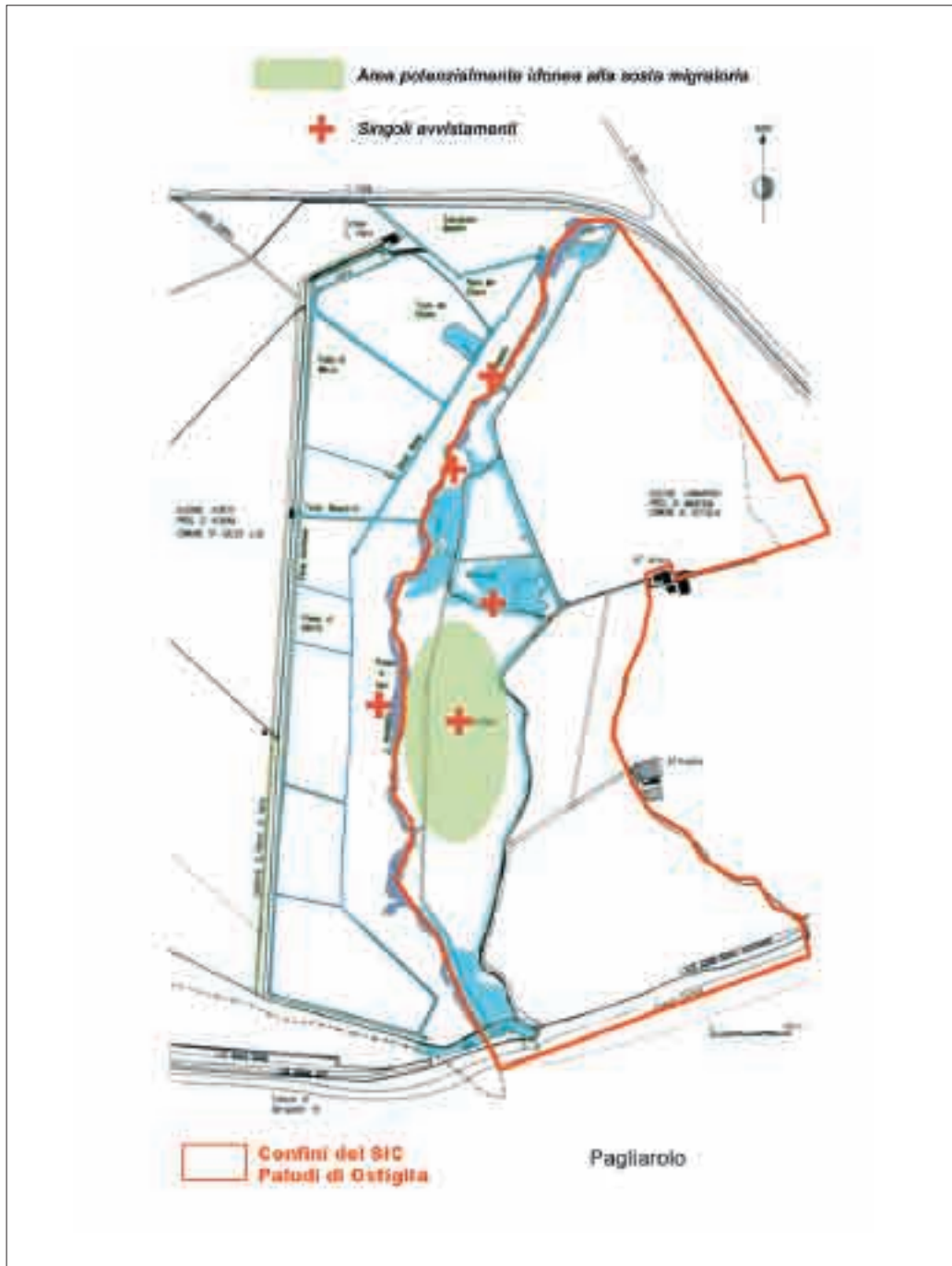
3.1.3.5 Pagliarolo (*Acrocephalus paludicola*)

Distribuzione e consistenza

L'areale riproduttivo del Pagliarolo, che occupa attualmente una superficie piuttosto limitata e compresa tra la Germania orientale e la Siberia occidentale (Fiume Ob), è solo parzialmente conosciuto (soprattutto verso est), ma circa i $\frac{3}{4}$ della popolazione mondiale sono apparentemente concentrati in Europa, soprattutto in Ungheria, Polonia, Ucraina e Bielorussia. Completamente migratrice (luglio-ottobre e aprile-maggio), questa specie si dirige in autunno verso ovest sud-ovest, sostando in diversi paesi dell'Europa occidentale, apparentemente in un numero piuttosto limitato di siti, distribuiti principalmente lungo le coste atlantiche tra l'Inghilterra meridionale e la Spagna; sverna in un settore relativamente ristretto, anche se non precisamente definito, dell'Africa occidentale sub-sahariana (Sahel), tra il Senegal e il Ghana (Dyrce & Schulze-Hagen, 1999). In primavera il flusso



Pagliarolo – *Acrocephalus paludicola*.
(Foto G. Pivatelli)



Mappa delle aree della palude idonee al Pagliarolo.

migratorio sembra seguire una rotta più orientale rispetto alla migrazione post-riproduttiva (Cramp, 1992; Bargain, 1999).

La popolazione europea, stimata in 14.000-21.000 coppie, risulta in costante diminuzione già a partire dalla fine del XIX secolo, essendo progressivamente scomparsa come specie nidificante da numerosi regioni dell'Europa centrale e orientale, tra la Francia e l'ex-Jugoslavia. Anche l'Italia viene inclusa tra i paesi nei quali la specie non è più presente come nidificante (Glutz von Blotzheim & Bauer, 1991).

Il Pagliarolo è classificato come specie "vulnerabile" a livello globale e "minacciata" in Europa (Heredia, 1997).

La specie nelle Paludi di Ostiglia

Come nel resto d'Italia, anche in questo comprensorio palustre il Pagliarolo è stato osservato solo in pochissime occasioni ed esclusivamente durante le migrazioni. Già nel passato la specie era considerata nel territorio italiano meno comune rispetto ad altri congeneri e non omogeneamente distribuita (in prevalenza Veneto, Toscana e Sicilia). Questa irregolarità potrebbe essere imputabile a una precisa strategia migratoria, che porta le popolazioni in transito attraverso il nostro paese a utilizzare solo alcune zone privilegiate per condizioni ambientali o posizione geografica, lungo le rotte migratorie. Una di queste aree potrebbe essere individuata nei siti palustri interni presenti, un tempo diffusamente ma ora in modo del tutto residuale, nelle basse della Pianura Padana centrale, approssimativamente tra Lombardia orientale (province di Cremona e Mantova), Emilia (provincia di Modena) e Veneto (province di Verona e Vicenza).

Per quanto riguarda la distribuzione sta-

zionale delle presenze, gli scarsissimi dati non consentono di delineare un quadro sufficientemente accurato. Da una parte le notizie storiche (ricavabili da esemplari conservati in collezioni) fanno riferimento soprattutto alla migrazione post-nuziale (per lo più tra la metà e la fine di settembre), ma va tenuto conto del fatto che la fonte principale di questo materiale era in qualche modo legata all'attività venatoria, più intensa nel periodo autunnale. Dall'altra le notizie recenti (come quelle raccolte nelle Paludi di Ostiglia o in aree limitrofe) riguardano soprattutto il transito primaverile (fine aprile-metà maggio) e non sono prive di elementi di distorsione poiché in questa stagione i maschi di Pagliarolo, di solito elusivo e facilmente confondibile con altri Acrocefali, si fanno notare più facilmente attraverso le caratteristiche emissioni sonore.

Le segnalazioni, finora riferibili solo a singoli individui, anche se apparentemente regolari sono così scarse (nulle nel quadriennio Life 2002-2005) da non consentire alcuna stima attendibile. In considerazione delle esigenze ecologiche di questo Passeriforme e dell'estensione dell'intero ecosistema palustre, si ritiene che la Palude del Busatello possa teoricamente ospitare al massimo qualche decina d'individui in sosta temporanea durante le migrazioni.

Esigenze ecologiche della specie

Le esigenze della specie sono relativamente conosciute solo nei siti di nidificazione, mentre sono ancora carenti le informazioni relative alle località africane di svernamento e alle aree di sosta lungo le rotte migratorie. Pare comunque mantenere in tutte le circostanze una netta preferenza per la vegetazione erbacea igrofila, ma relativamente bassa.

In periodo riproduttivo il Pagliarolo appare fortemente specializzato quanto a scelta

dell'habitat, insediandosi in aree palustri con substrato moderatamente allagato (1-10 cm d'acqua) e vegetazione formata da specie erbacee piuttosto folte e non troppo elevate, rappresentate soprattutto da *Carex* spp. e secondariamente anche da *Agrostis*, *Bolboschoenus*, *Agropyron*, *Alopecurus*, *Phalaris* e *Phragmites*, ma in quest'ultimo caso in formazioni poco rigogliose e immature (steli sottili e alti al massimo 120 cm) e di solito rappresentate piuttosto da isole che interrompono (analogamente a macchie di *Molinia*, *Calamagrostis* etc...) gli estesi cariceti.

In migrazione sembra favorire, nella maggior parte dei siti, cariceti e canneti bassi ma anche formazioni di *Juncus*, *Scirpus*, *Spartina* etc..., posti nelle immediate vicinanze dell'acqua aperta. I fragmiteti ben strutturati sembrano esercitare solo un'attrazione iniziale nei confronti dell'area umida nel suo complesso, mentre successivamente questi uccelli si sposterebbero nelle porzioni dell'habitat più favorevoli (formazioni erbacee basse e in parte allagate). Come per altri migratori a lungo raggio, queste aree di sosta (*stop-over*) vengono utilizzate per ricostituire nell'arco di alcuni giorni le riserve energetiche necessarie a completare un'altra tappa del volo migratorio.

Il regime alimentare è basato principalmente su Insetti e Aracnidi.

Per quanto riguarda nello specifico le Paludi di Ostiglia, l'apparente regolarità delle osservazioni e la presenza di estesi letti di cariceto, più o meno allagati e interrotti da nuclei di canneto, indicano come tale zona possa rappresentare uno dei pochissimi siti "tradizionali" di sosta temporanea, tuttora sopravvissuti in un ambito geografico relativamente più ampio (Nord Italia), analogamente a quanto verificato lungo le rotte migratorie che interessano le altre regioni dell'Europa occidentale.

Minacce per la specie

I fattori di rischio per le popolazioni di Pagliarolo, non ancora ben definite al di fuori dei siti riproduttivi, sono probabilmente legati alla riduzione o sfavorevole trasformazione delle zone umide utilizzate come "tradizionali" siti di sosta durante le migrazioni, o per lo svernamento (Dyrce, 1994). Di conseguenza, le condizioni che localmente potrebbero incidere negativamente sulla presenza di questo Passeriforme sono rappresentate dalle modificazioni della struttura vegetazionale tipica della palude – in particolare la riduzione dei cariceti – in seguito all'accelerazione del processo di interrimento, causato a sua volta dal crescente accumulo di materiale vegetale e dal generale abbassamento dei livelli idrici.

Fenomeni di inquinamento delle acque e dei terreni interessati da fenomeni di esondazione, potrebbero anche intervenire nel ridurre la quantità o la qualità delle fonti alimentari (invertebrati).

3.1.3.6 Rana di Lataste (*Rana latastei*)

Distribuzione e consistenza

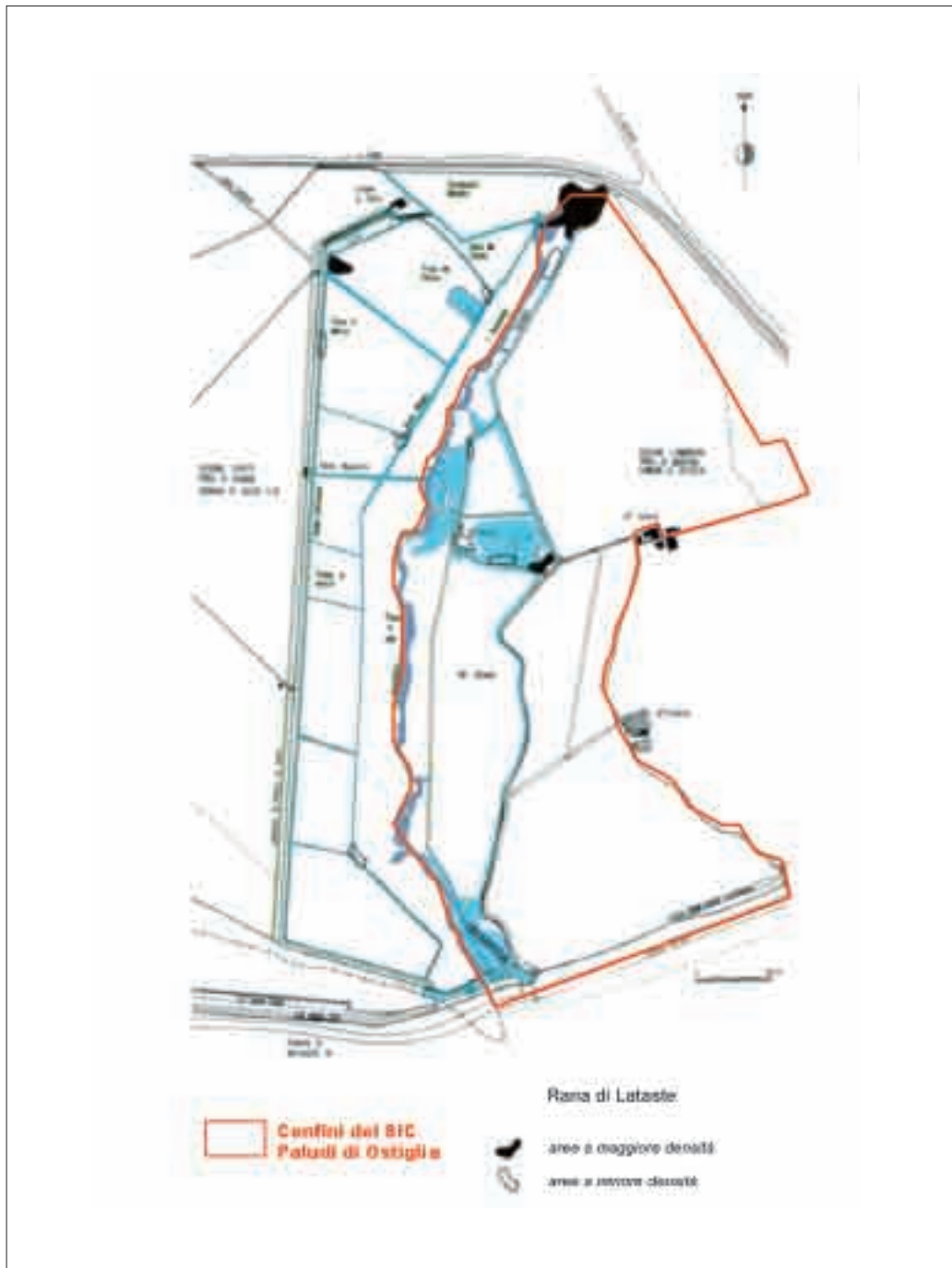
La Rana di Lataste è un Anfibio appartenente al gruppo delle cosiddette “rane rosse” ed endemico dell’Italia settentrionale, con areale limitato alla Pianura Padano-veneta, dal Piemonte occidentale al Friuli-Venezia Giulia orientale, oltre a poche stazioni relitte in Canton Ticino (Svizzera meridionale), Istria (Slovenia e Croazia) ed Emilia-Romagna (Ravennate) (SHI, 1996; Gasc, 1997). La sua presenza appare piuttosto puntiforme e frammentata nella porzione occidentale dell’areale, ma tendenzialmente più diffusa e continua verso est, nonostante il quadro distributivo attuale sia stato fortemente modificato dalle trasformazioni ambientali di

natura antropica. Specie tipicamente planiziale, colonizza comunque i versanti collinari più freschi e umidi prospicienti la pianura, di solito non oltre comunque i 200-300 metri di quota. Tenendo conto dell’areale molto circoscritto, del limitato numero di siti ospitanti popolazioni consistenti e delle esigenze ecologiche piuttosto marcate, questa rana è posta nella categoria “in pericolo” della Lista Rossa nazionale (Lipu & WWF, 1999).

La specie nelle Paludi di Ostiglia

La Rana di Lataste, già segnalata nell’area indagata alla fine del XIX secolo e confermata anche in tempi più recenti, si riproduce con regolarità in questo complesso palustre. Conclusa la fase di latenza invernale tra la metà di febbraio e l’inizio di marzo, a seconda delle condizioni climatiche annuali, questi Anfibi si





Distribuzione della Rana di Lataste – dati 2004.

Pagina a fianco: Rana di Lataste - *Rana latastei*. (Foto I. Farronato)

portano in acqua, dando immediatamente inizio alla fase riproduttiva. Questa si manifesta innanzitutto con un'intensa attività canora (anche subacquea), seguita dalla deposizione delle uova che si realizza principalmente nel mese di marzo. Entro aprile la maggior parte degli adulti abbandona l'acqua e intraprende la fase di vita completamente terrestre fino all'inizio della latenza invernale, per lo più tra la fine di ottobre e la metà di novembre. Una riduzione dell'attività si osserva comunque anche nei mesi estivi (luglio-agosto), in coincidenza con le condizioni di più elevata temperatura atmosferica e di minor umidità del suolo.

Poiché il numero di ovature rinvenute è risultato estremamente basso (probabilmente a causa della dispersione delle stesse e dell'impossibilità di accesso a molti dei siti potenzialmente idonei), la stima della dimensione della popolazione presente nella palude è stata effettuata utilizzando le vocalizzazioni emesse nelle ore notturne durante il periodo di massima attività riproduttiva (fine febbraio-primi di marzo). Si ritiene che la popolazione presente nel complesso dell'intera palude possa essere valutata approssimativamente in alcune centinaia d'individui (4-500).

La Rana di Lataste utilizza nel corso dell'anno porzioni diverse, per caratteristiche idriche e vegetazionali, della palude. Nel periodo di presenza in acqua, coincidente con le prime fasi riproduttive, le maggiori concentrazioni di individui in canto notturno sono state osservate regolarmente nei siti posti nella metà settentrionale dell'area.

Durante la fase terrestre la specie è raramente contattabile e per lo più con individui isolati, rinvenibili tra l'erba umida al margine dei corpi idrici o in prossimità della vegetazione arboreo-arbustiva, in tutti i casi nelle vicinanze dei siti sopra descritti.

Esigenze ecologiche della specie

Questo anfibio decisamente stenoigro viene considerato primariamente legato alla formazione climax del *Quercus-carpinetum boreoitalicum* (con *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Ulmus minor*, *Fraxinus oxycarpa* etc... a formare lo strato arboreo e *Corylus avellana*, *Crataegus oxyacantha*, *Cornus sanguinea*, *Frangula alnus*, *Sambucus nigra*, *Viburnum opulus* etc., quello arbustivo), che identifica la tipologia forestale semi-igrofila a latifoglie tipica del paesaggio naturale di gran parte della Pianura Padano-veneta, ora ridotto a lembi relitti di piccole dimensioni tra loro isolati. In questo contesto il grado di umidità è mantenuto elevato, oltre che dall'abbondante copertura vegetale, soprattutto dal livello superficiale della falda freatica. La specie è tuttavia presente anche in ontaneti ad *Alnus glutinosa* che di fatto rappresentano le formazioni che si sostituiscono al *Quercus-carpinetum* in condizioni di falda affiorante e terreni acidofili ricchi di sostanza organica. Attualmente è presente anche dove la componente arborea è ridotta a semplici filari o piccole macchie di volta in volta dominate da *Alnus glutinosa*, *Salix* spp. e *Populus* spp., ma sempre in prossimità di corpi idrici adatti alla riproduzione e con presenza di uno strato erbaceo sufficientemente esteso, anche ai bordi di campi coltivati. Altri ambienti, apparentemente secondari, sono rappresentati da zone strettamente palustri, caratterizzate da magnocariceti e canneti, ma sempre con lembi più o meno estesi di prati umidi e nuclei di vegetazione arboreo-arbustiva. In casi estremi vengono colonizzati anche i pioppeti artificiali, dove comunque le pratiche colturali non siano così intensive da eliminare completamente gli strati arbustivi ed erbacei. Il regime alimentare è costituito da una grande varietà di Artropodi di tipo geofilo che popolano la vegetazione erbacea su substrato umido (ma non allagato) e la lettiera delle adiacenti zone arborate o cespugliate, dove

questa rana svolge prevalentemente l'attività trofica durante la fase di vita terrestre.

La riproduzione avviene di regola in raccolte d'acqua stagnante o debolmente corrente (rispettivamente pozze e fossati), normalmente di piccole dimensioni e poco profonde, caratterizzate da permanenza dell'acqua almeno tra inizio febbraio e fine giugno/inizio luglio, da abbondante vegetazione idrofita sommersa (utilizzata per ancorare le ovature, di solito deposte a pochi decimetri di profondità e come aree di rifugio per i girini) e da una contenuta presenza o totale assenza di fauna ittica, predatrice di uova e larve. Usualmente i siti di deposizione sono localizzati nelle immediate vicinanze delle zone con copertura arboreo-arbustiva, dove questa rana trascorre la fase terrestre, ma nelle situazioni in cui l'ambiente è stato profondamente alterato dall'uomo le zone riproduttive possono trovarsi anche a diverse centinaia di metri dalle aree boscate o cespugliate.

Minacce per la specie

Entro l'areale originario, le popolazioni di Rana di Lataste sono state eliminate o fortemente ridimensionate da una serie di fattori:

- il disboscamento della pianura, non solo a carico delle aree forestali in senso stretto, ma anche di quelle formazioni lineari (siepi, alberature etc...) che ne rappresentano in molte situazioni l'unico ambiente succedaneo, adatto a mantenere ancora delle popolazioni vitali della specie;
- le regolari e intensive operazioni di asportazione della vegetazione sponale e sommersa lungo i corsi d'acqua di scolo o irrigazione nelle aree agricole, che possono essere dannose per i girini non ancora metamorfosati;

- la riduzione o scomparsa delle fasce incolte a prevalente struttura erbacea lungo i fossati, i bordi dei coltivi, i margini di siepi e boschetti, ambienti dove questa rana svolge gran parte dell'attività trofica;
- l'abbassamento della falda freatica, con maggior rischio di prosciugamento anticipato dei corpi idrici adatti alla riproduzione;
- l'eccessiva presenza di predatori di uova e di girini soprattutto per le immissioni incontrollate di fauna ittica per scopi alieutici;
- il peggioramento delle condizioni chimico-fisiche delle acque, dovuto a immissioni di sostanze inquinanti di origine agricola o industriale, con conseguente impoverimento qualitativo e quantitativo della vegetazione idrofita sommersa e possibile danno diretto sulla sopravvivenza e/o sullo sviluppo di uova e larve;
- l'eccessivo utilizzo in agricoltura di prodotti chimici, che vanno a incidere negativamente sull'entomofauna (fonte alimentare di questa rana) presente nei residui lembo arboreo-arbustivi ed erbacei situati nelle immediate adiacenze dei campi coltivati.

Per quanto riguarda strettamente le Paludi di Ostiglia, nonostante la presenza attuale di una popolazione ancora relativamente consistente, possono svolgere un ruolo negativo a medio e lungo termine:

- la quasi totale eliminazione della vegetazione arboreo-arbustiva sia all'interno del sito che lungo il suo perimetro e nelle immediate vicinanze, riducendo in tal

modo lo spazio idoneo alla fase di vita terrestre;

- le operazioni di pirodiserbo incontrollato, che se realizzate alla fine dell'inverno e in condizioni tali da favorire un rapidissimo avanzamento del fronte dell'incendio, possono provocare l'eliminazione di molti individui sorpresi fuori dall'acqua durante la migrazione verso i siti riproduttivi interni alla palude;
- l'abbassamento dei livelli idrici della palude e il contemporaneo sovra-accumulo di materiale vegetale, che riducono l'estensione e l'idoneità dei corpi idrici adatti alla riproduzione;
- la realizzazione di corpi d'acqua estesi e profondi, caratterizzati da scarsa vegetazione idrofita e alta densità di pesci, che vanno a sostituire zone palustri maggiormente diversificate per profondità, estensione e popolamento sia vegetale che animale, diventando delle "trappole ecologiche" per questa rana, costretta a deporre le uova in condizioni sfavorevoli per mancanza di siti alternativi.

3.1.3.7 Testuggine palustre (*Emys orbicularis*)

Distribuzione e consistenza

La Testuggine di palude è un Rettile diffuso in modo assai disomogeneo nell'Africa nord-occidentale, nell'Asia occidentale e in gran parte dell'Europa centrale e meridionale, dalla Penisola Iberica al Caucaso, spingendosi a nord fino alla Danimarca e alla Polonia (Gasc, 1997). In molte regioni centro-europee le popolazioni autoctone si sono recentemente estinte, ma in alcuni casi sono state ricostituite attraverso immissioni. Nel nostro paese la specie è presente in tutte le regioni ma con contingenti generalmente molto ridotti; fanno relativa eccezione la costa centro-tirrenica e ionica e la Pianura Padano-veneta (SHI, 1996). Anche in quest'ultimo settore tuttavia vengono segnalate popolazioni fortemente ridimensionate e sempre più isolate procedendo dagli ambiti litoranei a quelli più interni.

La specie appare in generale diminuzione in gran parte dell'areale europeo ed è per questo inserita nella maggior parte delle Liste Rosse nazionali, compresa quella italiana dove è classificata come "a basso rischio" (Lipu & WWF, 1999).

La specie nelle Paludi di Ostiglia

Per quanto riguarda l'attuale presenza entro i confini della Palude, esistono solo rare e sporadiche segnalazioni di singoli individui. La situazione attuale sembra quindi confermare quanto già verificato in una precedente indagine tra il 1981 e il 1984, durante la quale venne rilevato un unico dato, ma esterno alla palude (Salmaso & Osella, 1989). Storicamente questa testuggine era considerata comune in tutto il comprensorio del bacino del fiume Tartaro e di conseguenza presumibilmente anche in questa località. Esiste comunque la



Testuggine palustre – *Emys orbicularis*.
(Foto I. Farronato)

possibilità che una ridottissima popolazione (attualmente non valutabile quantitativamente) ancora sopravviva ed eventualmente si riproduca lungo il fiume Busatello, dove le opportunità di osservazione sono però ostacolate dalle difficoltà di accesso.

Esigenze ecologiche della specie

Si tratta di un rettile strettamente acquatico, anche se trascorre una significativa porzione del suo periodo di attività giornaliera sul terreno ma nelle immediate adiacenze del mezzo liquido. Preferisce corpi d'acqua

(dolce o salmastra) stagnante o debolmente corrente, forniti comunque di abbondante vegetazione idrofila. Si rinviene in corpi idrici piuttosto vari: stagni, pozze, lanche fluviali, tratti di torrente a corso lento, canali, fossati di scolo e così via. Dal punto di vista trofico si comporta da opportunist, sebbene prevalentemente carnivoro; il regime alimentare è costituito per lo più da invertebrati (soprattutto Molluschi e Insetti acquatici, in particolare Odonati, Coleotteri e Ditteri), ma anche da piccoli Vertebrati e materiale vegetale.

Le condizioni più importanti nel favorire

l'insediamento di una popolazione vitale di questa specie sono rappresentate da:

- estesi letti di vegetazione idrofita galleggiante (*Nymphaea*, *Nuphar* etc...) e/o sommersa (*Myriophyllum*, *Ceratophyllum*, *Potamogeton*, *Ranunculus* etc...), utilizzati per le attività trofiche e di termoregolazione estiva;
- cinture di vegetazione elofita (*Phragmites*, *Typha*, *Scirpus* etc...), utilizzate per la termoregolazione e l'ibernazione;
- superfici asciutte, parzialmente libere da vegetazione, ben esposte al sole e adiacenti all'acqua, utilizzate per la termoregolazione primaverile e autunnale (*basking*); questi siti devono inoltre essere ben distribuiti nell'area (per evitare la forte competizione intraspecifica) e anche protetti dagli eventuali predatori;
- substrati asciutti, non troppo compatti, favorevolmente esposti e non molto lontani dal corpo idrico, utilizzati per la deposizione delle uova;
- abbondanti fonti alimentari.

La Testuggine palustre in genere evita i bacini con ampie superfici d'acqua libera e profonda. L'ambiente prettamente terrestre viene in genere frequentato, sempre temporaneamente, solo per spostamenti forzati quando i corpi idrici si disseccano, o in mancanza di siti adatti alla deposizione delle uova nelle loro immediate vicinanze.

L'attività, che può iniziare già a fine febbraio ma più spesso dalla metà di marzo, culmina in maggio-giugno, per ridursi considerevolmente nei mesi più caldi (luglio-agosto); un secondo picco di attività, anche se nettamente inferiore a quello primaverile,

si osserva in settembre-ottobre, mentre la latenza invernale inizia, a seconda dell'andamento meteorologico, tra la fine di ottobre e l'inizio di novembre. Generalmente trascorre i periodi più freddi in acqua, sprofondata nel fango alla base della vegetazione semisommersa (canneto).

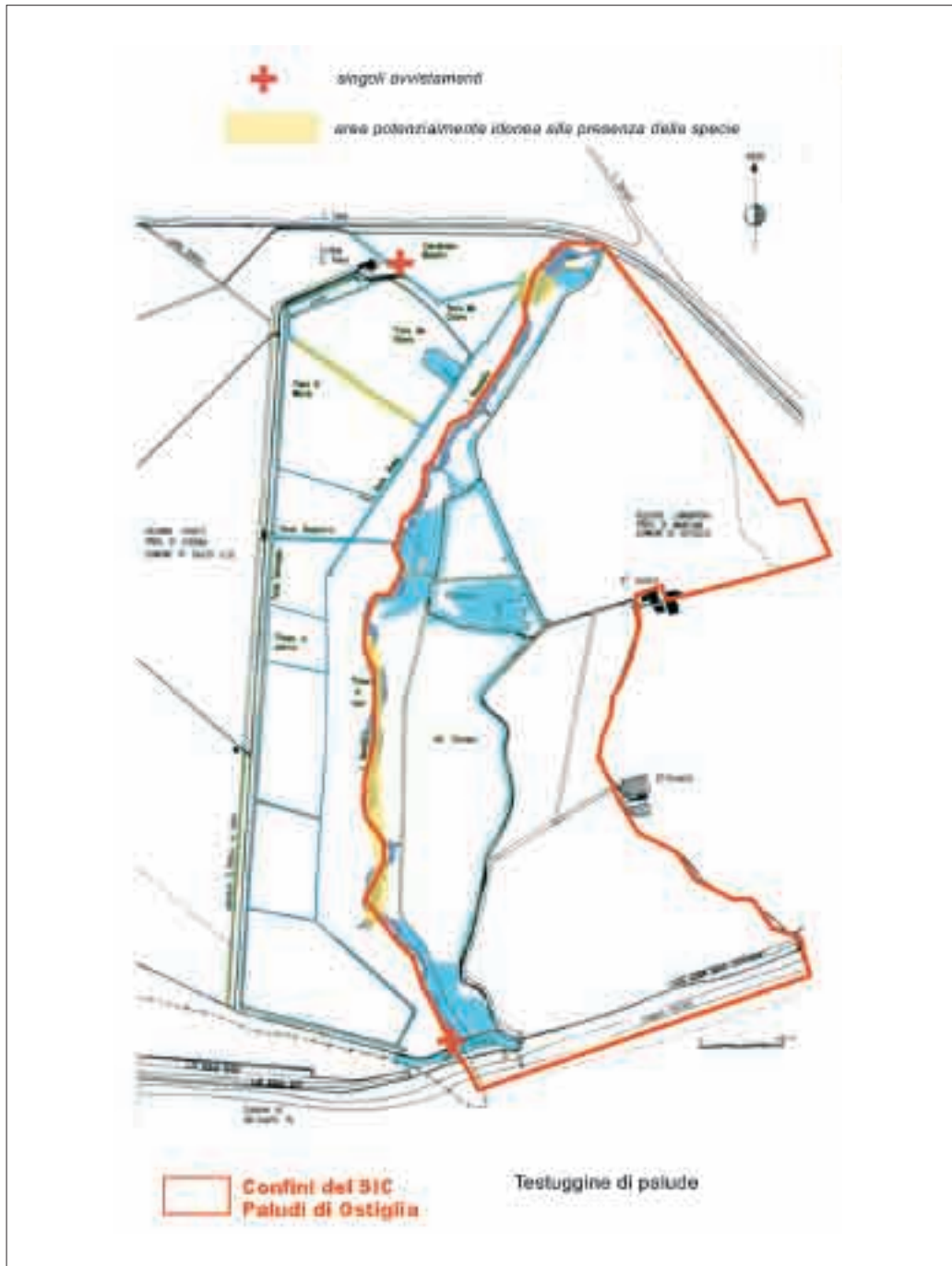
La maturità sessuale viene raggiunta attorno ai 10 anni di età, prima nel maschio che nella femmina; quest'ultima depone le uova (meno di 10) in nidi scavati nel terreno asciutto a pochi centimetri di profondità, tra la fine di maggio e agosto.

Minacce per la specie

La notevole contrazione dell'areale europeo e la drastica riduzione numerica di molte popolazioni di Testuggine di palude sono attribuibili alla continua perdita o al degrado delle zone umide. Trattandosi di una specie a fecondità relativamente bassa e nello stesso tempo a elevata longevità, poiché la mortalità naturale incide soprattutto nelle prime fasi del ciclo vitale (uova, neonati e giovanissimi), l'aumentata perdita d'individui adulti dove maggiore è la pressione antropica sull'ambiente può avere conseguenze fortemente negative sulle dinamiche delle popolazioni.

Sugli habitat secondari, rappresentati soprattutto dal reticolo idrico in aree ad agricoltura intensiva e che attualmente costituiscono in molti casi gli unici siti disponibili alla specie, incidono negativamente:

- le operazioni di movimentazione del terreno (arature, scavi, dragaggi etc...), realizzate lungo le sponde o all'interno dei canali, che provocano direttamente la distruzione dei nidi e l'uccisione o il ferimento (con successivo aumento del tasso di mortalità naturale) degli animali stessi;



Mappa delle aree della palude idonee alla Testuggine palustre.

- l'attività di pesca, soprattutto dove molto intensa, che può provocare il ferimento (con successivo aumento del tasso di mortalità naturale) degli individui catturati all'amo, oppure l'immediata morte per annegamento degli animali incappati in trappole (reti, nasse etc...);
- in siti facilmente accessibili al pubblico la presenza, rinforzata dalle continue immissioni, di Testuggini alloctone (in particolare *Trachemys scripta*) può sfavorire le popolazioni di *Emys orbicularis*, soprattutto se già numericamente ridotte;
- l'alta densità di pesci predatori (spesso appartenenti anche a specie alloctone) può causare perdite notevoli soprattutto a carico delle testuggini giovani (che alla schiusa misurano meno di 3 cm di lunghezza);
- l'esistenza di strade con traffico automobilistico relativamente elevato nelle adiacenze di aree umide è causa diretta di elevata mortalità, soprattutto dove le condizioni ambientali costringano le testuggini a spostamenti per il reperimento di siti adatti alla deposizione o di corpi idrici non disseccati.

Per quanto riguarda la situazione nelle Paludi di Ostiglia, la rarità della specie, nonostante le condizioni ambientali apparentemente favorevoli, non è facilmente spiegabile. L'unico fattore che si può ipotizzare possa aver inciso negativamente sulla popolazione di questo rettile, è rappresentato dal pirodiserbo di estese superfici di palude, che fino a pochi anni fa veniva regolarmente praticato per la coltivazione delle erbe palustri (canna e carice). Nei casi frequenti in cui tali incendi furono praticati a fine febbraio o addirittura in marzo, quando già le testuggini (soprattutto

gli adulti) sono in attività, un certo numero d'individui venne ogni volta soppresso, fino ad arrivare nel corso degli anni agli attuali livelli (minimi) di popolazione.

Un ulteriore elemento che soprattutto nel recente passato potrebbe aver avuto un ruolo non trascurabile in questa forte diminuzione, è rappresentato dall'attività di pesca, soprattutto se effettuata con metodi di cattura passiva (ad esempio nasse).

Infine, altro fattore negativo manifestatosi soprattutto in passato è rappresentato dalle regolari operazioni di spurgo della rete di scolo delle acque, adiacente alla palude.



3.1.4 Obiettivi e azioni gestionali

Verranno di seguito sintetizzate le minacce alle specie obiettivo del progetto LIFE all'interno delle Paludi di Ostiglia e le azioni individuate per poterle efficacemente contrastare.

3.1.4.1 Moretta tabaccata

Minacce

1. Abbassamento generalizzato dei livelli idrici e accelerazione dei fenomeni d'interramento con la conseguente riduzione sia dei piccoli specchi d'acqua interni alla palude, sia delle formazioni pure di elofite.
2. Deterioramento della qualità chimico-fisica e biologica dei corpi idrici per eccesso di inquinanti nelle acque affluenti.
3. Intensa pressione venatoria cui sono esposti gli Anatidi nelle zone circostanti l'area protetta (di dimensioni piuttosto modeste) che può ostacolare, attraverso eventuali abbattimenti accidentali o dolosi, la naturale colonizzazione della palude da parte della specie.

Azioni

1. Miglioramento delle condizioni ecologiche dell'intero ecosistema, tale da garantire la presenza di habitat adatti alla specie (mosaico di zone a fitta copertura vegetale elofitica e piccoli specchi d'acqua aperti) su porzioni più ampie possibili, attraverso il mantenimento di livelli idrici adeguati all'interno della palude, ottenibili mediante la definizione

di un calendario che eviti in particolare il prolungato prosciugamento dei canneti e dei cariceti.

2. Potenziamento delle caratteristiche strutturali favorevoli dei corpi idrici interni alla palude, utilizzabili dalla specie soprattutto per scopi trofici, mediante operazioni di scavo e asportazione dei sedimenti lungo il fiume Busatello.
3. Conservazione di sufficienti estensioni di canneto e cariceto attraverso lo sfalcio e l'asportazione di tratti di vegetazione, da realizzarsi su piccole parcelle a rotazione, mediante interventi manuali e/o con mezzi meccanici (nel caso problemi tecnico-economici impedissero la realizzazione di queste indispensabili operazioni con tali sistemi, potrebbe eventualmente essere utilizzato il pirodiserbo). In tutti i casi, queste operazioni dovranno essere realizzate nei periodi dell'anno nei quali minori potranno essere gli impatti sulle comunità animali e vegetali presenti (in generale alla fine dell'inverno e possibilmente entro febbraio).
4. Miglioramento della qualità generale delle acque all'interno della palude attraverso la costituzione di fasce tampone perimetrali di vegetazione erbacea e arboreo-arbustiva e l'alimentazione della palude con acque di buona qualità.
5. Incremento del livello di tutela da possibili abbattimenti illegali nel corso della stagione venatoria tramite l'ampliamento della superficie preclusa alla caccia lungo l'intero perimetro esterno dell'area attualmente tutelata.
6. Redazione di un accurato piano di fattibilità che verifichi l'opportunità e la possibilità di costituire un nucleo nidificante

mediante l'introduzione di soggetti provenienti da allevamento.

3.1.4.2 Airone rosso

Minacce

1. Riduzione della superficie e deterioramento della qualità dell'habitat riproduttivo (canneto) per fenomeni d'interramento, favoriti anche dall'abbassamento generalizzato dei livelli idrici.
2. Riduzione nella quantità e qualità delle fonti di alimentazione a causa del peggioramento delle caratteristiche chimico-fisiche e biologiche dei corpi idrici per eccesso d'inquinanti nelle acque affluenti.
3. Disturbo antropico presso le colonie riproduttive, soprattutto nella fase d'insediamento (metà marzo-aprile).

Azioni

1. Conservazione delle caratteristiche vegetazionali e strutturali dell'habitat riproduttivo (canneto maturo) sulla più ampia superficie possibile della palude attraverso iniziative finalizzate ad arrestare o rallentare i fenomeni di evoluzione della vegetazione. Ci si riferisce in particolare allo sfalcio e all'asportazione di tratti di canneto e di cariceto, su piccole parcelle a rotazione, mediante taglio manuale e/o meccanico (ed eventualmente pirodiserbo a rotazione). In tutti i casi queste iniziative dovranno essere realizzate nei mesi invernali, prima di febbraio-marzo.
2. Mantenimento di livelli idrici adeguati,

attraverso un calendario di regimazione delle acque che tenga conto delle esigenze ecologiche della specie, in modo da evitare il più possibile il prosciugamento dei siti di nidificazione, almeno tra metà marzo e fine giugno.

3. Eliminazione di qualsiasi forma di disturbo in prossimità dei siti di nidificazione, in particolare tra metà marzo (fase d'insediamento delle colonie) e primi di luglio, tramite il controllo delle modalità di fruizione dell'area da parte del pubblico. A questo scopo dovranno essere realizzate opportune schermature naturali lungo i percorsi o presso i punti di osservazione.
4. Miglioramento della qualità generale delle acque all'interno della palude attraverso la costituzione di fasce tampone perimetrali di vegetazione erbacea e arboreo-arbustiva e l'alimentazione della palude con acque di buona qualità.
5. Miglioramento delle caratteristiche ecologiche (in particolare la quantità e qualità dei corpi idrici) sulla più ampia superficie possibile di territorio circostante l'area protetta, al fine di garantire ottimali condizioni trofiche ai nuclei riproduttivi; a tal proposito occorre promuovere opportune iniziative di riqualificazione ambientale attraverso forme di coinvolgimento di soggetti pubblici o privati.

3.1.4.3 Tarabuso

Minacce

1. Insufficiente disponibilità di habitat adeguati (canneto maturo e allagato associato a piccoli specchi d'acqua) a causa delle attività, fino a tempi recenti intraprese per fini produttivi, di ringiovanimento del canneto attraverso il taglio frequente e la successiva bruciatura delle stoppie.
2. Accelerato interrimento della palude e abbassamento dei livelli idrici come possibile fonte di riduzione della quantità e disponibilità delle prede (pesci, anfibi etc...) in seguito alla progressiva diminuzione di piccoli specchi e corsi d'acqua lungo i quali il Tarabuso spesso si alimenta.
3. Deterioramento della qualità chimico-fisica e biologica dei corpi idrici per eccesso di inquinanti immessi dalle acque affluenti e conseguente minore disponibilità di prede animali.
4. Variazioni eccessive dei livelli idrici, che potrebbero compromettere il successo riproduttivo della specie (nel caso in cui si avessero le prime nidificazioni), esponendo i nidi a maggiori rischi di allagamento da un lato, e a fenomeni di predazione dall'altro.

Azioni

1. Mantenimento di tratti di canneto invecchiato su parcelle a rotazione.
2. Definizione di un calendario dei livelli idrici che tenga conto delle esigenze ecologiche della specie, in modo da evitare il prosciugamento dei potenziali

siti di nidificazione tra metà marzo e fine giugno.

3. Incremento della disponibilità e accessibilità alle risorse trofiche tramite azioni di potenziamento della qualità complessiva del sistema;
4. Operazioni di scavo e asportazione dei sedimenti lungo il fiume Busatello;
5. Miglioramento della qualità delle acque attraverso la costituzione di fasce tampone di vegetazione erbacea e arboreo-arbustiva perimetrali alla palude, e l'utilizzo di acque affluenti con basso carico di inquinanti.

3.1.4.4 Falco di palude

Minacce

1. Riduzione delle superfici palustri occupate dalle tipologie vegetazionali adatte alla specie (principalmente il canneto maturo), in conseguenza dell'abbassamento dei livelli idrici e dell'accelerazione dei processi d'interrimento dell'intera palude.
2. Diminuzione delle disponibilità alimentari, rappresentate da uccelli acquatici di taglia media (Anatidi, Rallidi etc...), anch'essi sfavoriti dall'evoluzione dell'ambiente verso condizioni di progressiva aridità.
3. Necessità per gli individui locali di estendere il proprio raggio d'azione anche su territori esterni alla zona protetta (di piccole dimensioni), esponendo questi uccelli sia a difficoltà nel reperimento di prede in quantità sufficiente, sia al-

l'eventualità di abbattimenti illegali.

4. Disturbo della specie in fase di nidificazione arrecato dai visitatori dell'area protetta.

Azioni

1. Mantenimento di livelli idrici adeguati all'interno della palude, tramite un calendario di regimazione controllata delle acque, in modo da evitare il prolungato prosciugamento dei canneti e dei cariceti.
2. Contrasto dei fenomeni di interrimento attraverso lo sfalcio e l'asportazione di tratti di canneto e di cariceto, realizzato su piccole parcelle a rotazione.
3. Controllo delle modalità di fruizione dell'area da parte del pubblico, al fine di evitare qualsiasi forma di disturbo in prossimità dei siti di nidificazione all'interno della palude, in particolare tra marzo (delicata fase di definizione del territorio e di scelta del sito di nidificazione) e primi di luglio. Un'attenuazione del problema può essere ottenuta mediante la realizzazione di schermature lungo i percorsi o presso i punti di osservazione.
4. Incremento della disponibilità di fonti alimentari tramite:
 - diversificazione ambientale mediante rinaturalizzazione di aree agricole periferiche alla palude attraverso la creazione di strutture arboreo-arbustive, in forma lineare (siepi) o a macchia (boschetti).
 - miglioramento delle caratteristiche ambientali dei territori di caccia esterni alla palude (in particolare la quantità

e qualità dei corpi idrici, la dotazione arboreo-arbustiva etc...) attraverso il coinvolgimento di soggetti pubblici o privati.

5. Interventi di sensibilizzazione dell'opinione pubblica e in particolare della componente venatoria locale, nei confronti dei rapaci diurni. A questo fine potrebbe risultare efficace un ampliamento della superficie attualmente preclusa alla caccia lungo l'intero perimetro della palude.

3.1.4.5 Pagliarolo

Minacce

1. Riduzione delle superfici idonee alla sosta temporanea (fragmiteti e cariceti puri) nel corso delle migrazioni.
2. Abbassamento dei livelli idrici e/o deterioramento della qualità delle acque come causa di riduzione delle fonti alimentari (come gli Invertebrati legati alle formazioni vegetali idro-igrofile) e, conseguentemente, dell'idoneità del sito alla sosta.

Azioni

1. Mantenimento delle condizioni vegetazionali teoricamente adatte, con vaste estensioni a *Carex* ssp. e a *Phragmites australis* all'interno della palude, tramite lo sfalcio e l'asportazione di tratti di canneto e di cariceto, su piccole parcelle a rotazione mediante il taglio manuale e/o meccanico (o il pirodiserbo, come eventuale possibilità alternativa, se problemi tecnico-economici impedissero la realizzazione di tali operazioni con metodi meccanici).

2. Incremento delle disponibilità trofiche tramite il mantenimento di livelli idrici adeguati all'interno della palude e attraverso l'utilizzo, come fonti di alimentazione della palude, di acque di buona qualità anche tramite la costituzione di fasce tampone perimetrali di vegetazione erbacea e arboreo-arbustiva.
3. Aumento della diversificazione ambientale mediante rinaturalizzazione (almeno parziale) delle aree periferiche alla palude attraverso la creazione di strutture arboreo-arbustive, lineari (siepi) o a macchia (boschetti).

3.1.4.6 Rana di Lataste

Minacce

1. Ridotta presenza di zone a copertura arboreo-arbustiva.
2. Abbassamento generalizzato dei livelli idrici della palude.
3. Deterioramento della qualità chimico-fisica e biologica dei corpi idrici per eccesso d'inquinanti nelle acque affluenti.
4. Riduzione dei corpi idrici adatti alla riproduzione per fenomeni d'interramento.
5. Operazioni di pirodiserbo tardive e su vaste superfici, come fattore di elevata mortalità, specie nel periodo riproduttivo.
6. Uova e girini possono subire l'effetto negativo dell'alta densità di predatori (soprattutto Pesci) nei corpi idrici di maggiori dimensioni.

Azioni

1. Mantenimento e incremento della popolazione locale tramite il miglioramento della qualità dei siti riproduttivi, attraverso:
 - adeguato governo dei livelli idrici, tramite uno specifico calendario che tenga conto delle esigenze ecologiche della specie, in modo da evitare il prosciugamento dei corpi d'acqua minori all'interno della palude, tra febbraio e la fine di giugno;
 - contrasto dei fenomeni di interrimento naturale, attraverso sfalcio e asportazione del canneto e del cariceto, annualmente e su piccole parcelle a rotazione mediante il taglio manuale e/o meccanico (eventualmente mediante pirodiserbo, se problemi tecnico-economici impedissero la realizzazione di tali indispensabili operazioni). In tutti i casi queste iniziative dovranno essere realizzate nei mesi invernali, prima di febbraio.
2. Miglioramento della qualità delle acque attraverso la costituzione di fasce tampone perimetrali di vegetazione erbacea e arboreo-arbustiva e l'alimentazione del sistema con acque di buona qualità.
3. Potenziamento delle tipologie ambientali adatte alla specie sia nella fase attiva di vita terrestre e durante la latenza invernale, sia per la riproduzione, anche mediante la creazione ex novo di elementi paesaggistici quali: formazioni arboreo-arbustive igrofile che offriranno rifugio alla Rana di Lataste durante i periodi climaticamente sfavorevoli (estate e inverno); superfici prative umide dove questi Anfibi potranno svolgere l'attività trofica; piccole pozze sufficientemente

profonde per garantire la permanenza dell'acqua fintantoché venga completato lo sviluppo larvale.

3.1.4.7 Testuggine palustre

Minacce

1. Abbassamento generalizzato dei livelli idrici.
2. Riduzione dei corpi d'acqua adatti alla riproduzione per fenomeni d'interramento.
3. Impoverimento qualitativo e quantitativo della fauna invertebrata, attraverso la riduzione della comunità vegetale acquatica e in seguito all'inquinamento delle acque che alimentano la palude.
4. Danni alla vegetazione idrofita da parte della Nutria (*Myocastor coypus*).
5. Eccesso di mortalità per effetto di operazioni di pirodiserbo stagionalmente tardive e su aree troppo estese.
6. Immissione di testuggini acquatiche alloctone, con insorgenza di possibili fenomeni di competizione.

Azioni

1. Miglioramento della qualità delle acque, attraverso:
 - la costituzione di fasce tampone di vegetazione erbacea e arboreo-arbustiva perimetrali;
 - l'utilizzo, come fonti di alimentazione del sistema, di acque di buona qualità;
2. Interventi finalizzati ad arrestare o rallentare i fenomeni di naturale interrimento come:
 - il mantenimento di livelli idrici adeguati all'interno della palude, attraverso un calendario di regimazione delle acque che tenga conto delle esigenze ecologiche della specie.
 - lo sfalcio e l'asportazione di tratti di canneto e di cariceto, annualmente e su piccole parcelle a rotazione mediante il taglio manuale e/o meccanico, o eventualmente il pirodiserbo se problemi tecnico-economici impedissero la realizzazione di tali indispensabili operazioni (in tutti i casi queste iniziative dovranno essere realizzate nei mesi invernali, ma entro febbraio);
 - operazioni di scavo e asportazione dei sedimenti lungo il fiume Busatello da effettuarsi nella tarda estate-inizio autunno per evitare possibili danni, da una parte agli eventuali individui di Testuggine palustre in latenza invernale (se effettuate nei mesi più freddi) e dall'altra alla fauna in riproduzione (se effettuate in primavera).
3. Creazione di elementi strutturali, utilizzabili dalla specie in determinanti momenti del ciclo annuale o giornaliero:
 - isolotti di terra a una certa distanza dalla sponda, da mantenersi in gran parte privi di vegetazione, per facilitare l'osservazione e l'eventuale deposizione delle uova da parte della testuggine;
 - strutture lignee (tronchi semisommersi, isole-zattera) utilizzabili dalla specie per la termoregolazione (che consentiranno inoltre un più facile monitoraggio della

specie).

4. Eradicazione/contenimento di specie alloctone quali *Myocastor coypus* e *Trachemys scripta*.



3.2 Indagini sull'idrobiologia del sistema

3.2.1 Il quadro conoscitivo antecedente al progetto LIFE

In passato il territorio delle Valli Grandi Veronesi era caratterizzato da ampie superfici di terreno palustre, da grandi quantità di acqua di buona qualità e da un uso sicuramente meno intensivo del territorio destinato alle attività agricole.

La qualità delle acque non è mai stata oggetto di indagini e non esistono di conseguenza serie storiche di riferimento. Più recentemente tuttavia, la bonifica di gran parte delle zone umide, l'agricoltura intensiva e la minore disponibilità idrica hanno determinato un progressivo peggioramento qualitativo delle acque superficiali dell'area. La pensilità della palude, risultato delle stesse attività di bonifica, e la dipendenza della zona umida da un costante approvvigionamento d'acqua dall'esterno spostano tutte queste problematiche all'interno della palude dove la gestione dei livelli idrici è sempre stata calibrata sull'esperienza di pochi esperti locali con l'unica finalità della coltivazione e della raccolta delle erbe palustri.

Le poche conoscenze utili alla caratterizzazione idrobiologica della palude disponibili antecedentemente al progetto LIFE vengono di seguito riportate:

- pensilità della palude e quindi dipendenza da due impianti idrovori, uno in territorio mantovano e uno in territorio veronese, che attingono acqua dai canali eutrofici circostanti il sito;
- basso rapporto tra superficie d'acqua

libera e superficie colonizzata da vegetazione (13/70 ettari);

- in numerosi punti il fiume Busatello ha profondità ridottissime e acqua stagnante;
- il fondo è costituito ovunque da sedimento soffice ed estremamente organico con fenomeni evidenti di ebollizione legati all'emissione di metano;
- presenza di alcuni chiari di origine antropica con profondità eccessive per lo sviluppo di vegetazione macrofita, caratterizzati da acque poco trasparenti;
- gradiente di qualità degli ambienti acquatici in direzione nord-sud (la porzione meridionale posta in prossimità dell'idrovora in territorio mantovano appare più scadente, in termini di trasparenza e comunità vegetali, delle porzioni centrali e settentrionali);
- la regolazione dei livelli non ha mai avuto un calendario ufficiale e non è mai stata calibrata precedentemente;
- il fiume Busatello rappresenta il confine di regione tra Veneto e Lombardia; nonostante il sistema palustre sia lo stesso, le due aree sono sottoposte a pratiche gestionali diverse e a volte contrastanti.

Il quadro conoscitivo estremamente carente e la presenza di numerosi microhabitat, nonostante le ridotte dimensioni della palude, hanno imposto uno sforzo di monitoraggio notevole esteso a una griglia di stazioni il più possibile rappresentativa dell'intera area e dei canali esterni da cui l'acqua viene atinta (un discorso analogo vale per i sedimenti). I prelievi e le analisi dell'acqua sono continuati con la stessa frequenza (approssimativamente

mensile) per l'intero quadriennio 2002-2005. Parallelamente ai prelievi di acqua e sedimenti, in collaborazione con gli esperti di vegetazione sono state compiute sperimentazioni allo scopo di approfondire gli aspetti legati alla produzione primaria, alla decomposizione, all'ecofisiologia delle macrofite pregiate e alla gestione delle biomasse. Monitoraggi mirati sono stati infine eseguiti in occasione di eventi occasionali (incendio doloso di marzo 2003) e di interventi gestionali previsti nel progetto (azionamento idrovore, scavi e rimozione dei sedimenti).

3.2.2 Obiettivi

3.2.2.1 Monitoraggio della qualità dell'acqua

L'obiettivo generale delle indagini sulla qualità dell'acqua è stato quello di formulare, di concerto con le altre unità operative coinvolte nel progetto LIFE, un piano integrato di gestione per contrastare le quattro minacce fondamentali all'ecosistema palustre:

1. carenza idrica;
2. mancanza di aree tampone;
3. presenza di piante infestanti;
4. interrimento.

Obiettivi specifici delle attività, in relazione alle minacce di cui sopra, sono stati:

- valutare lo stato trofico delle acque della palude e quello degli apporti idrici in ingresso (minacce 1, 2, 3 e 4);
- stimare la capacità di rimozione dei nu-

trienti e valutare la capacità autodepurativa del sistema palustre (minaccia 2);

- individuare i livelli minimi che determinano condizioni di sofferenza del sistema acquatico (minacce 1 e 4);
- realizzare un calendario annuale per la gestione dei livelli idrici finalizzato alla conservazione delle specie prioritarie (minacce 1 e 3);
- valutare le caratteristiche delle acque della falda superficiale e le relazioni esistenti con il sistema in esame (minaccia 1);
- valutare l'effetto degli incendi sulla qualità delle acque presenti all'interno della palude (minacce 3 e 4);
- individuare le relazioni che intercorrono tra lo stato trofico dei siti d'indagine e la composizione specifica della vegetazione (minaccia 3).

3.2.2.2 Caratterizzazione dei sedimenti

Le indagini sui sedimenti superficiali sono state finalizzate alla loro caratterizzazione nelle aree più rappresentative della palude, nonché all'acquisizione di elementi utili a indirizzare gli interventi di scavo del fiume Busatello minimizzando il disturbo arrecato all'ambiente acquatico. Gli interventi si rendevano necessari per contrastare l'eccesso di sostanza organica non mineralizzata presente nel corso d'acqua e quindi il rischio di interrimento.

Obiettivi specifici delle attività di caratterizzazione sono stati:

- valutare i tassi di sedimentazione e accumulo del materiale organico;
- stimare i principali processi di respirazione batterica e il rischio di anossia;
- valutare l'impatto delle attività di rimozione dei sedimenti sulla qualità dell'acqua;
- analizzare le dinamiche della decomposizione delle principali macrofite.

3.2.3 Metodologie di indagine

3.2.3.1 Campionamento e analisi dell'acqua

Nel corso del 2002, con frequenza pressoché mensile, sono state monitorate 10 stazioni allineate lungo il corso del fiume Busatello (vedasi mappa pagina a fianco). Nel 2003 le stazioni ridondanti sono state eliminate, riducendone il numero a 5 (stazioni 1, 5, 7, 9, 10), ma la griglia di campionamento è stata estesa agli impianti di sollevamento (stazioni AA, Idr) e ad alcune stazioni perimetrali (stazioni C1, C2, E1, E2, E3); inoltre sono stati posizionati e monitorati alcuni piezometri all'interno e all'esterno della palude (P1, P2, P3, P4, P5, P8). Nel corso del 2004 la griglia di campionamento è stata ottimizzata a 9 stazioni, eliminando alcune di quelle perimetrali (C1, E1, E3).

Nelle stazioni di prelievo sono state effettuate misure di temperatura, conducibilità, concentrazione dell'ossigeno disciolto (O_2), pH e potenziale di ossidoriduzione (Eh) mediante una sonda multiparametrica.

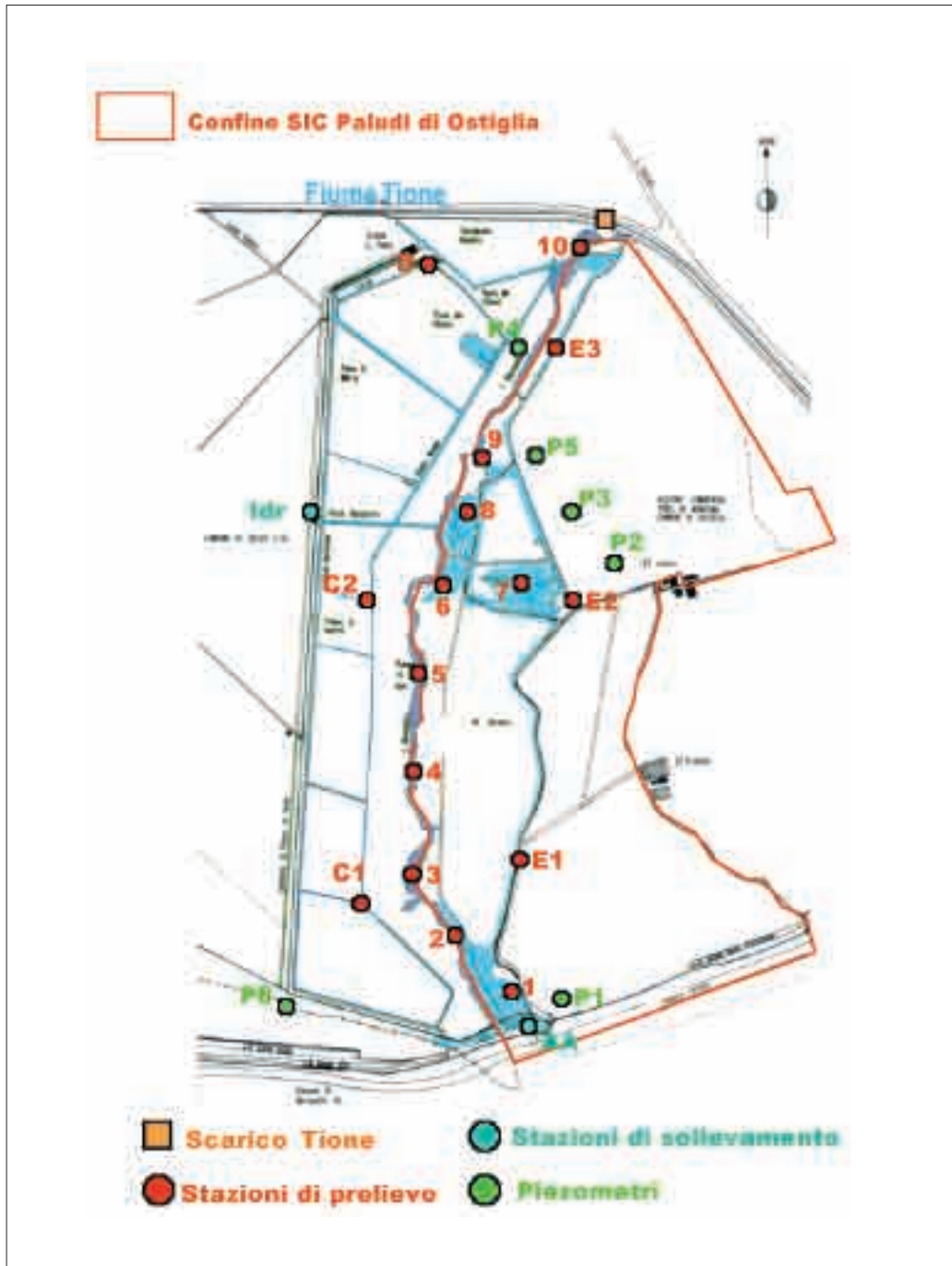
Campioni d'acqua sono stati inoltre analizzati in laboratorio per le analisi dei nutrienti disciolti inorganici (fosforo reattivo solubile –SRP, azoto ammoniacale, nitroso e nitrico) e della concentrazione della clorofilla a-fito-planctonica (Chl "a").

3.2.3.2 Caratterizzazione dei sedimenti

Nel mese di novembre 2002 sono state prelevate carote intatte di sedimento in ciascuna delle 10 stazioni poste lungo il corso del Busatello. I campionamenti sono avvenuti mediante l'ausilio di carote in plexiglas trasparente infisse a mano o mediante carotatori, per un totale di tre repliche per ogni stazione. In laboratorio le carote sono state estruse e dal sedimento fresco sono stati prelevati e pesati sottocampioni per le determinazioni della densità, della porosità, del contenuto di sostanza organica, del fosforo e dell'azoto totale.

Per tutto il triennio 2003-2005 sono continuati i prelievi di campioni di sedimento unicamente nella stazione 10 allo scopo di determinare:

- profili di O_2 , pH ed Eh;
- densità, porosità, percentuale di acqua e contenuto di sostanza organica;
- azoto ammoniacale e fosforo reattivo solubile dell'acqua interstiziale.



Localizzazione delle stazioni di campionamento, degli impianti idrovori e dei piezometri monitorati.

3.2.3.3 Analisi dei processi microbici all'interfaccia acqua-sedimento

L'analisi dei processi microbici è avvenuta su porzioni di sedimento provenienti dalla stazione 10 prelevate nei mesi di marzo, luglio e settembre 2004 e febbraio 2005.

Un sottocampione d'acqua è stato analizzato per la definizione dei parametri fisico-chimici allo scopo di verificare la disponibilità di accettori di elettroni (principalmente ossigeno e nitrati) nel sito di prelievo.

In laboratorio le carote sono state mantenute aperte e immerse nell'acqua del sito a temperatura ambiente per una notte intera (preincubazione) con una piccola pompa d'acquario che mescolava l'acqua stessa. Il giorno successivo l'acqua all'interno della vasca di incubazione è stata sostituita con nuova acqua del sito, lasciata rimescolare per qualche ora e successivamente abbassata a un livello tale da isolare le singole carote, che sono state quindi chiuse con tappi in plexiglas trasparente.

Prima dell'applicazione dei tappi e dopo 2, 4, 8, 10, 16 e 20 ore dall'inizio dell'incubazione, campioni di acqua sono stati prelevati da ogni carota. I campioni per l'analisi dei gas (O_2 , CH_4 e DIC) sono stati trasferiti in recipienti di vetro mentre quelli necessari alla determinazione dei nutrienti sono stati preventivamente filtrati per la determinazione immediata, o congelati in recipienti di plastica per una analisi successiva (DIN = azoto ammoniacale + nitroso + nitrico).

La lunghezza del periodo di incubazione (circa 20 ore) ha permesso il calcolo dei flussi di soluti sia in condizioni ossiche all'inizio dell'incubazione, che anossiche alla fine. I flussi

sono stati determinati come variazione della concentrazione tra il tempo finale e quello iniziale dell'incubazione, per ciascuna delle due condizioni, secondo l'equazione seguente.

$$F_x = \frac{(C_f - C_i) \times V}{A \times t}$$

dove:

- F_x = flusso del soluto x ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{h}^{-1}$)
- C_f = concentrazione finale del soluto x (μM)
- C_i = concentrazione iniziale del soluto x (μM)
- V = volume di acqua (l)
- A = superficie della carota (m^2)
- t = tempo di incubazione (h)

Le carote destinate alle stime dei tassi di denitrificazione sono state trattate in modo identico a quelle destinate alle misure dei flussi. Il mescolamento della colonna d'acqua è avvenuto mediante l'ausilio di barrette magnetiche ricoperte di *teflon* sospese al di sopra della superficie del sedimento in modo da evitarne la risospensione e mantenute in rotazione mediante l'ausilio di un motore elettrico.

Complessivamente sono state utilizzate 6 carote: 3 per la misura dei tassi in condizioni ossiche e 3 per la condizione anossica. I tassi sono stati calcolati mediante il metodo "*Isotope-pairing-technique*" (Nielsen, 1992). L'abbondanza di $^{14}\text{N}^{15}\text{N}$, di $^{15}\text{N}^{15}\text{N}$ è stata analizzata mediante spettrometro di massa alla *National Environmental Research Agency* di Silkeborg (Danimarca).



Set up sperimentale per la misura degli scambi di soluti acqua/sedimento.

Le carote in plexiglass trasparente sono mesocosmi in cui i processi che avvengono in situ vengono riprodotti fedelmente.

(Foto D. Longhi)

3.2.3.4 Analisi dei tassi di decomposizione delle macrofite dominanti

Il tasso di decomposizione delle macrofite dominanti è stato stimato utilizzando la tecnica delle cosiddette *litter bags*. Per l'esperimento sono state scelte le quattro specie di macrofite giudicate più rappresentative delle Paludi di Ostiglia: *Phragmites australis*, *Carex riparia*, *Nuphar luteum* e *Salvinia natans*.

Nell'autunno 2003 si sono prelevati all'interno del sito campioni delle specie suddette e, portati in laboratorio, sono stati lavati con acqua della palude per asportare residui di sedimento, animali o alghe eventualmente presenti sulla loro superficie. Le piante così trattate sono state successivamente ridotte in frammenti grossolani, seccate in stufa alla temperatura di 60 °C fino a peso costante e quindi trasferite nelle *litter bags* (contenitori in rete metallica): per ciascuna specie sono

state predisposte 18 *litter bags* riempite con una quantità nota di materiale vegetale e contrassegnate con una targhetta in alluminio per consentirne il successivo riconoscimento.

Nel dicembre 2003 le *litter bags* sono state poggiate sulla superficie del sedimento nel tratto nord del fiume Busatello. Gruppi di 12 retine (3 per ciascuna delle 4 specie), sono stati trasferiti in una serie di 6 *plot* di lato 2 x 2 m.

A partire dal mese di febbraio 2004, con frequenza bimestrale, le 12 *litter bags* di un intero *plot* sono state rimosse e portate in laboratorio, il contenuto è stato estratto, accuratamente lavato, seccato in stufa a 60 °C per circa due giorni e quindi ripeso per la determinazione della biomassa residua. La velocità di decadimento di ogni singola pianta è stata quindi determinata interpolando i dati relativi alla biomassa residua rispetto al tempo di permanenza in acqua secondo l'equazione seguente (Villar, 2001).



A fianco: *litter bags* contenenti frammenti seccati di *Carex riparia* (a), *Phragmites australis* (b), *Nuphar luteum* (c) e *Salvinia natans* (d).

Sotto: posizionamento delle *litter bags* avvenuto nel mese di dicembre 2003 in prossimità della stazione 10. Le retine (3 repliche per ogni specie di pianta) sono state disposte in *plot* appositamente realizzati.

(Foto D. longhi)

$$y = ae^{-kx}$$

dove:

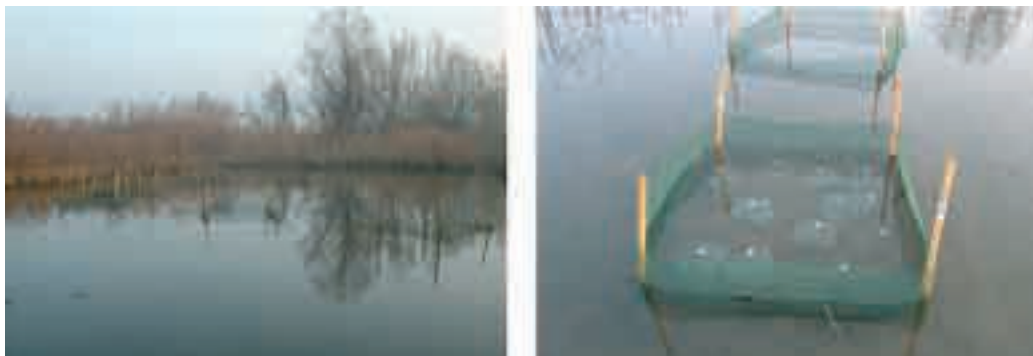
y = biomassa residua (%)

x = tempo (giorni)

a = biomassa iniziale (%)

k = coefficiente di decadimento (giorni⁻¹)

Successivamente il materiale vegetale residuo è stato polverizzato in mortaio e utilizzato per la determinazione del contenuto di sostanza organica, azoto e fosforo totali.



3.2.3.5 Effetti del pirodiserbo sui tassi di crescita delle macrofite e sulle concentrazioni del fosforo in acqua

La notte tra il 3 e il 4 marzo 2003 un incendio doloso ha interessato 15 ettari di canneto-cariceto nella porzione lombarda della palude. La circostanza, gravemente impattante sul sistema ecologico, ha tuttavia rappresentato un'opportunità per analizzare le conseguenze del passaggio del fuoco sulla ricrescita delle macrofite e sul chimismo delle acque.

La ricrescita del canneto-cariceto è stata valutata mediante la delimitazione, avvenuta il giorno 13 marzo 2003, di 6 aree di saggio quadrate di 900 cm² sul terreno dell'area bruciata e 6 su un'area adiacente sfalcata manualmente.

Nei giorni 13 e 27 marzo, 15 e 29 aprile, 15 maggio, 1 e 18 giugno, due quadrati (uno per area) sono stati campionati rimuovendo tutte le macrofite cresciute all'interno. Queste sono state recise alla base, seccate in stufa e misurate (altezza, peso secco e peso delle ceneri).

Per quanto riguarda gli effetti del pirodi-

serbo sul chimismo delle acque, invece, essi sono stati valutati intensificando la frequenza dei campionamenti in prossimità delle stazioni limitrofe all'area bruciata e prestando particolare attenzione alle dinamiche dello ione ortofosfato.

3.2.3.6 Chimismo dell'acqua a seguito dell'azionamento dell'idrovora

Poiché la palude è un sistema chiuso, pensile e di ridotte dimensioni, era presumibile che l'immissione di acque dall'esterno tramite l'utilizzo degli impianti idrovori potesse avere una serie di ripercussioni sul sistema. Pertanto è stata predisposta una sperimentazione allo scopo di verificare l'effetto dell'azionamento delle idrovore sul chimismo delle acque, in particolare sul tenore dell'ossigeno disciolto.

Nei giorni 14, 15 e 16 agosto 2003 le stazioni AA, 1, E2, 6, 9 e 10 sono state monitorate nell'ambito di due cicli di campionamento giorno-notte: il primo (14-15 agosto) è stato effettuato con le idrovore spente; il secondo (15-16 agosto) con gli impianti funzionanti. Per ogni ciclo sono stati effettuati 4 cam-



Posizionamento delle strutture per la valutazione della ricrescita della vegetazione: sei strutture sono state poste nell'area interessata dall'incendio e sei in un'area adiacente sfalcata manualmente. (Foto D. Longhi)

Carbonio inorganico disciolto (DIC)	Titolazione acidimetrica a due intervalli finali di pH (7.7-6.6; 4.4-3.7) secondo la metodica proposta da Anderson <i>et al.</i> (1986)
Ossigeno disciolto (O ₂)	Metodo iodometrico di Winkler (A.P.H.A., 1981)
Metano (CH ₄)	Determinazione gascromatografica con la tecnica dello spazio di testa
Azoto nitrico (NO ₃ ⁻)	Spettrofotometria (Beckmann DU 65), determinazione di NO ₂ ⁻ dopo riduzione con cadmio (A.P.H.A., 1981)
Azoto nitroso (NO ₂ ⁻)	Reazione di copulazione e diazotazione, spettrofotometria di assorbimento molecolare, visibile a 543 nm (A.P.H.A., 1981)
Azoto ammoniacale (NH ₄ ⁺)	Reazione dello ione ammonio con formazione di indofenolo, spettrofotometria di assorbimento molecolare, visibile a 690 nm (Koroleff, 1970)
Fosforo reattivo solubile (SRP)	Formazione del complesso fosfomolibdico in ambiente riducente, spettrofotometria, visibile a 882 nm (Valderrama, 1977)
Clorofilla a fitoplanctonica (Chl "a")	Filtrazione di un volume noto di acqua su filtro in fibra di vetro (GF/C, Whatman), estrazione a 4 °C al buio con soluzione acquosa di acetone al 90%, lettura spettrofotometrica con metodo tricromatico secondo A.P.H.A. (1981)
Sostanza organica	Perdita in peso dopo incenerimento in muffola (400° C) di 0.1 g di sedimento precedentemente essiccato e polverizzato (LOI)
Fosforo totale	Estrazione acida dalle ceneri con HCl concentrato per 1 ora, neutralizzazione con NaOH e spettrofotometria (Aspila <i>et al.</i> , 1976)
Azoto totale	Digestione del materiale secco con H ₂ SO ₄ concentrato e H ₂ O ₂ al 40%, distillazione dello ione ammonio secondo la metodica Kjeldhal e titolazione con H ₂ SO ₄ 0.1 N
Densità, Porosità e Contenuto di acqua	La densità (D) è stata determinata pesando un volume noto (V) di sedimento fresco precedentemente omogeneizzato; la porosità (ϕ) e il contenuto percentuale di acqua (U) sono stati determinati per differenza in peso dopo aver seccato il sedimento in stufa a 60 °C fino a peso costante. Le formule per il calcolo dei tre parametri sono quelle riportate di seguito: $(1) \quad D = \frac{F}{V} ; \quad (2) \quad \phi = \frac{F - S}{V} ; \quad (3) \quad U = \frac{F - S}{F} \times 100$ dove: D = densità (g ml⁻¹); ϕ = porosità U = contenuto percentuale di acqua (%) F = peso fresco del sedimento (g) S = peso secco del sedimento (g) V = volume di sedimento (ml)

Tab. 3. Determinazioni analitiche di laboratorio.

pionamenti per stazione, a distanza di circa 6 ore l'uno dall'altro. In ogni stazione sono stati misurati temperatura, conducibilità, pH e concentrazione di ossigeno disciolto mediante sonde da campo; un'aliquota d'acqua è stata filtrata per le analisi in laboratorio dei nutrienti inorganici disciolti (ammoniaca, nitriti, nitrati, fosforo reattivo solubile e silice reattiva), mentre un'aliquota non filtrata è stata utilizzata per la determinazione dei solidi sospesi.

3.2.3.7 Scavo del Busatello: risospensione e chimismo delle acque a seguito degli interventi

Tra il 20 aprile e il 6 maggio 2005 la palude è stata sottoposta a interventi di scavo del tratto meridionale del fiume Busatello (compreso tra le stazioni 1 e 6). L'intervento è avvenuto utilizzando un sistema di aspirazione dei sedimenti installato sul braccio di un escavatore situato su una chiatta galleggiante, il materiale scavato è stato sparato sui canneti circostanti tramite una condotta metallica lungo una fascia di circa 15 m. Le conseguenze di questo intervento sul chimismo delle acque sono state valutate mediante una campagna di monitoraggio che ha interessato 14 stazioni di prelievo. Campioni di acqua sono stati raccolti il 22 e il 29 aprile (durante gli scavi), il 10 maggio (appena dopo il termine dell'intervento) e il primo di giugno (a circa un mese di distanza dalla cessazione dei lavori). Nel corso di ogni uscita sono stati misurati i valori di temperatura, ossigeno disciolto, conducibilità, pH, potenziale redox, solidi sospesi, azoto ammoniacale e fosforo reattivo solubile.



3.2.4 Risultati

3.2.4.1 Evoluzione stagionale dei principali parametri idrochimici

Un quadro sintetico dei principali parametri fisico-chimici misurati nelle stazioni interessate dal piano di monitoraggio è riportato nella tabella 4.

La Palude del Busatello è caratterizzata da ambienti poco profondi soggetti a variazioni stagionali estreme della temperatura dell'acqua, con minimi invernali (copertura ghiacciata nei mesi di dicembre e gennaio nelle aree a minore idrodinamismo) e massimi estivi (fino a oltre 25°C). Le concentrazioni dell'O₂ mostrano un trend speculare a quello della temperatura caratterizzato da massimi invernali quando alle basse temperature sono associate maggiore solubilità, bassa attività metabolica e fioriture di fitoplancton, e minimi estivi a causa della minore solubilità, dell'attività respiratoria microbica e dei processi di ossidazione chimica a livello dei sedimenti superficiali. Nel periodo estivo, nelle praterie di macrofite sommerse sono state misurate ampie fluttuazioni giornaliere della concentrazione dell'ossigeno disciolto con valori di sovrasaturazione nelle ore di luce e ipossia nelle ore di buio. Nelle stazioni meridionali della palude le fioriture tardo estive di *Salvinia natans* determinano l'instaurarsi nella colonna d'acqua di condizioni ai limiti dell'anossia che si mantengono fintanto che si mantiene la copertura di questa felce acquatica. Secondo i criteri di classificazione proposti dall'OCSE e relativi ai sistemi lacustri, si può osservare come nel corso del triennio 2002-2004 lo stato trofico della Palude del Busatello si sia mantenuto in una condizione complessiva di eutrofia spinta. Nel corso del 2002 nelle stazioni meridionali 1-4, e nel corso del 2003

Stazione	anno	DO (mg l ⁻¹)	Temperatura (°C)	pH	ORP (mV)	Conduttività (µS cm ⁻¹)	Cl ⁻ (mg l ⁻¹)	NO ₂ ⁻ (µM)	NO ₃ ⁻ (µM)	PO ₄ ³⁻ (µM)
1	2002	8,90 ± 2,1	17,60 ± 8,40	7,77 ± 0,31	9,7 ± 32,0	420 ± 41	14,0 ± 89,4	4,1 ± 0,2	82,2 ± 87,0	0,07 ± 0,05
	2003	7,27 ± 4,50	17,00 ± 9,20	7,31 ± 0,19	260,5 ± 57,3	365 ± 55,4	12,7 ± 8,8	7,1 ± 5,5	188,8 ± 104,6	0,23 ± 0,29
	2004	8,20 ± 1,50	14,88 ± 8,51	7,71 ± 0,25	798,7 ± 65,2	490 ± 78	10,0 ± 11,1	6,6 ± 1,6	92,6 ± 42,1	0,88 ± 1,04
2	2002	7,48 ± 2,51	17,02 ± 8,70	7,68 ± 0,40	87,3 ± 13,57	496 ± 51	9,5 ± 94,3	3,1 ± 4,9	90,9 ± 56,1	0,18 ± 0,17
3	2002	8,05 ± 1,91	17,04 ± 8,47	7,42 ± 0,34	193,8 ± 140,0	345 ± 52	15,1 ± 25,9	8,7 ± 8,8	70,3 ± 49,2	0,28 ± 0,42
4	2002	8,90 ± 2,20	17,50 ± 8,20	7,60 ± 0,17	100,4 ± 173,1	371 ± 57	9,0 ± 44,5	7,8 ± 5,1	75,0 ± 59,4	0,70 ± 0,17
5	2002	9,10 ± 2,71	17,61 ± 8,21	7,46 ± 0,18	100,8 ± 131,9	440 ± 101	20,4 ± 16,8	9,4 ± 7,8	112,0 ± 22,8	0,15 ± 0,21
	2003	8,56 ± 4,79	19,13 ± 8,70	7,91 ± 0,50	290,0	540 ± 17,3	11,0 ± 5,9	1,4 ± 10,9	83,9 ± 70,8	0,08 ± 0,07
	2004	8,54 ± 0,70	18,69 ± 4,78	7,64 ± 0,16	7,03 ± 13,8	260 ± 5,1	7,7 ± 10,7	8,4 ± 8,8	39,9 ± 90,3	0,20 ± 0,21
6	2002	8,70 ± 2,70	17,16 ± 10,00	7,64 ± 0,11	122,2 ± 191,9	405 ± 88	14,3 ± 32,0	6,1 ± 5,0	9,0 ± 40,0	0,00 ± 0,00
7	2002	8,70 ± 1,84	18,15 ± 8,96	7,79 ± 0,34	103,9 ± 119,8	419 ± 37	16,0 ± 2,3	2,9 ± 1,8	142,0 ± 20,1	0,10 ± 0,12
	2003	7,59 ± 4,67	21,13 ± 8,50	7,91 ± 0,21	104,0	436 ± 55	15,5 ± 6,8	1,7 ± 1,6	16,0 ± 18,2	0,10 ± 0,10
	2004	8,10 ± 2,21	18,08 ± 8,49	7,89 ± 0,17	206,7 ± 91,9	471 ± 100	7,0 ± 9,8	1,8 ± 1,6	73,7 ± 30,8	0,30 ± 0,10
8	2002	8,57 ± 2,91	17,25 ± 10,07	7,81 ± 0,10	117,0 ± 134,0	498 ± 71	21,7 ± 16,1	4,1 ± 8,5	22,2 ± 28,9	0,10 ± 0,08
9	2002	8,70 ± 2,87	17,15 ± 9,29	7,71 ± 0,18	118,2 ± 149,2	500 ± 60	11,8 ± 3,8	5,0 ± 4,8	23,9 ± 42,5	0,12 ± 0,15
	2003	8,70 ± 4,80	17,50 ± 8,71	7,87 ± 0,13	225,2 ± 91,01	487 ± 68	18,5 ± 12,1	4,9 ± 3,4	54,0 ± 46,1	0,09 ± 0,10
	2004	8,60 ± 2,08	18,00 ± 7,68	7,88 ± 0,14	79,12 ± 90,37	600 ± 108	7,6 ± 5,7	5,2 ± 2,1	102,5 ± 121,6	0,17 ± 0,12
10	2002	8,61 ± 2,98	16,94 ± 9,29	7,74 ± 0,28	113,1 ± 100,9	511 ± 82	12,4 ± 8,5	5,6 ± 4,9	14,2 ± 30,3	0,09 ± 0,11
	2004	8,28 ± 8,20	16,29 ± 9,78	7,85 ± 0,29	158,0 ± 58,4	480 ± 60	9,5 ± 7,0	3,1 ± 2,3	76,9 ± 59,8	0,10 ± 0,12
	2004	8,68 ± 1,98	16,28 ± 7,67	7,87 ± 0,14	170,9 ± 67,4	575 ± 108	5,6 ± 4,8	2,4 ± 2,2	78,3 ± 47,7	0,56 ± 0,64
AA	2003	16,13 ± 1,81	16,70 ± 7,78	7,77 ± 0,30	nd	777 ± 57	8,8 ± 9,0	8,7 ± 9,0	218,7 ± 176,8	0,38 ± 0,26
	2004	8,38 ± 3,01	17,44 ± 6,98	7,83 ± 0,17	516,8 ± 200,8	740 ± 32	4,2 ± 8,2	8,8 ± 9,1	171,0 ± 91,3	0,98 ± 1,40
BB	2003	4,40 ± 2,10	23,13 ± 6,77	7,00 ± 0,11	137,1 ± 16,1	713 ± 14	4,0 ± 7,0	0,9 ± 4,0	59,0 ± 98,0	0,44 ± 0,07
CC	2002	8,00 ± 3,64	22,72 ± 4,77	7,20 ± 0,09	140,9 ± 85,8	427 ± 127	8,6 ± 0,1	1,7 ± 0,1	15,4 ± 21,0	0,12 ± 0,10
	2003	8,27 ± 5,20	17,62 ± 6,47	7,50 ± 0,23	nd	421 ± 110	2,5 ± 4,1	1,8 ± 1,3	28,2 ± 28,2	0,37 ± 0,28
CC	2003	8,23 ± 1,20	17,70 ± 6,03	7,50 ± 0,14	nd	340 ± 64	11,1 ± 0,6	0,9 ± 0,2	2,2 ± 4,8	0,89 ± 0,21
dd	2003	10,68 ± 4,10	16,17 ± 8,52	7,69 ± 0,22	149,1 ± 65,4	522 ± 62	10,7 ± 5,6	9,3 ± 4,1	208,0 ± 130,7	0,22 ± 0,23
	2004	8,58 ± 2,44	16,80 ± 6,80	7,19 ± 0,19	195,0 ± 89,4	601 ± 121	1,2 ± 6,1	0,1 ± 4,4	194,0 ± 89,8	0,57 ± 0,58
EE	2003	8,70 ± 5,01	18,02 ± 8,22	7,73 ± 0,16	nd	570 ± 99	17,2 ± 46,1	5,2 ± 4,3	88,1 ± 90,5	1,31 ± 1,01
	2004	9,80 ± 1,88	15,89 ± 6,33	7,52 ± 0,23	144,3 ± 181,8	518 ± 122	8,7 ± 10,3	5,4 ± 1,8	12,0 ± 84,6	0,56 ± 0,44
EE	2003	10,72 ± 4,38	15,87 ± 8,70	7,70 ± 0,16	107,2 ± 46,5	734 ± 91	14,0 ± 17,0	5,1 ± 7,4	10,2 ± 121,2	0,46 ± 0,45

Tab. 4. Principali risultati delle attività di monitoraggio dell'acqua; per ogni parametro sono riportati i valori medi annuali e le relative deviazioni standard.

nella porzione veneta della palude (stazioni C1 e C2), le concentrazioni della clorofilla fitoplanctonica hanno avuto picchi invernali, primaverili e tardo estivi superiori a $25 \mu\text{g l}^{-1}$. Nei mesi di giugno, luglio e agosto lo sviluppo della vegetazione sommersa, emergente o liberamente flottante sulla superficie, depri-me fortemente l'efficienza delle comunità fitoplanctoniche. In questi mesi la clorofilla "a" presenta concentrazioni mai superiori a qualche $\mu\text{g l}^{-1}$ e la trasparenza dell'acqua, in particolare nelle stazioni settentrionali, è massima.

La forma ossidata dell'azoto inorganico, lo ione nitrato, rappresenta il nutriente più abbondante nelle acque di tutte le stazioni e in tutte le stagioni, probabilmente perché le acque che alimentano la palude provengono da aree intensamente coltivate. La concentrazione di questo ione è massima nel periodo invernale con valori in qualche occasione superiori a $300 \mu\text{M}$ (febbraio 2002, stazione I). Le stazioni in cui lo ione nitrato è più abbondante sono quelle situate ai due estremi della palude poiché risentono degli apporti derivanti dalle idrovore o dal collegamento con il Canal Bianco. La forma ammoniacale ha concentrazioni molto più contenute e raramente superiori a $20 \mu\text{M}$ a causa probabilmente dell'efficace controllo da parte della vegetazione.

Per quanto concerne il fosforo reattivo solubile, le concentrazioni sono generalmente contenute e non superano mediamente valori pari a $1 \mu\text{M}$; il rapporto N/P è estremamente elevato in tutti i siti e in tutte le date (tipicamente >100) a indicarne una forte limitazione.

Nelle acque dei piezometri posizionati lungo il perimetro del sito nel mese di marzo 2003, le concentrazioni medie di azoto ammoniacale sono risultate comprese tra

128 e $400 \mu\text{M}$; i valori più elevati sono stati registrati a livello dei piezometri P2, P3 e P5. A livello del piezometro P4, interno alla Riser-va, le concentrazioni di ione ammonio si sono invece mantenute al di sotto di $100 \mu\text{M}$ per buona parte dell'anno a causa probabilmente del controllo esercitato su questo ione dalla rizosfera. L'azoto ammoniacale è risultato la forma prevalente dell'azoto inorganico nelle acque della falda superficiale; le forme ossidate (nitriti e nitrati) costituiscono infatti meno del 6% dell'azoto inorganico disciolto. Relativamente elevati sono risultati anche i contenuti medi di fosforo reattivo solubile, compresi tra 4.6 e $15.1 \mu\text{M}$. In questo caso le concentrazioni più elevate sono state determinate a livello del piezometro P4 in quanto le condizioni fortemente riducenti che caratterizzano il sottosuolo della palude favoriscono il rilascio di questo ione. I valori minimi sono stati determinati in marzo e in agosto, mentre quelli massimi in giugno e in ottobre.

L'analisi dei risultati relativi ai parametri idrochimici a livello dell'intera palude è complessa a causa di diversi fattori, il primo dei quali è l'idrodinamismo e la mancanza di controllo degli ingressi di acqua dalle idrovore (soprattutto da quella situata in territorio veneto) e dal Canal Bianco. Nel primo anno di indagine le analisi idrochimiche indicavano un gradiente netto di condizioni di trofia lungo l'asse del Busatello con le stazioni meridionali decisamente eutrofiche e le stazioni settentrionali di buona qualità. Il gradiente è stato imputato all'idrovora lombarda che immette in palude acque ricche di nutrienti. Questa osservazione è stata confermata dai botanici che hanno evidenziato la presenza di comunità vegetali più povere in specie nelle stazioni a sud, a causa delle condizioni di scarsa trasparenza dell'acqua. Non a caso, inoltre, una felce come *Salvinia natans* iniziava a propagarsi in palude proprio dalla stazione I. Nel corso del progetto il livello medio del Canal Bianco è

stato progressivamente alzato per permettere la navigazione, e questo ha determinato un collegamento costante tra la palude e il canale stesso e quindi un ingresso costante di acqua di scarsa qualità.

L'aumento medio delle concentrazioni dell'azoto nitrico nel corso del 2004 (stazioni 5, 7, 9, 10) è una probabile conseguenza di questo collegamento costante. Simultaneamente sono avvenuti episodi quali l'incendio doloso del canneto, che ha mobilitato in periodo primaverile grandi quantità di un elemento limitante come il fosforo reattivo e lo scavo per la rimozione dei sedimenti. Un ambiente piccolo come la palude ha capacità limitate di metabolizzare grandi carichi di inquinanti ed è in grado di farlo quando questi carichi sono pulsanti (stagionali ad esempio) ma non continui. Nell'ultimo anno di indagine è evidente nell'intera palude un generale peggioramento qualitativo con acque caratterizzate da minore trasparenza e grandi fioriture di alghe

filamentose anche nelle stazioni più settentrionali.

3.2.4.2 Caratterizzazione dei sedimenti

Nella tabella 5 sono riportati i risultati, relativi al primo anno di indagine, della caratterizzazione dei sedimenti superficiali (tra 0 e 5 cm di profondità) nelle 10 stazioni poste lungo il corso del Busatello. L'analisi rivela che tutte le stazioni sono caratterizzate da un fondale estremamente soffice, dovuto agli elevati tassi di sedimentazione. Tutti gli strati indagati presentano infatti valori di densità simili a quelli dell'acqua e valori di porosità tipici di sedimenti poco compatti. Il contenuto di acqua è sempre superiore all'80% in peso.

Il contenuto medio di sostanza organica è risultato pari al 22%, con i valori più elevati determinati a livello della stazione 10; valori

Stazioni	Densità (g cm ⁻³)	Porosità (m ³ H ₂ O/m ³ sed.)	Contenuto di acqua (%)	Sostanza organica (%)	P totale (mg g ⁻¹)	N totale (mg g ⁻¹)	%P
1	1,09	0,91	82,9	23,5	0,59	8,1	13,62
2	1,07	0,92	86,0	21,2	0,78	8,3	10,28
3	1,05	0,94	91,1	25,8	1,11	11,0	9,94
4	1,07	0,96	89,9	21,7	1,00	11,1	11,89
5	1,00	0,99	88,4	17,4	1,00	9,5	8,84
6	1,10	0,91	82,5	16,5	0,60	12,1	10,88
7	1,07	0,93	86,0	26,8	0,50	8,5	16,96
8	1,11	0,91	82,5	21,4	0,59	7,5	13,26
9	1,10	0,89	80,9	16,4	0,94	11,2	10,81
10	1,07	0,99	92,0	31,8	1,93	26,1	12,17
N	1,08	0,98	90,6	20,9	1,11	6,1	3,33

Tab. 5. Caratteristiche dei sedimenti superficiali delle 10 stazioni del Busatello, determinate nel corso del 2002. I sedimenti della stazione N sono stati prelevati all'interno di un nufareto tra i più estesi, situato tra le stazioni 3 e 4.

relativamente più contenuti sono stati invece rintracciati nelle stazioni più recentemente scavate (6 e 9). Le quantità di fosforo e azoto totali indicano che un carico consistente di questi nutrienti è immagazzinato nei sedimenti.

Il rapporto ponderale N/P è superiore al valore teorico (circa 7.2) in tutte le stazioni a eccezione di quella con il nannufero (stazione N); questo può essere spiegato dal fatto che il fosforo ha una maggiore mobilità rispetto all'azoto che tende invece a essere trattenuto nei sedimenti come azoto organico refrattario. Il rapporto N/P=5.3 nella stazione N potrebbe essere dovuto alla presenza delle radici del nannufero che favoriscono l'ossidazione del sedimento e di conseguenza la precipitazione del fosforo.

In tabella 6 vengono riportati i dati relativi alla caratterizzazione dei sedimenti superfi-

ciali condotta tra dicembre 2003 e febbraio 2005 per la sola stazione 10. Non sono state determinate differenze significative tra gli strati indagati; di conseguenza i dati riportati si riferiscono a un campione integrato lungo i primi 10 cm di profondità. I valori di densità, porosità e contenuto percentuale di acqua confermano quanto descritto in precedenza per la tabella 5.

Nei grafici di figura 1 vengono riportati rispettivamente l'andamento della concentrazione del fosforo totale e della sostanza organica percentuale per le diverse date di campionamento. I dati si riferiscono al valore medio calcolato sui 5 strati analizzati.

Il contenuto medio di fosforo totale all'interno dei sedimenti è risultato relativamente costante e caratterizzato da un unico picco primaverile nel mese di marzo 2004 ($1.65 \pm 0.05 \text{ mg g}^{-1}$). Tale valore è pro-

Data	Densità (g cm^{-3})	Contenuto di acqua (%)	Porosità
Settembre 2003	1.027 ± 0.020	91.62 ± 1.02	0.941 ± 0.013
Dicembre 2003	1.021 ± 0.024	89.25 ± 0.98	0.952 ± 0.014
Marzo 2004	1.010 ± 0.033	93.73 ± 1.17	0.946 ± 0.027
Luglio 2004	1.027 ± 0.109	92.53 ± 1.37	0.949 ± 0.094
Settembre 2004	1.021 ± 0.021	93.44 ± 0.93	0.954 ± 0.016
Febbraio 2005	0.982 ± 0.024	92.44 ± 0.97	0.907 ± 0.018

Tab. 6. Caratteristiche dei sedimenti superficiali della stazione 10. I dati sono relativi allo strato compreso tra 0 e 10 cm di profondità. Vengono indicati i valori medi $\pm$ deviazione standard ($n = 3$).

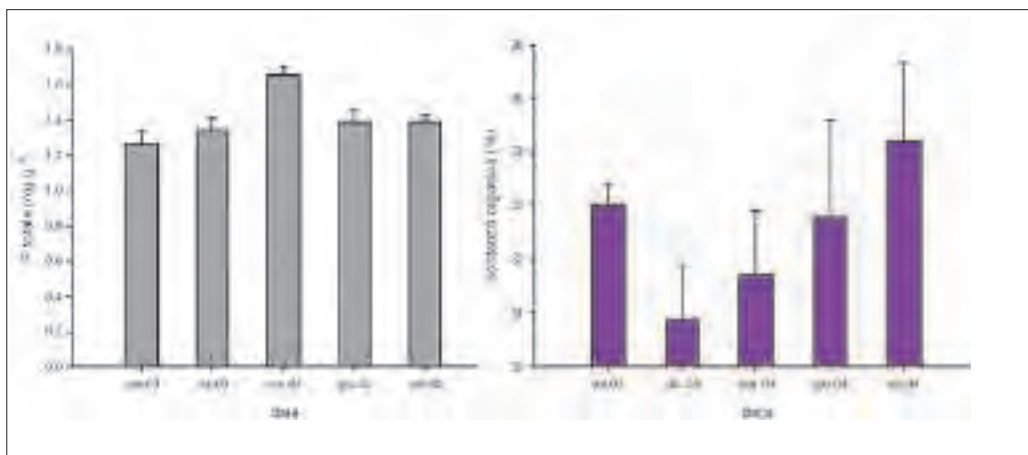


Fig. 1. Valori medi e relative deviazioni standard delle concentrazioni di fosforo totale e del contenuto di sostanza organica nei sedimenti superficiali della stazione 10 nel corso del 2004.

Pagina a fianco: Fig. 2. Profili di O_2 , pH ed Eh determinati mediante l'ausilio di mini e microelettrodi. Le barre orizzontali indicano la deviazione standard ($n=3$). I profili di pH ed Eh per il campionamento del settembre 2003 non sono disponibili.

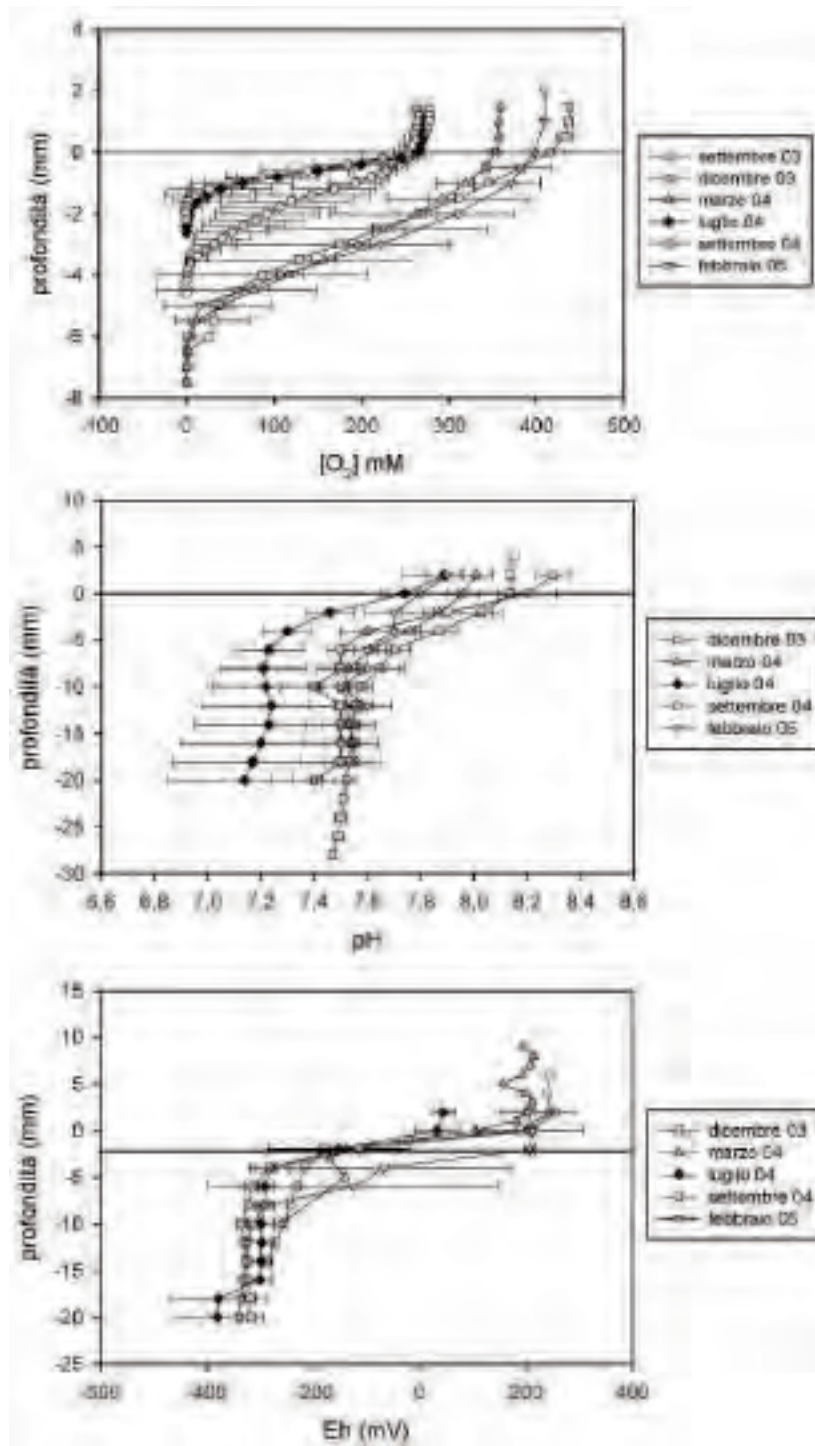
tabilmente dovuto alla deposizione di ceneri avvenuta in seguito al pirodiserbo compiuto all'inizio del mese nella porzione veneta della palude. Contrariamente a quanto riscontrato nel caso del P totale, il contenuto percentuale di sostanza organica dei sedimenti segue un chiaro andamento stagionale, determinato principalmente dalla deposizione di biomassa in seguito alla senescenza delle macrofite. Il grafico di figura 1 è infatti caratterizzato da un minimo invernale, determinato nel mese di dicembre 2003, seguito da un progressivo aumento di concentrazione, fino a un massimo nel mese di settembre 2004.

I valori di densità, porosità e contenuto d'acqua, non mostrano invece differenze significative tra le diverse date di campionamento. I profili di O_2 , pH e del potenziale redox (Eh), sono riportati in figura 2. Lo spessore dello strato ossico è risultato estremamente variabile e compreso tra un minimo di circa 2 mm in luglio 2004 e un massimo di circa 6 mm mi-

surato in dicembre 2003, in marzo 2004 e in febbraio 2005. La profondità di penetrazione dell'ossigeno è risultata inversamente correlata con i tassi di respirazione calcolati al buio (figura 4). Il pH è risultato compreso tra 7 e 8 unità, con i valori più bassi misurati in luglio 2004 e quelli più alti in dicembre 2003. L'Eh è invece risultato compreso tra +200 e -400 mV; le condizioni maggiormente riducenti sono state misurate in luglio 2004, con valori di -300 mV appena al di sotto dell'interfaccia acqua-sedimento.

3.2.4.3 Processi microbici all'interfaccia acqua-sedimento

Per una stima accurata dei flussi acqua-sedimento sono state effettuate prove pilota con lo scopo di ottimizzare i tempi di incubazione. Un esempio viene riportato in figura 3



dove sono mostrate le variazioni di concentrazione di O_2 , carbonio inorganico disciolto (DIC) e CH_4 all'interno della colonna d'acqua di 4 carote intatte di sedimento prelevate nella stazione 9 e incubate al buio per 20 ore nel mese di settembre 2003. In queste carote la prolungata incubazione ha determinato l'instaurarsi di condizioni anossiche e l'evoluzione delle concentrazioni di metano e carbonio inorganico è stata quindi seguita in presenza e in assenza di ossigeno.

L'evoluzione stagionale dei flussi al buio di O_2 , DIC e del coefficiente respiratorio (DIC/ O_2) misurati in condizioni ossiche, e quella dei flussi di DIC misurati in condizioni anossiche, sono riportati in figura 4. La domanda di ossigeno dei sedimenti del Busatello e i flussi di DIC sono risultati fortemente dipendenti dalla

temperatura della colonna d'acqua: i tassi più elevati (-4.81 ± 0.51 e 3.43 ± 0.71 mmoli $m^{-2}h^{-1}$ rispettivamente) sono stati misurati in settembre 2003; mentre i valori più bassi (-0.53 ± 0.18 e 0.75 ± 0.16 mmoli $m^{-2}h^{-1}$ rispettivamente) sono stati misurati in dicembre 2003. Durante il corso della transizione ossico-anossica, i flussi di DIC sono aumentati in tutte le date di campionamento: in settembre 2003 e luglio 2004 i tassi sono aumentati relativamente poco (35% e 6%), mentre in dicembre 2003 e in marzo 2004 la differenza tra i tassi misurati in condizioni ossiche e quelli misurati in condizioni anossiche è risultata elevata (152% e 91%). Il quoziente respiratorio è risultato compreso tra un minimo di 0.71 ± 0.11 (settembre 2003) e un massimo di 1.60 ± 0.20 (dicembre 2003); un rapporto DIC/ O_2 relativamente alto è stato misurato

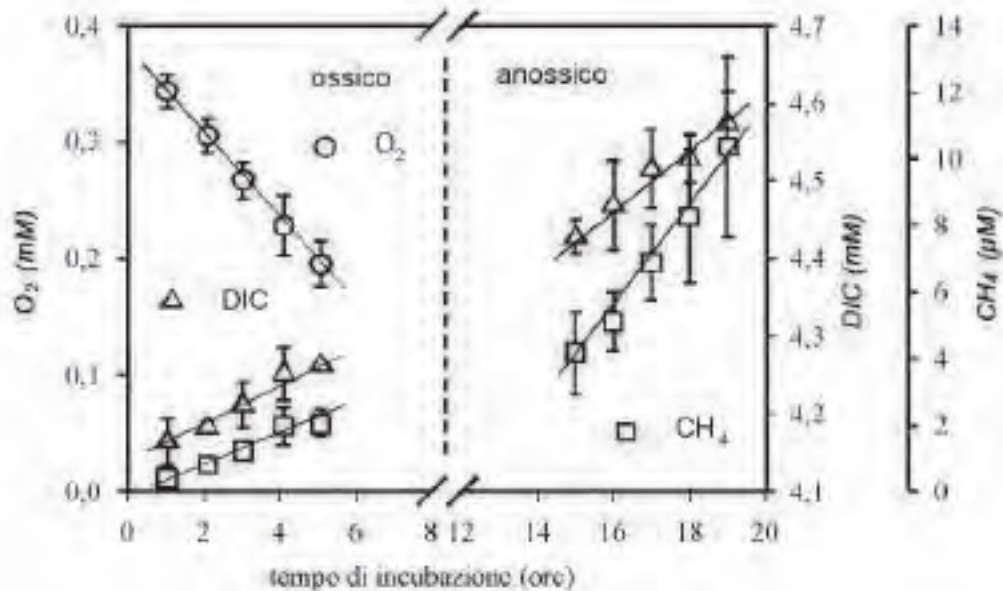


Fig. 3. Esempio di incubazione di carote di sedimento durante una transizione ossico-anossica. I flussi di DIC e CH_4 (così come quelli dei nutrienti, qui non riportati) sono stati calcolati nella fase iniziale ossica e in quella finale anossica; è evidente come la produzione di entrambi i gas aumenti quando scompare l'ossigeno. Le barre di errore si riferiscono alla deviazione standard di 4 repliche.

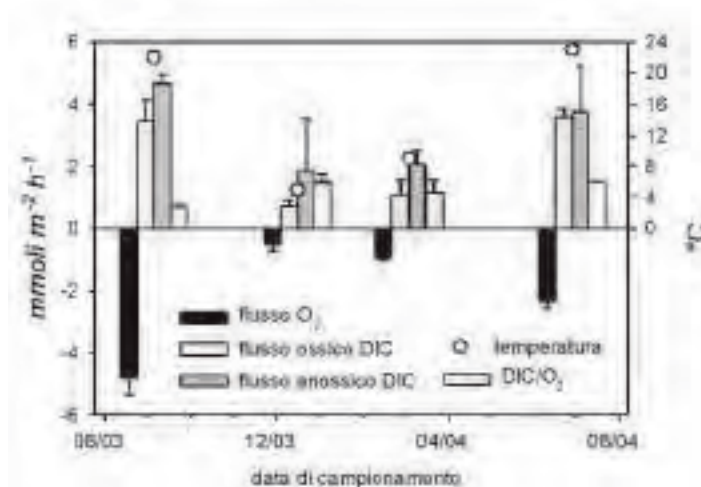


Fig. 4. Flussi al buio di O_2 e DIC e coefficiente respiratorio (DIC/ O_2) misurati nella parte ossica e flussi di DIC misurati nella parte anossica dell'incubazione.

anche in luglio 2004 (1.48 ± 0.29).

I flussi acqua-sedimento di metano (CH_4), misurati durante la parte ossica e quella anossica degli esperimenti di incubazione, sono riportati in figura 5.

In dicembre 2003 e marzo 2004 gli scambi di metano tra il sedimento e la colonna d'acqua sono risultati trascurabili e non sono state

determinare differenze significative tra le due condizioni di incubazione. Flussi apprezzabili di metano sono stati invece determinati nei mesi di settembre 2003 e luglio 2004: i tassi misurati nella parte ossica degli esperimenti di incubazione sono risultati 57.2 ± 17.1 e $92.1 \pm 0.24 \mu\text{mol m}^{-2}\text{h}^{-1}$ rispettivamente; nella parte anossica i tassi sono aumentati significativamente (247% e 152% rispettivamente) in entrambe le occasioni: 198.3 ± 58.4

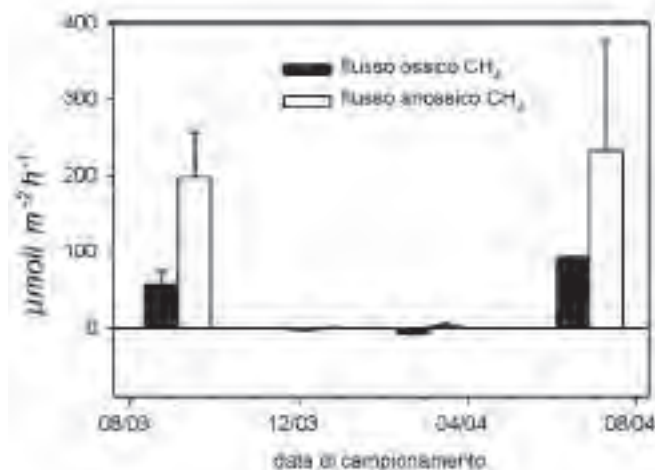


Fig. 5. Flussi acqua-sedimento di CH_4 in condizioni ossiche e anossiche.

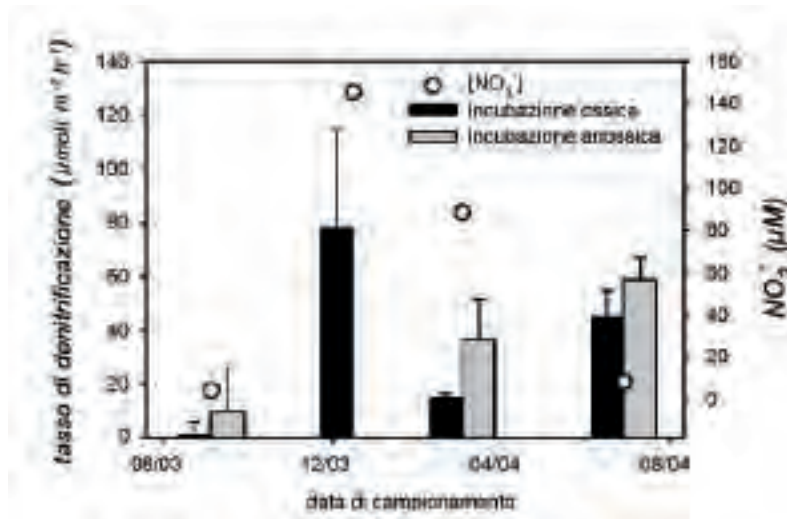


Fig. 6. Tassi di denitrificazione misurati in carote intatte di sedimento durante gli esperimenti di incubazione in condizioni ossiche e anossiche, e concentrazione dello ione NO_3^- per ciascuna delle date di campionamento.

e $232.0 \pm 143.3 \mu\text{mol m}^{-2} \text{h}^{-1}$.

I risultati degli esperimenti di denitrificazione sono riportati in figura 6. A causa di problemi tecnici i dati relativi al mese di dicembre 2003 (sola parte anossica) non sono disponibili. I tassi di denitrificazione sono risultati generalmente bassi ($<100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{h}^{-1}$) con un massimo di $78 \pm 37 \mu\text{mol N m}^{-2} \text{h}^{-1}$ misurato nel mese di dicembre 2003, in corrispondenza del picco di concentrazione dello ione NO_3^-

all'interno della colonna d'acqua ($146 \mu\text{M}$). In condizioni anossiche, in tutte le date, la denitrificazione è risultata fortemente stimolata.

I flussi di azoto inorganico (NO_3^- e NH_4^+) sono riportati in figura 7, quelli del nitrito non sono riportati in quanto per tutte le date di campionamento la concentrazione di questo ione è risultata vicina al limite di rilevazione strumentale e i flussi determinati non sono stati giudicati attendibili.

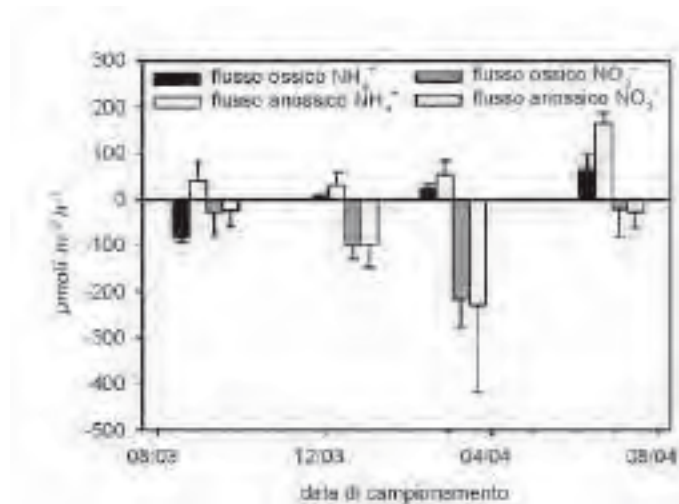


Fig. 7. Flussi acqua-sedimento di ammonio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-) misurati in condizioni ossiche e anossiche.

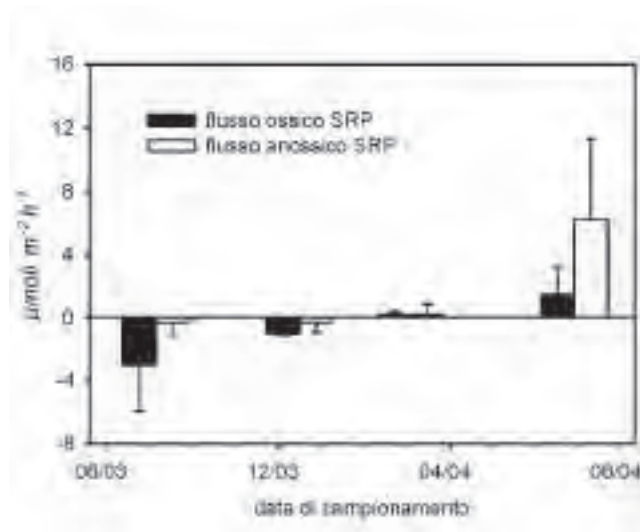


Fig. 8. Flussi acqua-sedimento del fosforo reattivo solubile (SRP) misurati durante il corso della fase ossica e della fase anossica degli esperimenti di incubazione.

Durante la fase ossica delle incubazioni il flusso di ione ammonio (NH_4^+) è risultato negativo solo nel mese di settembre 2003 ($-82.6 \pm 9.9 \mu\text{mol m}^{-2}\text{h}^{-1}$); mentre nelle restanti date di campionamento è stato misurato un flusso netto diretto dal sedimento verso la colonna d'acqua. I flussi sono risultati dipendenti dalla temperatura della colonna d'acqua, così come mostrano i valori crescenti da dicembre a luglio (8.2 ± 2.5 , 21.5 ± 15.0 e $66.5 \pm 29.8 \mu\text{mol m}^{-2}\text{h}^{-1}$). In fase anossica lo ione ammonio è stato rilasciato alla colonna d'acqua in tutte le date di campionamento e i flussi sono risultati crescenti con la temperatura e maggiori di quelli determinati in fase ossica. I flussi di NO_3^- sono risultati sempre diretti dalla colonna d'acqua verso i sedimenti, in entrambe le condizioni di incubazione; i valori più bassi sono stati misurati durante i mesi caldi ($\sim 25 \mu\text{mol m}^{-2}\text{h}^{-1}$) quando la concentrazione dello ione NO_3^- all'interno della colonna d'acqua era minima; il valore massimo è stato determinato nella parte anossica dell'incubazione di marzo ($-230.0 \pm 188 \mu\text{mol m}^{-2}\text{h}^{-1}$). Non sono state determinate differenze significative tra le due condizioni di incubazione.

I flussi di fosforo reattivo solubile - SRP (figura 8) sono risultati particolarmente bassi

($< 1 \mu\text{mol m}^{-2}\text{h}^{-1}$) nel mese di dicembre 2003 e marzo 2004. In fase ossica i flussi sono risultati sempre diretti dalla colonna d'acqua verso i sedimenti, tranne che nel mese di luglio 2004 ($+1.77 \pm 1.47 \mu\text{mol m}^{-2}\text{h}^{-1}$). Durante la fase anossica degli esperimenti di incubazione i flussi di SRP sono risultati meno negativi in settembre e dicembre 2003 e in marzo 2004; più positivi in luglio 2004 ($6.2 \pm 4.9 \mu\text{mol m}^{-2}\text{h}^{-1}$).

3.2.4.4 Tassi di decomposizione delle macrofite dominanti

Le variazioni della biomassa dei frammenti vegetali contenuti nelle *litter bags* vengono descritte dai grafici riportati in figura 9. Gli andamenti sono relativi al fosforo totale, calcolato rispetto al contenuto iniziale (al momento del posizionamento delle retine), alla percentuale in peso di sostanza organica calcolata rispetto alla biomassa residua, alla curva di decadimento esponenziale del peso secco determinata secondo l'equazione

$$y = ue^{-bx}$$

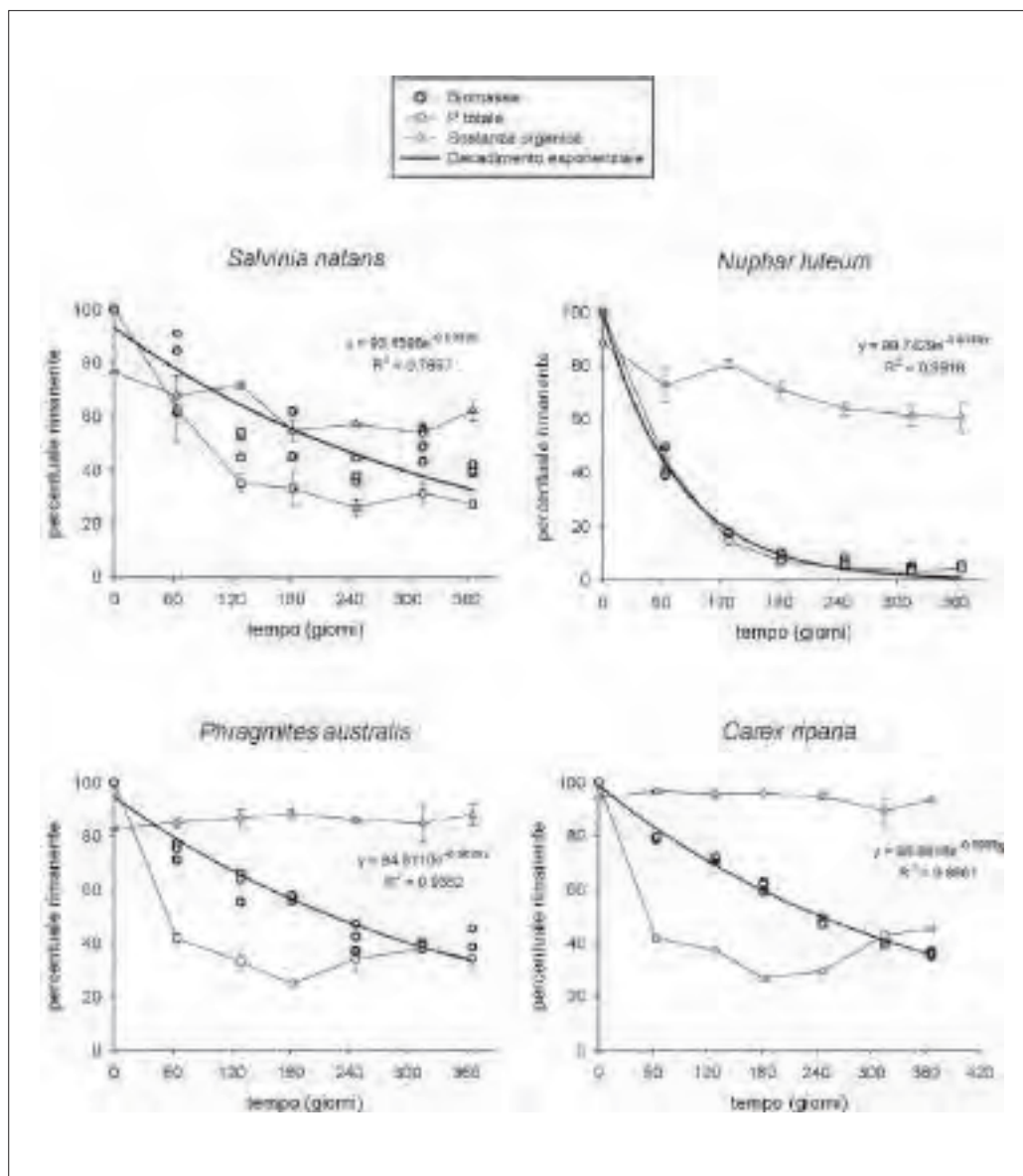


Fig. 9. Evoluzione della perdita in peso del contenuto di fosforo totale (espresso come percentuale rispetto alla biomassa iniziale) e della sostanza organica (calcolata come percentuale rispetto alla biomassa residua) per *Salvinia natans* (a), *Nuphar luteum* (b), *Phragmites australis* (c) e *Carex riparia* (d). Le barre verticali indicano la deviazione standard ($n = 3$).

Salvinia natans

Il tasso di decomposizione di *Salvinia natans* è risultato relativamente basso (coefficiente di decadimento = 0.0029); infatti, come si può osservare dal grafico di figura 9, dopo il 315° giorno rimane ancora circa il 40% della biomassa iniziale.

All'inizio dell'esperimento di incubazione la concentrazione del fosforo totale presente all'interno della pianta è risultata pari a 2.26 mg/gss. La perdita di questo nutriente è stata particolarmente rapida nei primi 120 giorni, durante i quali è andato perso circa il 65% del contenuto iniziale; successivamente il fosforo è diminuito leggermente attestandosi mediamente attorno al 30%.

Il contenuto percentuale di sostanza organica di *Salvinia natans* è risultato pari a circa l'80% in peso. Nel corso dell'esperimento di decomposizione non sono state riscontrate variazioni sostanziali in tale proporzione fino al 120° giorno; successivamente la percentuale di sostanza organica si abbassa a circa il 60%.

Nuphar luteum

Il decadimento delle biomassa del nannifero è risultato particolarmente rapido nei primi 120 giorni, durante i quali viene perso oltre l'80% del peso iniziale; successivamente la biomassa residua viene decomposta a una velocità molto più contenuta e al termine dell'esperimento di decomposizione (dopo 315 giorni) rimane meno del 5 % della biomassa iniziale. La rapidità con cui viene degradato *Nuphar luteum* si traduce in un coefficiente di decadimento pari a 0.0131, circa 4 volte superiore rispetto a quello di *Salvinia natans*.

In dicembre 2003, al momento del posizionamento delle retine, il contenuto di fosforo totale è risultato pari a 2.12 mg/gss. Al procedere del processo degradativo la diminuzione della concentrazione di questo elemento è avvenuta con un andamento che ha seguito quello della perdita in peso, con un decadimento superiore all'80% già al 120° giorno, fino ad arrivare al consumo pressoché completo dopo il 315° giorno.

La percentuale di sostanza organica è risultata compresa tra il 90%, all'inizio dell'esperimento di decomposizione e circa il 60% verso la fine del periodo di studio. I valori hanno mostrato una certa variabilità fino al 120° giorno, dopodiché si è osservato un evidente decremento che è proseguito fino al 315° giorno.

Phragmites australis

Il coefficiente di decadimento determinato per la canna di palude è risultato pari a 0.0032, molto simile a quello determinato per la *Salvinia natans*. Nel caso della *Phragmites* la biomassa residua è pari a circa il 60% dopo 120 giorni; dopo 180 giorni rimane circa il 55 % del peso iniziale e al 315° giorno la biomassa rimanente presenta un valore medio del 39.2 %.

Il contenuto di fosforo totale, pari a 1.11 mg/gss all'inizio dell'esperimento, cala di circa il 60% nei primi 60 giorni, successivamente la tendenza alla diminuzione continua in modo meno accentuato fino al 180° giorno (25% del peso iniziale), per poi crescere nuovamente fino al termine del periodo di studio (40% del contenuto iniziale).

Il contenuto di sostanza organica è risultato compreso tra l'83 e l'88%, valore raggiunto

al 180° giorno di sperimentazione; successivamente è diminuito leggermente fino a un valore di circa l'85%, determinato al 315° giorno.

Carex riparia

Anche nel caso di *Carex riparia* il processo degradativo appare piuttosto lento: dopo 315 giorni di permanenza sui sedimenti le *litter bags* contengono ancora il 40% circa della massa iniziale. Il coefficiente di decadimento determinato è risultato il più basso tra quelli calcolati (0.0028).

L'andamento del contenuto percentuale del fosforo totale risulta molto simile a quello determinato nel caso di *Phragmites*, con una diminuzione pari a circa il 60% nei primi 60 giorni, un ulteriore decremento fino ad un valore pari a circa il 75% del contenuto iniziale, determinato attorno al 180° giorno di sperimentazione, seguito da un aumento nel periodo successivo.

Carex riparia è risultata la specie con il più alto contenuto medio di sostanza organica, pari a circa il 95%. Tale proporzione viene mantenuta pressoché invariata durante i primi

250 giorni e si registra una lieve diminuzione solo verso la fine del periodo di sperimentazione.

3.2.4.5 Effetti del pirodiserbo sui tassi di crescita delle macrofite e sulle concentrazioni del fosforo in acqua

Nella figura 10 sono riportate alcune immagini che illustrano la progressiva ricrescita all'interno dei *plot* posizionati nell'area bruciata e nell'area di controllo. I dati evidenziano la velocità della ricrescita nelle due aree: in soli due mesi le curve arrivano a un *plateau* (pari a circa $800 \text{ g}_{\text{dw}}\text{m}^{-2}$) corrispondente a circa 1,5-2 kg di materiale fresco per metro quadrato. Purtroppo il forte limite di questa prova, che è da considerarsi una prova pilota, sta nell'assenza di repliche. L'ultimo dato relativo al prelievo effettuato nel quadrato dell'area di controllo non va quindi interpretato come diminuzione della biomassa, ma piuttosto nell'ambito della variabilità dell'ambiente naturale. Dalle immagini di figura 10 è evidente la maggiore varietà di essenze vegetali nei quadrati posizionati sull'area bruciata; oltre alla specie dominante (*Carex elata*) sono state

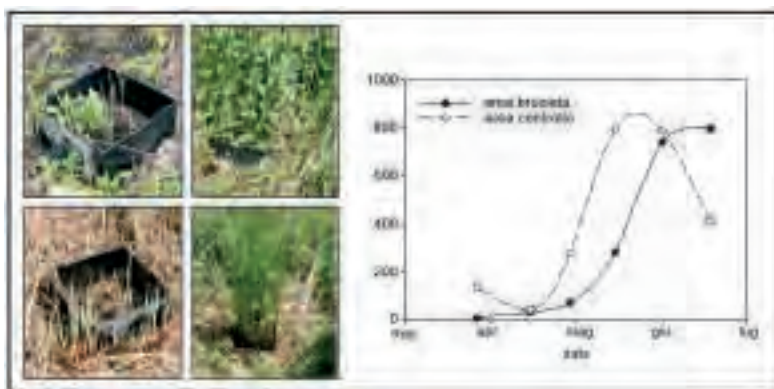


Fig. 10. Le immagini mostrano la ricolonizzazione delle specie vegetali nell'area bruciata (serie in alto) e nell'area sfalciata manualmente. Nel grafico sono riportate le variazioni della biomassa secca presente all'interno dei quadrati.

rinvenute occasionalmente *Phragmites australis*, *Litrum salicaria*, *Typha latifolia*, *Caltha palustris* e *Calistegia sepium*.

Per *Carex elata* è stato misurato l'accrescimento delle fronde su tutte le piante prelevate dai quadrati a ogni data (da un minimo di 5 a un massimo di 76 repliche); il grafico relativo alla lunghezza media delle fronde è riportato in figura 11. Non sono state evidenziate differenze significative tra le due condizioni.

Con questo esperimento non è possibile trarre conclusioni di carattere generale sugli effetti comparati di un incendio o di uno sfalcio manuale sulla ricrescita della vegetazione: non sono state infatti notate differenze rilevanti tra i due trattamenti se non una maggiore varietà di specie nell'area bruciata. Sulla specie maggiormente rinvenuta (*Carex elata*) l'accrescimento fogliare è risultato simile in

entrambe le situazioni (figura 11).

Per quanto riguarda le concentrazioni del fosforo reattivo nell'acqua, il monitoraggio ha invece messo in evidenza gli effetti negativi dell'incendio verificatosi nel mese di marzo 2003. In figura 12 è riportata la concentrazione media annua dello ione ortofosfato nelle cinque stazioni monitorate lungo il corso del fiume Busatello nell'anno 2003; per confronto vengono riportati i valori relativi alla campagna del 2002. Gli istogrammi mettono in evidenza un aumento delle concentrazioni del fosforo nell'acqua di oltre un ordine di grandezza rispetto al 2002. Tale aumento risulta particolarmente significativo a livello delle stazioni 5 e 9, quelle più prossime all'area interessata dal passaggio del fuoco. Durante l'incendio infatti, mentre l'azoto contenuto nelle piante viene perso in atmosfera sotto

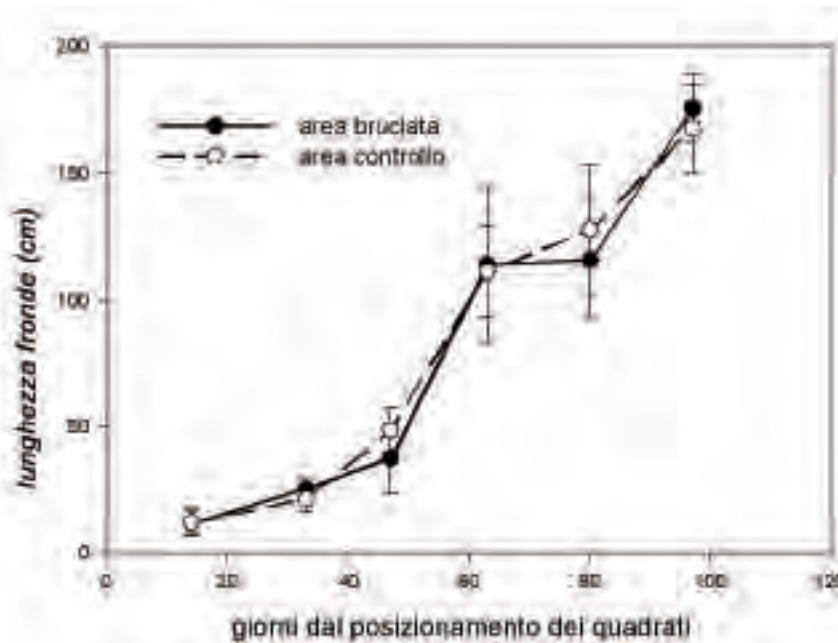


Fig. 11. Lunghezza media delle fronde di *Carex elata* prelevate dai quadrati.

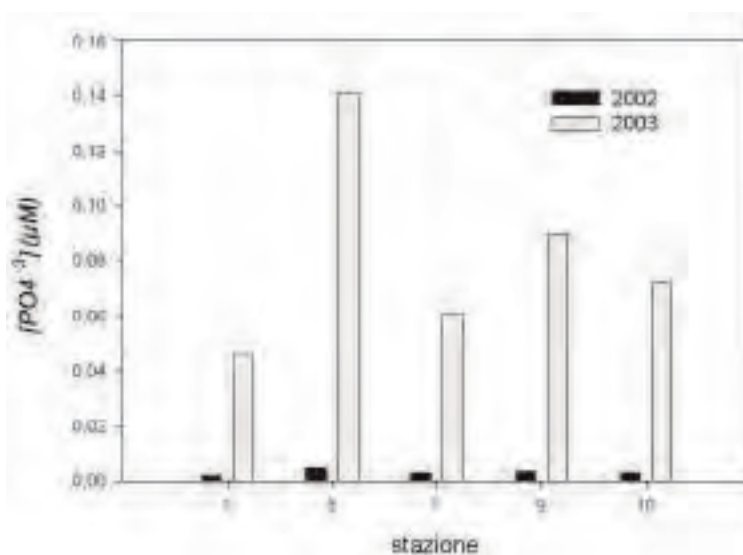
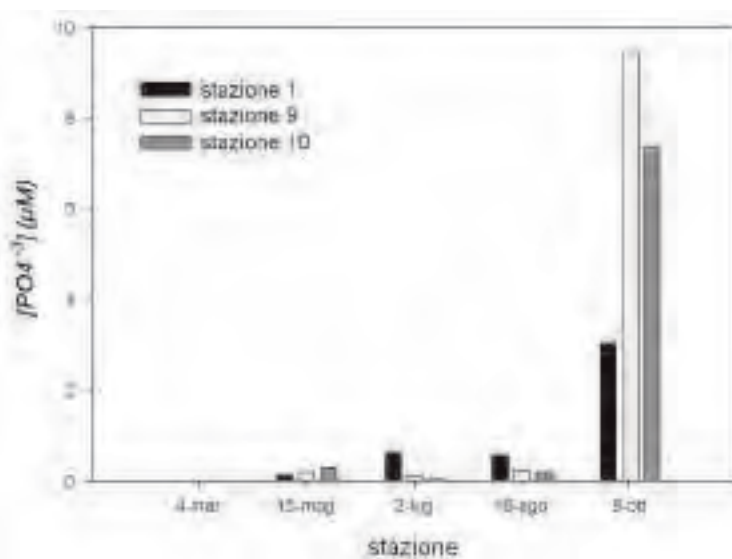


Fig. 12. Valori medi annui della concentrazione del fosforo reattivo in cinque stazioni lungo il corso del canale Busatello durante la campagna di monitoraggio del 2002 e del 2003.

Fig. 13. Andamento della concentrazione del fosforo reattivo in tre stazioni lungo il corso del canale Busatello durante la campagna di monitoraggio 2003.

forma di ossidi d'azoto, il fosforo rimane intrappolato nelle ceneri e successivamente, per effetto del dilavamento prodotto dalle piogge, entra nel corpo d'acqua. In figura 13 è riportato l'andamento della concentrazione del fosforo ortofosfato nel corso dell'anno 2003; la concentrazione dello ione aumenta

progressivamente dalla data dell'incendio (3/3/2003) e raggiunge valori massimi compresi tra 100 e 300 μg/l nel mese di ottobre.



3.2.4.6 Chimismo dell'acqua a seguito dell'azionamento dell'idrovora

In piena estate le paludi sono caratterizzate da temperature comprese tra i 25 e i 35 °C, la vegetazione si trova nel suo massimo stadio di sviluppo e l'attività batterica è estremamente elevata. Il ciclo di prelievi giorno/notte effettuato nell'estate 2002 ha evidenziato grandi fluttuazioni nella concentrazione dell'ossigeno disciolto nell'acqua con minimi nelle ore appena precedenti l'alba.

La stagnazione favorisce l'instaurarsi di condizioni ipossico/anossiche e l'accumulo di soluti nelle acque, pertanto è stato ipotizzato che nei casi più estremi l'azionamento delle idrovore avrebbe potuto rivelarsi uno strumento utile per evitare condizioni critiche nell'ambiente acquatico. Tuttavia una vera e propria sperimentazione tesa a verificare gli effetti dell'azionamento delle pompe sulla qualità delle acque della palude non è stata mai effettuata. La vivificazione delle porzioni più marginali tramite l'azionamento delle idrovore avrebbe indubbiamente potuto avere effetti positivi, ma nello stesso tempo le caratteristiche idrochimiche delle acque in ingresso avrebbero potuto essere qualitativamente peggiori di quelle già presenti.

A tal proposito nei giorni 14, 15 e 16 agosto 2003 le stazioni AA, I, C, 6, 9 e 10 sono state monitorate nell'ambito di due cicli di campionamento giorno-notte in condizioni di idrovore spente e accese.

I risultati dei campionamenti, riportati sinteticamente nella figura 14, indicano come nel breve termine non ci siano differenze significative tra trattamenti (idrovore spente/accese).

In alcune stazioni (ad esempio la 9, nel

prelievo T-3 appena prima dell'alba) le concentrazioni dell'ossigeno da valori prossimi all'anossia aumentano in modo evidente e i carichi di composti ridotti (come lo ione ammonio) si diluiscono. In altre stazioni (come ad esempio la I, situata in prossimità della stazione di sollevamento) le concentrazioni medie dello ione nitrato aumentano leggermente ma l'effetto non è assolutamente visibile negli altri siti anche a distanza di 24 ore.

Si è quindi concluso che l'accensione delle idrovore è consigliabile solo in casi di sofferenza estrema dell'ambiente palustre (morte di pesci, eccessiva siccità), gli effetti del loro azionamento sull'instaurarsi di condizioni ipossico/anossiche nel sistema sono infatti irrilevanti; di contro, l'uso delle idrovore aggrava l'eutrofizzazione del sistema immettendo le acque cariche di nutrienti del Canale Acque Alte.

In ogni caso i grafici mostrano un'enorme capacità tampone del sistema nei confronti di questi carichi aggiuntivi.

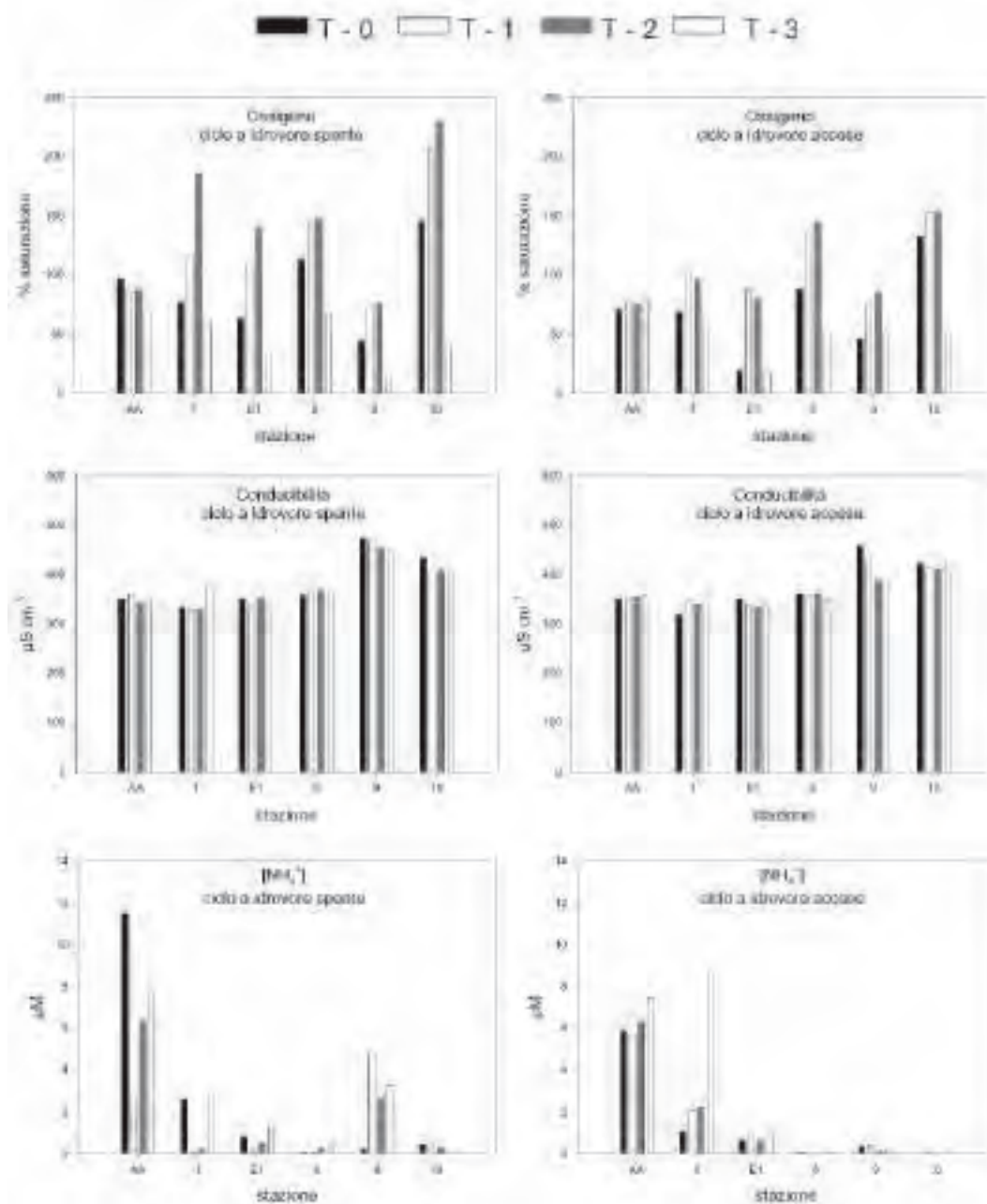
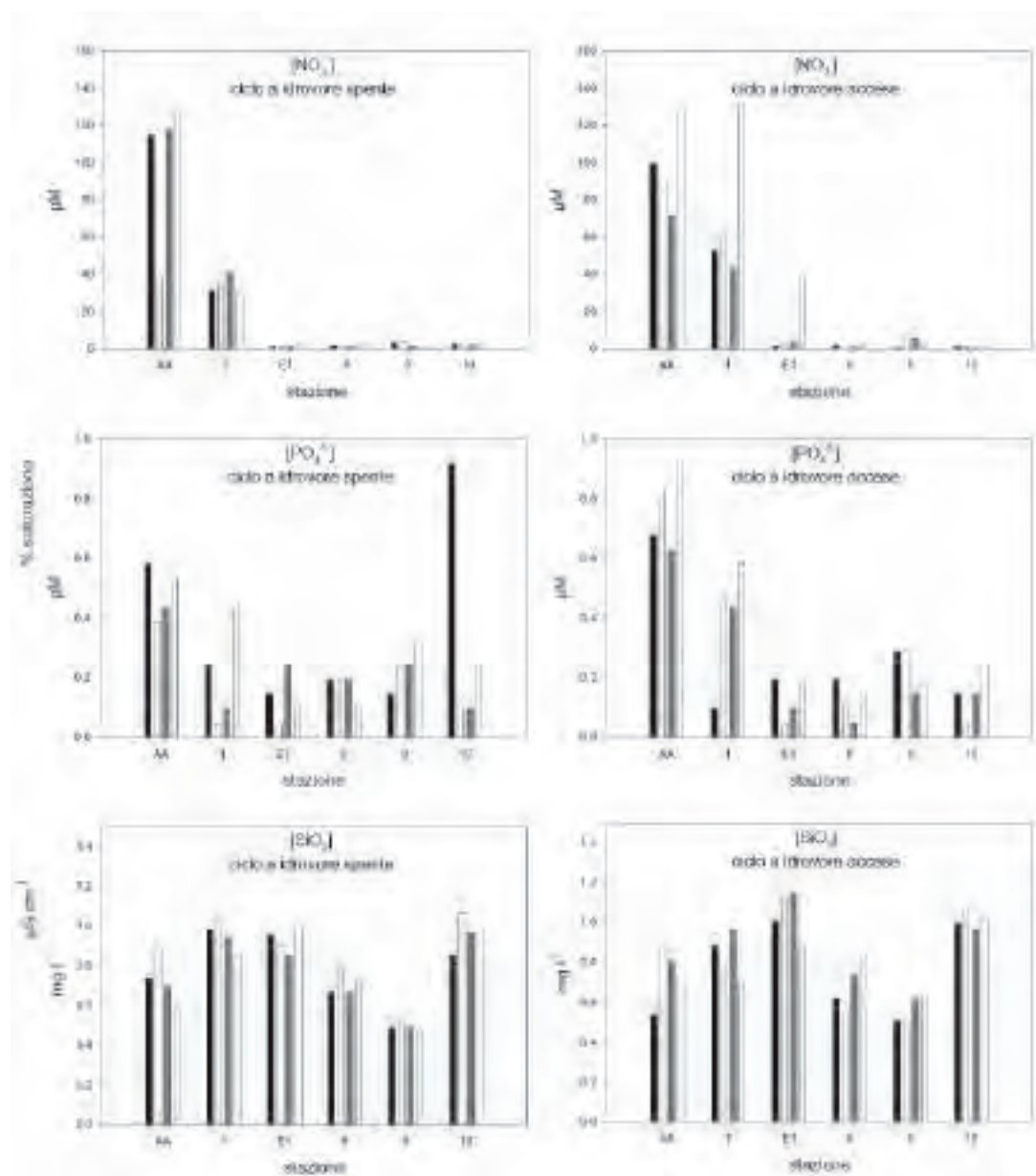


Fig. 14. Dall'alto in basso sono riportate le concentrazioni di ossigeno disciolto, la conducibilità, l'azoto ammoniacale e nitrico, il fosforo ortofosfato e la silice reattiva disciolta misurati in diversi punti della palude a intervalli di 6 ore circa con idrovore spenti (grafici di sinistra) e accesi (grafici di destra).



3.2.4.7 Scavo del Busatello: risospensione e chimismo delle acque a seguito degli interventi

L'attività di rimozione dei sedimenti nella porzione meridionale della palude è stata seguita mediante alcuni campionamenti effettuati a distanze crescenti dal punto di scavo, sia durante i lavori che alla loro conclusione. Gli effetti dell'intervento sui parametri chimico-fisici della colonna d'acqua sono risultati trascurabili per temperatura, conducibilità e potenziale redox; mentre sono evidenti per quanto riguarda la concentrazione dell'ossigeno disciolto e il pH. Entrambi i parametri evidenziano infatti una brusca diminuzione nei loro valori in prossimità della posizione in cui era presente la draga al momento del campionamento (figura 15); la percentuale di saturazione dell'ossigeno, ad esempio, è risultata inferiore al 50 % il 22 aprile e al 30 % il 29 aprile, mentre nelle stesse date i valori di pH sono risultati 6.8 e 7.1 rispettivamente. Gli effetti dell'azione di escavazione sono evidenti anche dall'analisi dei valori dei solidi sospesi, il cui contenuto nel punto di scavo è risultato da 3.9 a 4.6 volte superiore a quello determinato altrove. Il grafico di figura 15 mette inoltre in evidenza come la risospensione dei sedimenti determini la mobilitazione dello ione ammonio (NH_4^+); il 29 aprile in prossimità della draga è stata infatti misurata una concentrazione di ammonio pari a circa 100 μM , da 17 a 34 volte maggiore rispetto ai valori determinati mediamente all'interno della palude. Lo stesso effetto non risulta invece evidente nel caso dello ione PO_4^{3-} .

I dati relativi al campionamento del 10 maggio e del 1 giugno, rispettivamente a pochi giorni e a circa un mese di distanza dal termine dei lavori, mettono comunque in evidenza la buona capacità tampone del sistema. I valori di tutti i parametri sembrano infatti tornare

alla normalità.



3.2.5 Minacce e azioni

L'obiettivo della gestione delle zone umide deve essere mirato al contrasto dei fenomeni degradativi attraverso l'individuazione di concrete azioni sugli habitat (da attuare a cadenza annuale o periodica) in grado di costituire un modello di gestione attiva alternativo a quello tradizionale.

Minacce

Sotto l'aspetto strettamente biologico, le principali minacce al sistema sono rappresentate da:

1. carenza idrica;
2. interrimento dei corpi idrici dovuto all'invasione di elofite di sponda;
3. interrimento dei corpi idrici dovuto a sedimenti di origine minerale e vegetale;
4. ingresso incontrollato di acque di scarsa qualità dagli adduttori esterni;
5. azione di barriera dovuta all'eccessiva diffusione di idrofite galleggianti;
6. pirodiserbo e conseguente ipertrofismo delle acque.

Scendendo a una scala maggiore di dettaglio vanno inoltre evidenziati ulteriori elementi degradativi specifici dovuti a eventi periodici o

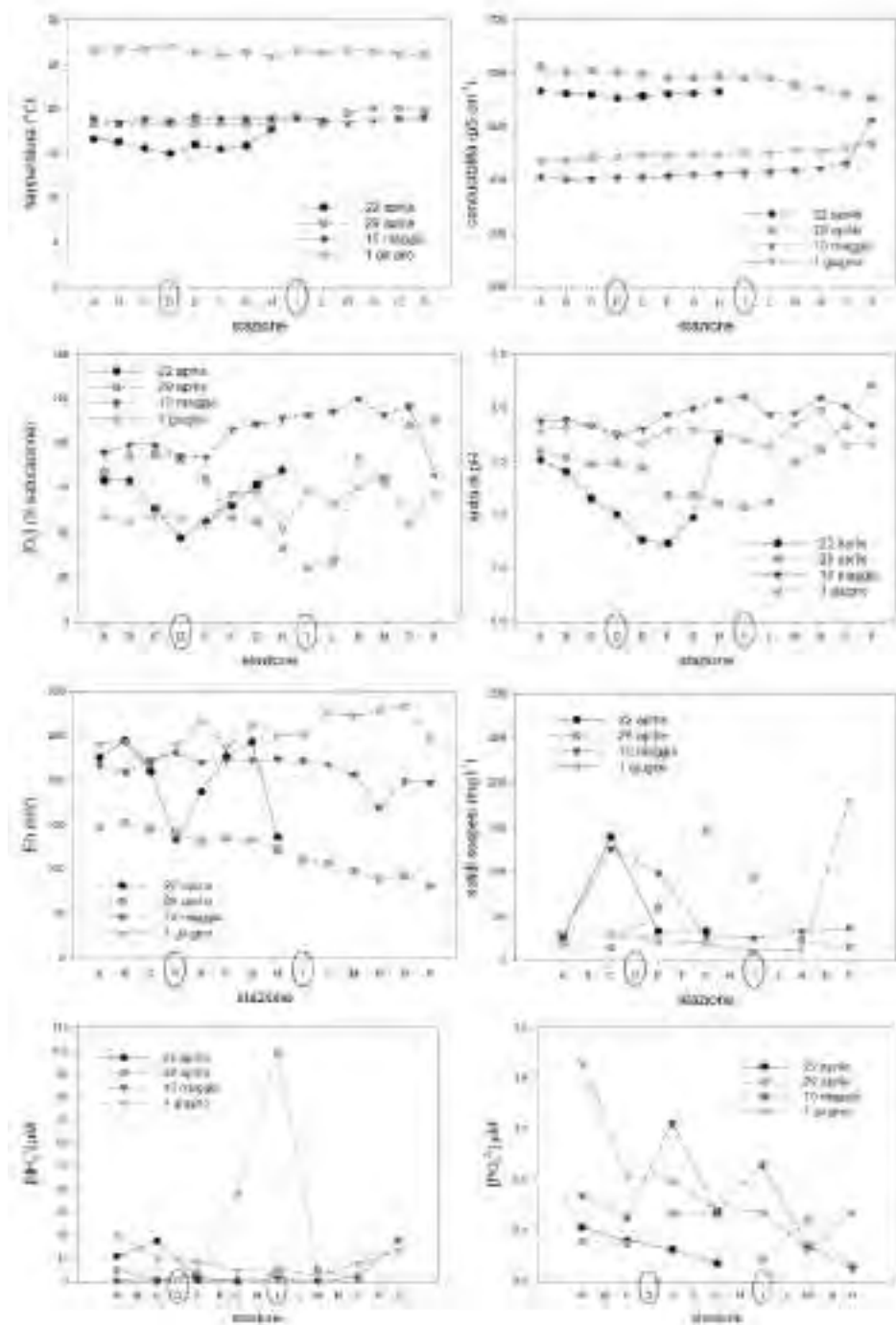


Fig. 15. Risultati del monitoraggio delle attività di scavo. Il 22 e il 29 aprile lo scavatore, al momento del campionamento, si trovava in corrispondenza della stazione D e I.

a situazioni contingenti:

- anossia delle acque nei periodi più caldi e a seguito di gelate invernali, specie negli specchi di minore profondità;
- peggioramento qualitativo delle acque dovuto a:
 - mobilitazione di soluti legati ai diversi modelli gestionali (differenze di livello entro la palude) applicati nella porzione veneta e in quella lombarda;
 - mobilitazione di grandi quantità di nutrienti dalle acque interstiziali a quelle superficiali, nel corso delle periodiche operazioni di scavo dei canali.

Azioni

1. Contrasto alla carenza idrica

L'ultimo decennio è stato caratterizzato da primavere molto calde ed estati secche con eventi piovosi brevi e intensi: questo si è tradotto in stagioni siccitose, con carenza idrica. La mancanza di acqua in palude provoca pericolose conseguenze quali l'anossia, l'accumulo di soluti dai sedimenti alla colonna d'acqua e lo stabilirsi di condizioni riducenti a livello del substrato; le implicazioni immediate riguardano la sopravvivenza delle specie maggiormente esigenti della flora e della fauna acquatica.

Lo strumento principale per contrastare questa minaccia è costituito da un calendario dei livelli idrici della palude (figura 16) che sfrutti la possibilità di azionare le idrovore e di gestire, entro certi limiti, gli afflussi e i deflussi delle acque alla palude.

Il calendario dovrebbe essere caratterizzato dagli andamenti di seguito descritti:

- nel periodo ottobre - marzo, quando l'attività vegetativa delle piante è pressoché nulla e i pesci, a causa delle basse temperature, si trasferiscono nei punti più profondi, l'attività di pompaggio delle acque può essere interrotta. Unica eccezione è costituita dai periodi particolarmente freddi in cui il movimento delle acque può impedire la formazione della copertura ghiacciata. Il livello idrico nel canale Busatello in questo lasso di tempo può essere mantenuto intorno a 50-70 cm.
- azionamento delle pompe in coincidenza con le attività di pirodiserbo della parte veneta (inizio di marzo) con la duplice funzione di rallentare la ricrescita del canneto sfalciato favorendo quindi la compresenza del cariceto e, soprattutto, di dilavare ed esportare i nutrienti in eccesso dai suoli non inondati. In questo caso basta azionare le idrovore fino al raggiungimento del livello desiderato e poi far fluire le acque per una o due settimane, periodo più che sufficiente per rendere anossico l'apparato radicale di molte macrofite invasive e quindi rallentarne la crescita (livello medio del Busatello compreso tra 80 e 100 cm).
- periodo metà marzo - maggio, interruzione dell'azionamento delle pompe in concomitanza con il periodo di maggiore piovosità: il livello della palude dovrebbe potersi autonomamente mantenere a quote accettabili; in ogni caso, se la profondità media del Busatello fosse inferiore a 50 cm, molte aree risulterebbero scoperte con conseguenze negative per la circolazione dell'acqua e occorrerebbe innalzare il livello azionando le pompe.

- periodo giugno - settembre, l'evapotraspirazione è elevata a causa delle alte temperature e della densa copertura vegetale, e l'attività metabolica degli organismi è massima; in questo periodo è importante non solo mantenere il livello dell'acqua elevato, ma anche un flusso minimo che garantisca la destratificazione della colonna d'acqua. La presenza di macrofite sommerse in diversi punti della palude può garantire una buona ossigenazione durante le ore di luce e l'azionamento delle pompe potrebbe essere limitato alle ore di buio.

È evidente tuttavia che il calendario dei livelli idrici non potrà mai essere standardizzato in senso assoluto se non a grandi linee, appare invece imprescindibile che il gestore del sistema acquisisca "sensibilità" nei confronti di alcune situazioni particolari "fuori calendario" che verranno discusse in seguito. Strumenti indispensabili a questo riguardo sono: la lettura frequente degli idrometri posizionati in punti chiave della palude, la misura della temperatura delle acque e qualche misura di concentrazione dell'ossigeno disciolto, da effettuare con una sonda da campo.

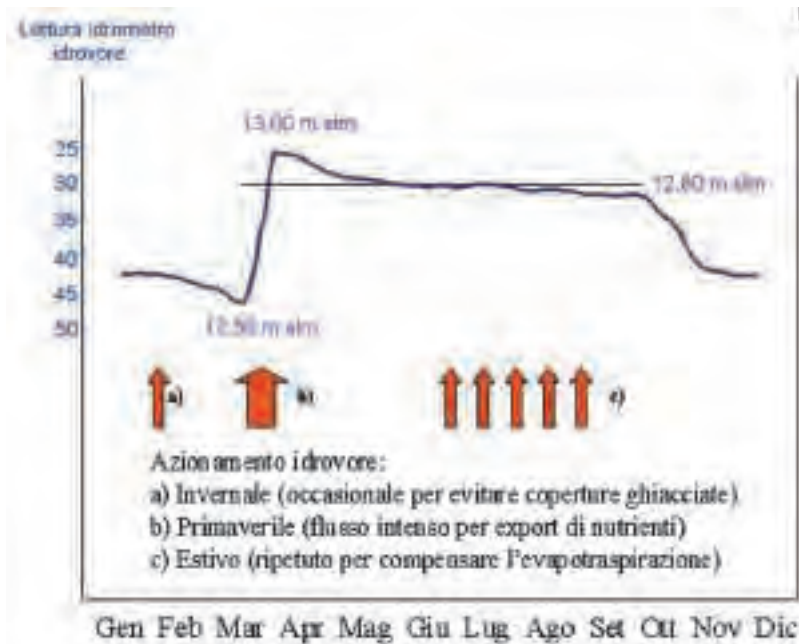


Fig. 16. Calendario annuale dei livelli idrici della palude.

Altri aspetti fondamentali legati alla gestione delle acque sono emersi nel corso delle indagini come conseguenza di situazioni particolari:

- a. È difficile svincolare la gestione della porzione lombarda della palude da quella veneta: entrambe fanno parte della stessa realtà territoriale e sono collegate in diversi punti. Quando il livello della parte veneta è più alto rispetto alla parte lombarda c'è il rischio che la diversa pressione dell'acqua tenda a omogeneizzare i livelli e faciliti di conseguenza la fuoriuscita dei soluti dalle acque interstiziali verso la colonna d'acqua. Questo potrebbe avere conseguenze negative per le macrofite radicate e per i bloom planctonici nella colonna d'acqua stessa. Da questa prima considerazione deriva la necessità, per quanto possibile, di omogeneizzare i calendari delle due gestioni.
- b. Il rischio di anossia, con danno ingente ai popolamenti dei pesci, degli invertebrati e dei produttori primari, è elevato nei mesi più caldi dell'anno (da giugno ad agosto) a causa dei processi respiratori della fauna microbica e della stagnazione delle acque. Anche nel gennaio 2002 le basse temperature e la stagnazione hanno determinato però anossia spinta in alcuni canali con morte della fauna ittica a causa di una spessa copertura ghiacciata. E' necessario in queste occasioni favorire la circolazione dell'acqua mediante l'accensione delle pompe; il funzionamento potrebbe essere limitato alle ore notturne che sono i momenti più freddi durante i mesi invernali e quelli in cui non c'è produzione primaria durante l'estate.
- c. Eventi accidentali o programmati come

il pirodiserbo eseguito annualmente nella porzione veneta della palude, determinano l'accumulo sui sedimenti superficiali di grandi quantità di sali di fosforo sotto forma di ceneri. Generalmente la bruciatura delle canne avviene nel mese di marzo e le frequenti precipitazioni del periodo possono solubilizzare i sali inorganici e veicolarli alle acque superficiali incentivando l'eutrofizzazione e la crescita del fitoplancton. E' opportuno quindi, nei giorni immediatamente successivi alla bruciatura del canneto, azionare le pompe e scaricare acqua per esportare questi nutrienti in eccesso e mantenere livelli elevati.

2. Contrasto all'interrimento dei corpi idrici dovuto all'invasione di elofite di sponda

Un intervento fondamentale per l'ottimizzazione delle funzioni ecologiche dell'area umida è la sagomatura delle sponde dei canali. A tal proposito si propone lo schema di figura 17, in grado di consentire il controllo dell'interrimento dei corsi d'acqua dovuto all'invasività del canneto e di migliorare il chimismo delle acque a favore delle specie idrofite più pregiate. La sponda dovrebbe essere modellata con uno scalino poco profondo che consente l'alternanza di periodi di sommersione/emersione e lo sviluppo di vegetazione acquatica di transizione. Questo spazio avrebbe un ruolo importante nel controllo dei carichi di origine diffusa (sia azotati che contenenti fosforo) e, da un punto di vista più generale, nel favorire la permanenza di fauna a forte rischio (predatori a vista, avannotti, anfibi, testuggini).

Oltre lo scalino (zona di alternanza "acqua-non acqua") la sponda dovrebbe approp-

fondirsi rapidamente impedendo l'espansione di *Phragmites australis*.

Sembra quindi importante garantire:

- una profondità minima non inferiore a 50-70 cm lungo l'intero corso del fiume Busatello
- uno scalino che impedisca l'avanzamento del canneto e il soffocamento dei canali

Il materiale rimosso nel corso delle operazioni di scavo potrebbe essere utilizzato per creare discontinuità (piccole isole ad esempio) all'interno dei chiari più profondi e meno fre-

quentati dall'avifauna.

E' necessario ricordare che le specie avicole della palude hanno un periodo di nidificazione (dall'accoppiamento all'involto dei piccoli) compreso tra l'inizio di marzo e la fine di agosto. Sarebbe quindi opportuno evitare la realizzazione di interventi "pesanti" come la rimozione dei sedimenti durante tale fase. Inoltre l'asportazione dei sedimenti soffici mobilita grandi quantità di materiale particellato e nutrienti dalle acque interstiziali e determina un brusco abbassamento dell'ossigeno disciolto a causa di fenomeni di riossidazione chimica di composti ridotti; per minimizzare l'impatto è meglio quindi effettuare gli scavi nei periodi più freddi dell'anno. Anche la ri-

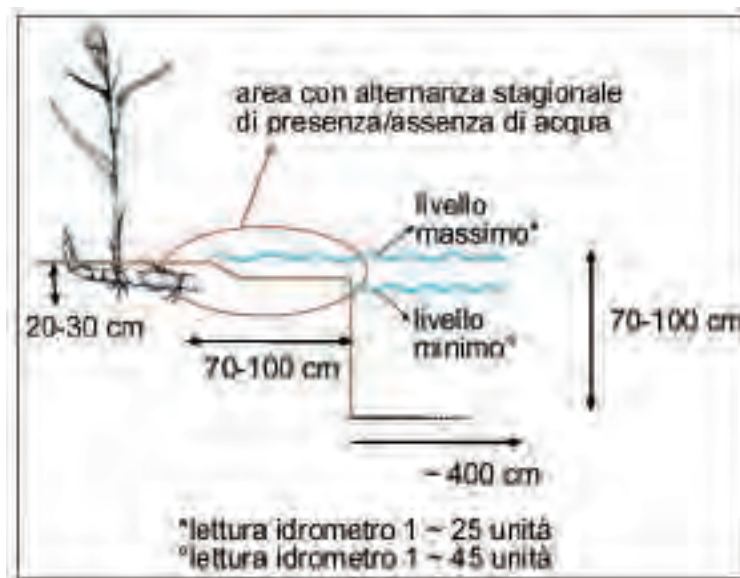


Fig. 17. Sezione teorica dei canali all'interno della palude al fine di ottimizzare le funzioni tampone rispetto ai carichi diffusi. Nello schema è indicata una fascia poco profonda di larghezza 70-100 cm, soggetta a periodiche inondazioni che separa la sponda colonizzata da canneto/cariceto dalla parte profonda del canale. In questa discontinuità l'alternanza di presenza/assenza della lama d'acqua permette la riossidazione dei sedimenti, processi quali la nitrificazione e la rigenerazione dei *buffer* biogeochimici. La bassa profondità rende inoltre questa fascia un ambiente elettivo per l'avifauna, l'ittiofauna e gli anfibi, in particolare nei periodi di riproduzione.

produzione di pesci e anfibi potrebbe essere in parte compromessa da attività di questo tipo. In definitiva, il periodo che intercorre tra la fine di ottobre e la fine di febbraio sembra essere il più adeguato. Durante o alla fine dei lavori, è consigliabile un ricambio dell'acqua all'interno della palude.

L'efficacia di un simile modello è evidenziata dagli ottimi risultati ottenuti dagli interventi di scavo effettuati nel 1998 nei canali perimetrali dell'area settentrionale. In questi canali gli interventi sono stati compiuti secondo lo schema descritto e i loro positivi effetti sulla qualità dell'acqua, e di conseguenza sull'intero sistema palustre, sono tuttora evidenti.

3. Contrasto all'interramento

3.a Scavo e rimozione del sedimento

Le operazioni di periodica rimozione del sedimento, specie in una zona umida di piccole dimensioni, sono indispensabili per contrastare il fenomeno dell'interramento. Nel corso del progetto LIFE è stato compiuto un intervento di approfondimento del tratto meridionale del fiume Busatello che in molti punti non superava i 20 cm di profondità, portandolo a una profondità media di 1,5 m.

Si ritiene che gli interventi arrecheranno benefici al sistema nel medio-lungo periodo, tuttavia è innegabile che nel breve essi hanno determinato la mobilitazione di grandi quantità di nutrienti dalle acque interstiziali a quelle superficiali.

Per ridurre l'impatto sul sistema delle operazioni di scavo sarebbe opportuno rispettare alcuni accorgimenti:

- intervenire attraverso azioni di aspirazione del materiale piuttosto che di

scavo;

- far seguire le operazioni di rimozione da un innalzamento dei livelli allo scopo di diluire i nutrienti movimentati;
- eseguire gli interventi al di fuori della stagione riproduttiva (periodo consigliato ottobre-febbraio).

Altro aspetto ritenuto importante dal punto di vista conoscitivo è lo studio degli oligoelementi, solitamente trascurati, che a seguito degli scavi potrebbero essere movimentati in quantità e avere un ruolo importante nel determinare bloom algali.

3.b Controllo della vegetazione di *Nuphar luteum*

Una delle cause della bassa profondità e dell'accumulo di sedimenti nel tratto iniziale del Busatello è l'estensione delle isole a nannufero. L'elevata produzione di questa macrofita determina infatti un consistente accumulo annuale di sostanza organica (stazioni 2, 3, 4 e 5). Durante le attività di scavo dei sedimenti sono stati tritutati i rizomi di questa pianta; sarebbe opportuno monitorare nei prossimi anni l'eventuale ricolonizzazione. L'alternanza di tratti di canale colonizzati a tratti liberi (di circa 20 m) da questa macrofita avrebbe sicuramente effetti positivi su ossigeno e nutrienti oltre che sul contenimento del fitoplancton, e faciliterebbe la crescita di altre piante sommerse. La specie dovrebbe quindi essere oggetto di periodici sfalci e rimozioni per ridurne il vigore vegetativo.

4. Contrasto all'ingresso incontrollato di acque di scarsa qualità dagli adduttori esterni

Nel secondo e terzo anno del progetto LIFE il livello delle acque in palude è sempre risultato elevato per il collegamento costante con il confinante Canal Bianco e le idrovore non sono state azionate. Il collegamento ha tuttavia determinato sintomi di peggioramento qualitativo delle acque dovuto all'ingresso di grandi quantità di nutrienti. Segni di questo peggioramento sono stati la generalizzata scarsa trasparenza delle acque, la progressiva rarefazione di alcune essenze vegetali (fane-rogame radicate sommerse) e la presenza

massiccia di fioriture di alghe filamentose. Questa situazione è in forte contrasto con la situazione precedente in cui l'ingresso di acque di scarsa qualità era pulsante e dipendente dall'azionamento delle idrovore. Un carico pulsante e occasionale, contrariamente a un carico in ingresso costante, può essere metabolizzato efficacemente dalla vegetazione e dai sedimenti e ha un impatto molto più contenuto sull'ambiente acquatico. Occorre pertanto contrastare questa minaccia attraverso interventi sulla tenuta dei manufatti regolatori posti tra la palude e gli adduttori esterni al fine di impedire l'ingresso indesiderato di acque di scarsa qualità.



Chiaro completamente invasato da *Nuphar luteum*. (Foto D. Longhi)



5. Contrasto all'azione barriera dovuta alla presenza di estese formazioni di idrofite galleggianti

La presenza di estesi letti di idrofite galleggianti (*Nuphar luteum* e *Salvinia natans* in primo luogo), determina la mancata penetrazione di luce agli strati inferiori della colonna d'acqua e, specie per quanto riguarda *Salvinia natans* (in quanto non radicata sul fondo), la riduzione degli apporti dell'ossigeno atmosferico agli strati profondi della colonna d'acqua.

Anche per tali ragioni è utile procedere a interventi di contenimento tramite rimozione della biomassa vegetale.

Nel caso di *Salvinia natans*, la diffusione della specie potrebbe essere controllata tramite la posa di semplici barriere galleggianti, la felce potrebbe poi essere periodicamente rimossa tramite l'ausilio di reti. In tal modo si otterrebbe tra l'altro una rimozione netta di elementi dall'acqua e la pianta potrebbe

essere utilizzata come "trappola di nutrienti". È evidente che gli interventi di rimozione dovranno avvenire entro il mese di ottobre prima che la specie si inabissi.

6. Contrasto agli effetti negativi dell'azione di pirodiserbo

A seguito delle attività di sfalcio del fragmiteto-cariceto o laddove dovessero malauguratamente verificarsi nuovi casi di incendio doloso del canneto, si rende necessario l'innalzamento del livello della palude per un paio di settimane al fine di favorire condizioni di anossia dell'apparato radicale di *Phragmites australis* e di altre macrofite invasive. L'azionamento delle idrovore favorirebbe anche il ricambio di acque ricche di ione ortofosfato.



3.3 Indagini vegetazionali

3.3.1 Obiettivi

Sotto l'aspetto della gestione della vegetazione il progetto LIFE-Natura è stato finalizzato alla redazione di un modello gestionale alternativo a quello tradizionale, finalizzato a garantire la piena espressione delle potenzialità ecologiche della palude allo scopo di

conservarne gli habitat di interesse comunitario (Laghi eutrofici naturali con vegetazione del *Magnocaricion* e *Hydrocharition*; Canneti inondati a *Phragmites australis*; popolamenti residuali della Vegetazione a *Carex elatae*) e, contestualmente, migliorare le condizioni di vita delle specie di interesse comunitario presenti al loro interno.

Sono stati individuati i seguenti obiettivi gestionali nel medio-lungo termine:

- il contenimento del fenomeno dell'inter-



Vista sul popolamento a *Nymphaea alba* del chiaro Casin Bordin. (Foto D. Longhi)

Pagina a fianco: tratto del fiume Busatello ricoperto da *Salvinia natans*. (Foto D. Longhi)

rimento della palude, che tende a precludere la conservazione delle formazioni riferibili all'habitat dei "Laghi eutrofici naturali con vegetazione del *Magnocaricion* e *Hydrocharition*" (Codice Natura 2000: 3150);

- il controllo dei fenomeni di successione in atto all'interno dei "Canneti inondati a *Phragmites australis*" (Codice Corine: 53.111) e dei popolamenti residuali della "Vegetazione a *Carex elatae*" (Codice Corine: 53.2151);
- il mantenimento di adeguati livelli idrici nei vari periodi dell'anno per garantire la massima funzionalità del sistema a favore degli habitat e delle specie di interesse comunitario;
- il miglioramento della qualità generale delle acque della palude;
- il mantenimento e il miglioramento della biodiversità floristica e faunistica.

3.3.2 Metodologie di indagine

3.3.2.1 Analisi della vegetazione

Lo studio della vegetazione è stato condotto utilizzando il metodo fitosociologico o sigmatista (Braun-Blanquet, 1964; Westhoff e Van der Maarel, 1978). Tale metodo viene comunemente utilizzato per caratterizzare la vegetazione presente in una data area dal punto di vista floristico, mediante la raccolta di dati sul campo. Per l'esecuzione dei rilievi,

infatti, è necessario individuare *stand* che presentino uniformità strutturale e composizione floristica omogenea, all'interno dei quali rilevare la vegetazione. Nell'ambito del progetto LIFE il metodo è stato scelto perché la classificazione degli habitat secondo il manuale Corine-Biotopes e il Codice Natura 2000 è per la massima parte basata sull'analisi fitosociologica della vegetazione. La copertura delle specie nei rilievi è stata stimata usando la scala di Braun-Blanquet, leggermente modificata da Pignatti e Mengarda (1962).

La classificazione dei rilievi fitosociologici si è realizzata in tre fasi successive: la prima ha portato alla suddivisione dei rilievi sulla base della loro fisionomia e struttura; la seconda ha permesso di individuare i tipi vegetazionali all'interno di ciascun gruppo mediante procedure di *cluster analysis*; infine, la terza fase ha portato alla definizione dei tipi vegetazionali in accordo con la sintassonomia fitosociologica.

La definizione numerica dei tipi vegetazionali ha richiesto la trasformazione dei dati di copertura delle specie secondo la scala proposta da Van der Maarel (1979). Le matrici di dissomiglianza tra i rilievi sono state risolte utilizzando gli algoritmi della distanza euclidea e della distanza della corda. Per la *cluster analysis* sono stati usati gli algoritmi del legame medio e della distanza minima media. I calcoli sono stati eseguiti utilizzando il pacchetto Syn-Tax 2000 (Podani, 2001). Per giungere a fornire una descrizione della vegetazione fedele alla realtà è stato necessario raccogliere un numero minimo di campioni proporzionato alla variabilità esistente tra i popolamenti elementari presenti nel sito.

Secondo la metodologia fitosociologica la tipologia elementare della vegetazione viene indicata con il nome di "associazione". Con questo termine si definisce la più piccola unità vegetazionale astratta che possiede almeno

un *taxon* costante e almeno un *taxon* caratteristico assoluto o locale oppure un'equivalente unità vegetazionale distinta da tutte le altre da *taxa* differenziali. Le specie caratteristiche sono più o meno esclusive e distinguono l'associazione rispetto a tutte le altre presenti nel territorio indagato o in tutto il loro areale geografico.

Le specie compagne sono invece specie ad ampia valenza ecologica e cenologica, reperibili in più associazioni, tuttavia senza alcun legame preferenziale con nessuna di esse. Nella combinazione specifica caratteristica vengono prese in considerazione le specie compagne che sono presenti in almeno il 60% dei rilievi dell'associazione in oggetto.

Come i rilievi vengono riuniti a costituire le associazioni, così anche queste si possono riunire, sempre sulla base di affinità floristiche, in complessi più ampi, allo scopo di ottenere uno schema di maggior sintesi (sistema fitosociologico). L'associazione costituisce la categoria (o *syntaxon*) di base di questo schema, dove vengono stabilite convenzionalmente delle categorie sintassonomiche (*syntaxa*): alleanza, ordine, classe.

L'alleanza è costituita da due o più associazioni ecologicamente affini, limitrofe nello spazio o vicarianti in territori vicini. È individuata per mezzo di specie caratteristiche comuni solo alle associazioni che la costituiscono. L'ordine è un complesso di alleanze individuato da specie caratteristiche proprie, mentre la classe riunisce uno o più ordini floristicamente e, quindi, ecologicamente affini; anche la classe può essere individuata da specie caratteristiche proprie.

Per giungere alla definizione dell'inquadramento sintassonomico delle formazioni individuate all'interno delle Paludi di Ostiglia sono stati utilizzati come principali riferimen-

ti: Schwabe-Braun e Tüxen (1981), Mucina (1991), Müller (1992), Müller e Görs (1992), Philippi (1992), Balátová-Tulácková *et al.* (1993), Schratt (1993a, 1993b) integrati con contributi monografici redatti su dati raccolti in ambito italiano (Scoppola, 1982; Sburlino *et al.*, 1985, 2004). Nei casi particolarmente controversi la scelta è stata orientata anche sulla base dei rilievi, tuttora inediti, da noi raccolti nell'ultimo decennio sugli ambienti umidi della Pianura Padana centrale. Il concetto di "*fitocenon* basale" è stato desunto da Kopecký e Hejný (1978), mentre per quanto riguarda la nomenclatura delle specie si è fatto riferimento a Pignatti (1982).

L'attribuzione delle forme di crescita alle idrofite è stata eseguita secondo i criteri individuati da Den Hartog e Segal (1964) e Wiegand (1981) e in accordo con la terminologia proposta da questi autori. Sulla base delle forme di crescita sono stati calcolati gli spettri ponderati per tutte le unità vegetazionali idrofite. Per la denominazione dei *syntaxa* ci si è attenuti alle norme stabilite da Weber *et al.* (2000).

3.3.2.2 Carta degli Habitat e Carta della Vegetazione

Le rappresentazioni cartografiche sono strumenti fondamentali di indagine territoriale ed ecologica, esse infatti consentono la localizzazione di tematismi sul territorio attraverso rilievi in campo atti a definirne l'esatta natura, consistenza e posizione.

Nel caso degli studi vegetazionali condotti presso le Paludi di Ostiglia, sono stati realizzati due supporti cartografici differenti: la Carta

degli Habitat (con riferimento a quelli inseriti nell'Allegato I delle Direttiva 92/43/CEE o nella risoluzione n° 4 della Convenzione di Berna) e la Carta della Vegetazione. Entrambi sono stati ottenuti a partire dalla caratterizzazione fitosociologica delle formazioni vegetali riscontrate presso la palude nel corso dei rilievi compiuti nel 2002. Le carte sono state realizzate in scala 1:5.000, secondo le procedure standard indicate da Pirola (1978) e Ubaldi & Corticelli (1988), articolate nelle seguenti fasi di lavoro:

a) Fotointerpretazione

Analisi di foto aeree allo scopo di individuare e delimitare i fototipi, vale a dire aree omogenee per colore e tessitura, cui corrisponde un'omogeneità di struttura e di densità della vegetazione. Per la fotointerpretazione della vegetazione delle Paludi di Ostiglia sono stati utilizzati due aerofotogrammi in bianco e nero del "Volo IGM 1998" e i relativi ortofotogrammi del "Volo Terra Italy 1998-99".

b) Fotorestituzione

Restituzione dei fototipi su una base cartografica: nel caso specifico come base cartografica è stata usata la Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia in scala 1:10.000, realizzata negli anni 1980-83 e aggiornata nel 1994.

c) Piano di rilevamento della vegetazione

Elaborazione di un programma per l'attività sul campo, consistente in primo luogo nell'individuazione in corrispondenza dei fototipi dei siti ove eseguire i rilievi fitosociologici. La pianificazione dell'attività sul campo si è resa necessaria per far sì che i rilievi fitosociologici si distri-

buissero in ciascun fototipo e in modo uniforme sul territorio cartografato.

d) Rilevamento della vegetazione

Analisi floristica e strutturale dei popolamenti elementari individuati in corrispondenza dei fototipi. I rilevamenti sono stati eseguiti secondo il metodo fitosociologico, precedentemente illustrato.

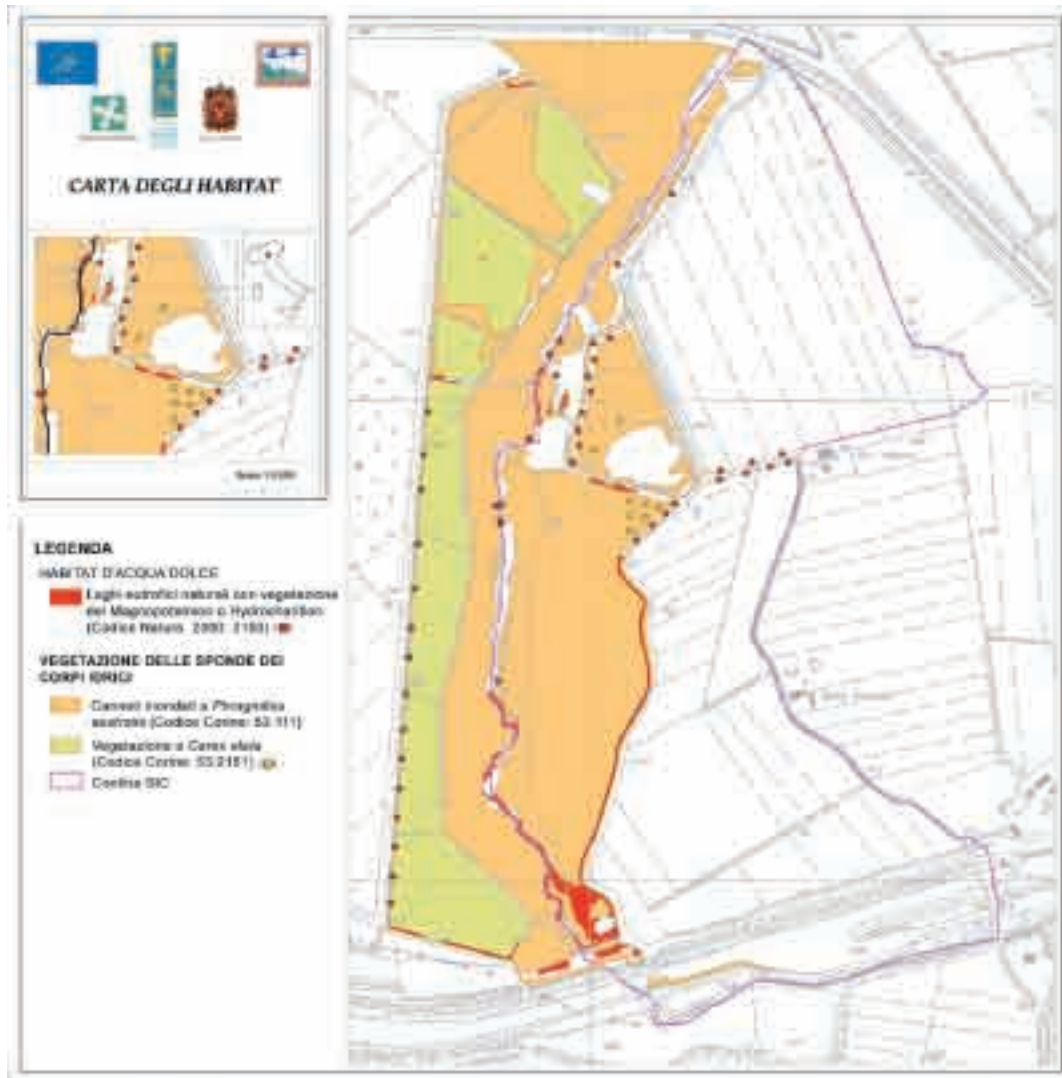
e) Tipificazione degli habitat

Analisi comparativa dei rilevamenti eseguiti, attuata con procedure basate su tecniche di analisi statistica multivariata. Sono state in tal modo definite le tipologie di habitat successivamente classificate secondo lo schema fitosociologico.

f) Redazione della carta

Valutazione della corrispondenza tra fototipi e habitat con controllo sulle foto aeree e/o sul campo delle situazioni non congruenti. Successivamente a ciascun fototipo è stato associato l'habitat corrispondente poi rappresentato su carta. Nel caso delle Carte degli Habitat e della Vegetazione delle Paludi di Ostiglia l'operazione è stata eseguita con software GIS ESRI ArcView 3.2®.





Carta degli habitat presenti nella palude del Busatello così come indicati dalla Direttiva 92/43/CEE o dalla Convenzione di Berna.

3.3.3 Risultati

Sulla base dei dati raccolti gli habitat presenti all'interno delle Paludi di Ostiglia elencati nell'Allegato I delle Direttiva 92/43/CEE o nella risoluzione n° 4 della Convenzione di Berna sono i seguenti:

- Laghi eutrofici naturali con vegetazione del *Magnocaricion* e *Hydrocharition* estesi su una superficie di 2,4340 ettari;
- Canneti inondati a *Phragmites australis* estesi su una superficie di 58,6891 ettari;

	SIC Paludi di Ostiglia	Palude porzione lombarda	Palude porzione veneta	Dati comples- sivi palude	% rispetto al SIC	% rispetto alla porzione palustre del SIC	% rispetto all'intera palude
Habitat/Usa suolo	mq	mq	mq	mq	%	%	%
Laghi eutrofici naturali con vegetazione del <i>Magnocaricion</i> e <i>Hydrocharition</i> (3150)	21.367	21.367	2.973	24.340	1,7	5,1	2,6
Canneti inondati a <i>Phragmites australis</i> (53.111)	283.477	283.477	303.414	586.891	22,8	67,5	62,4
Vegetazione a <i>Carex elata</i> (53.2151)	0	0	211.291	211.291	0,0	0,0	22,5
<i>Hydrocharitetum morsus-ranae</i> (22.422)	20.880	20.880	449	21.329	1,7	5,0	2,3
Aggruppamento a <i>Myriophyllum spicatum</i> (22.431)	2.074	2.074	0	2.074	0,2	0,5	0,2
Aggruppamento a <i>Nymphaea alba</i> (22.4311)	6.340	6.340	155	6.495	0,5	1,5	0,7
<i>Sambucetum ebuli</i> (37.7)	66.682	0	0	0	5,4	0,0	0,0
<i>Typhetum angustifoliae</i> (53.13)	234	234	678	912	0,0	0,1	0,1
<i>Galio palustris-Caricetum ripariae</i> (53.213)	376	376	1.994	2.370	0,0	0,1	0,3
<i>Cicuto-Caricetum pseudocyperi</i> (53.218)	353	353	0	353	0,0	0,1	0,0
Pioppeto	17.570	0	0	0	1,4	0,0	0,0
Seminativi	676.942	0	0	0	54,5	0,0	0,0
Aree urbanizzate	10.188	0	0	0	0,8	0,0	0,0
Corpi d'acqua libera	109.142	84.883	0	84.883	8,8	20,2	9,0
Viabilità	26.248	0	0	0	2,1	0,0	0,0
Totali	124.1873	419.984	520.954	940.938	100	100	100

Tab. 7. Ripartizione degli habitat e degli usi del suolo per unità gestionali ed ecosistemiche.

Lemnetea de Bolós et Masclans 1955

Lemnetalia minoris de Bolós et Masclans 1955

Fitocenon a *Lemna minor*

Lemnion minoris de Bolós et Masclans 1955

Lemno-Spirodeletum polyrhizae
Koch 1954

Hydrocharitetalia Rübel 1933

Hydrocharition Rübel 1933

Salvinio-Spirodeletum polyrhizae
Slavni 1956

Lemno minoris-Hydrocharitetum morsus-ranae Passarge 1978

Utricularietalia minoris Den Hartog et Segal 1964

Utricularion vulgaris Passarge 1964

Utricularietum neglectae
T. Müller et Görs 1960

Ceratophyllion demersi Den Hartog et Segal 1964 ex Passarge 1996

Fitocenon a *Ceratophyllum demersum*

Dal punto di vista fitosociologico le fitocenosi pleustofitiche sono inquadrare nella classe *Lemnetea*, suddivisa a sua volta in tre ordini principali: *Lemnetalia minoris*, *Hydrocharitetalia* e *Utricularietalia minoris*. L'ordine

Lemnetalia minoris comprende le associazioni formate in prevalenza dalle cosiddette "lenticchie d'acqua" ovvero da pleustofite con organi assimilatori molto ridotti, liberamente flottanti in superficie, appartenenti alla famiglia delle *Lemnaceae* e rappresentate dai generi *Lemna*, *Spirodela* e *Wolffia*. L'ordine *Hydrocharitetalia* si presenta più eterogeneo. Esso comprende, infatti, associazioni formate da pleustofite di maggiori dimensioni, alcune liberamente flottanti con foglie galleggianti in superficie o in gran parte emergenti sopra il pelo dell'acqua, altre sommerse, con foglie finemente suddivise. L'ordine *Utricularietalia minoris*, infine, comprende associazioni formate in prevalenza da pleustofite sommerse.

Le comunità appartenenti all'ordine *Lemnetalia minoris* sono caratterizzate dalla predominanza di lemnidi e riccellidi, specie ad ampio spettro distributivo, presenti in gran parte dell'emisfero boreale, nell'Africa orientale e nell'Australia meridionale (Landolt, 1999). All'interno del SIC sono state descritte due formazioni appartenenti a questo ordine: il fitocenon a *Lemna minor* e il *Lemno-Spirodeletum polyrhizae*.

Le formazioni a dominanza di *Lemna minor* sono ben conosciute in letteratura grazie alla loro ampia diffusione in Europa (Schwabe-Braun e Tüxen, 1981; Scoppola, 1982), nonostante ciò non possiedono una collocazione certa dal punto di vista sintassonomico a causa dello scarso valore diagnostico socio-ecologico della specie dominante. Sulla base di questo ragionamento si è proposto di riferire le formazioni descritte all'interno del sito a semplice raggruppamento (fitocenon basale a *Lemna minor*) all'interno dell'ordine *Lemnetalia minoris*, in accordo con Schwabe-Braun e Tüxen (1981), Scoppola (1982) e Sburlino *et al.* (1985, 2004). In quasi tutti i rilievi *Lemna minor* è accompagnata infatti da una specie subdominante, o alla superficie del corpo idri-

N. rilievi	Lm 5	Ls 4	Ss 6	Lh 6	Un 6	Cd 6
Lemnion minoris						
<i>Lemna minor</i>	100	100	67	50	17	17
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	20	100	83	83	17	
<i>Lemna trisulca</i>	20	75				
<i>Riccia fluitans</i>		50				
<i>Wolffia arrhiza</i>	20					
Hydrocharition						
<i>Salvinia natans</i>	40	25	100	83	100	100
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>			50	100		33
Utricularion vulgaris						
<i>Utricularia australis</i>		25			100	33
<i>Ceratophyllum demersum</i>	40	50	50	67	50	100
Lemnidi						
	75	59	33	21	7	3
Riccellidi						
	6	28				
Idrocaridi						
	4	3	56	63	17	29
Ceratofillidi						
	15	10	11	17	76	67

co (*Wolffia arrhiza*), o nello strato infracquatico (*Ceratophyllum demersum*). Il fitocenon a *Lemna minor* è tipico di acque stagnanti o a lento scorrimento, da mesotrofiche a eutrofiche, a reazione tendenzialmente neutra e con un contenuto in basi relativamente basso. È una vegetazione annuale estremamente effimera. All'interno dell'area studiata l'associazione è diffusa per la massima parte lungo i canali laterali.

Tab. 8. Vegetazione pleustofitica
(Lm: fitocenon a *Lemna minor*; Ls: *Lemno-Spirodeletum polyrrhizae*; Ss: *Salvinio-Spirodeletum polyrrhizae*; Lh: *Lemno minoris-Hydrocharitetum morsus-ranae*; Un: *Utricularietum neglectae*; Cd: Fitocenon a *Ceratophyllum demersum*).

Le formazioni caratterizzate dalla dominanza di *Spirodela polyrhiza* vanno ricondotte all'associazione *Lemno-Spirodeletum polyrhizae*, diffusa soprattutto nell'Europa centrale (Schwabe-Braun e Tüxen, 1981), appartenente all'alleanza *Lemnion minoris*. Il *Lemno-Spirodeletum polyrhizae* è tipico di acque ferme non ombreggiate, da mesotrofiche a eutrofiche. Nell'area di studio l'associazione si rinviene con frequenza limitata lungo alcuni canali laterali dove minore è l'influenza delle correnti.

Il secondo gruppo di formazioni comprende due fitocenosi caratterizzate dalla predominanza di idrocaridi e perciò riferibili all'ordine *Hydrocharitetalia* e all'alleanza *Hydrocharition* (Schratt, 1993a). La prima fitocenosi comprende le formazioni caratte-

rizzate dalla predominanza di *Salvinia natans*, talora codominante con *Spirodela polyrhiza*, che in alcuni casi può risultare anche dominante. Queste cenosi raggiungono il loro optimum nella fase tardo estiva-autunnale, corrispondente alle condizioni ottimali di sviluppo di *Salvinia natans*, e sono ricondotte all'associazione *Salvinio-Spirodeletum polyrhizae*, ampiamente rappresentata nelle pianure calde continentali e mediterranee dell'Europa centrale e sud-orientale (Sburlino *et al.*, 1985). Alcuni di questi popolamenti sono differenziati dalla presenza abbondante di *Ceratophyllum demersum* al di sotto dello strato liberamente natante (variante a *Ceratophyllum demersum*). Sulla base delle forme di crescita dominanti è stata prediletta l'attribuzione di queste formazioni all'*Hydrocharition*.



Habitat dei Laghi eutrofici naturali. (Foto D. Longhi)

Il *Salvinio-Spirodeletum polyrhizae* predilige acque relativamente eutrofiche, ferme o a lento scorrimento, soggette a notevole riscaldamento estivo. Nell'area di studio si localizza principalmente nel tratto centro-meridionale del fiume Busatello. La cenosi inizia ad affermarsi nel mese di agosto; in quelli autunnali è in grado di costituire un tappeto galleggiante continuo che colonizza completamente la superficie dei canali e dei chiari.

I popolamenti a predominanza di *Hydrocharis morsus-ranae* sono spesso accompagnati, da *Salvinia natans* e *Ceratophyllum demersum*. Tra le lemniidi, molto frequente risulta *Spirodela polyrhiza*. In base alla composizione floristica esse sono state attribuite all'associazione *Lemno minoris-Hydrocharitetum morsus-ranae*, recentemente riconosciuta da Sburliano *et al.* (2004). Per quanto riguarda l'inquadramento sintassonomico ai livelli superiori, in riferimento ai chiari legami floristici dell'associazione sia con lo *Stratiotetum aloidis* che con il *Salvinio-Spirodeletum polyrhizae* (cfr. anche Müller, 1992) si è ritenuto di mantenere l'attribuzione all'alleanza *Hydrocharition* e all'ordine *Hydrocharitetalia*. La fitocenosi si presenta come un tappeto galleggiante ed è stata localizzata in corrispondenza di alcune anse del fiume Busatello e con maggiore frequenza in alcuni canali laterali adiacenti al chiaro Vallonzina.

Il terzo gruppo di rilievi comprende due fitocenosi dominate dalla presenza di pleustofite sommerse del tipo delle ceratofillidi, caratteristica che le riconduce all'ordine *Utricularietalia minoris*, ma esse vengono distinte a livello di alleanza. Sono state infatti individuate cenosi costituite essenzialmente da un fitto intrico sommerso di fusti e di foglie capillari di *Utricularia australis* e da estesi tappeti infracquatici di *Ceratophyllum demersum*.

Le formazioni a *Utricularia australis* sono

riferite all'*Utricularietum neglectae* e all'alleanza *Utricularion vulgaris*, che racchiude in sé le comunità di ceratofillidi di acque da oligotrofiche a mesotrofiche. Anche in questo caso *Salvinia natans* è presente come specie compagna costante. Alcune di queste formazioni presentano invece *Ceratophyllum demersum* nello strato infra-acquatico (variante a *Ceratophyllum demersum*). Nella palude l'*Utricularietum neglectae* risulta relativamente frequente e omogeneamente distribuito, in particolare nel tratto centro-settentrionale del Busatello e in alcuni canali laterali all'ombra della rigogliosa vegetazione ripariale. I popolamenti paucispecifici caratterizzati da una densa massa di *Ceratophyllum demersum* liberamente flottante nello strato infra-acquatico, sulla base dello scarso potere diagnostico di questa specie vanno riferiti a un *fitocenon* a *Ceratophyllum demersum*. L'unica specie costantemente presente sulla superficie dell'acqua è *Salvinia natans*. L'assenza di riferimento è, in questo caso, il *Ceratophyllum demersi*, che comprende le comunità di ceratofillidi di acque più ricche in nutrienti rispetto a quelle colonizzate dalle fitocenosi dell'*Utricularion vulgaris*. Il *fitocenon* si concentra nel tratto centro-settentrionale del Busatello, nei chiari e nei canali laterali di recente escavazione.

3.3.3.2 Vegetazione elofitica

Dal punto di vista sintassonomico le due vegetazioni elofitiche descritte nella palude riferibili ad habitat di interesse comunitario (Canneti inondati a *Phragmites australis* e Vegetazione a *Carex elata*) appartengono entrambe alla classe *Phragmito-Magnocaricetea* e all'ordine *Phragmitetalia*. Esse riuniscono le formazioni elofitiche attive nei processi di interrimento dei corpi dolciacquicoli stagnanti o a lento deflusso. I "Canneti inondati a *Phrag-*

mites australis" vanno ricondotti all'alleanza *Phragmition communis* e all'associazione *Phragmitetum australis*; la "Vegetazione a *Carex elata*" all'alleanza *Magnocaricion elatae* e all'associazione *Caricetum elatae*.

Segue lo schema sintassonomico di queste due formazioni:

Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika et Novák 1941

Phragmitetalia Koch 1926

Phragmition communis Koch 1926

Phragmitetum australis nom. mut.
propos. ex Balátova-Tulácková,
Mucina

Ellmauer et Wallnöfer in Grabherr
et Mucina 1993

Magnocaricion elatae Koch 1926

Caricetum elatae Koch 1926

subass. *phragmitetum*
australis Gerdol
1988

3.3.3.2.1 Canneti inondati a *Phragmites australis*

Questa tipologia di habitat corrisponde alle formazioni elofitiche presenti nel SIC Paludi di Ostiglia caratterizzate dalla marcata predominanza di *Phragmites australis*, che figura costantemente con valori di copertura elevati, accompagnata da un buon numero di specie caratteristiche dell'alleanza *Phragmition communis*. Anche le specie di ordine e di classe appaiono ben rappresentate. A livello di associazione la fitocenosi corrisponde al *Phragmitetum australis*, formazione che è ampiamente diffusa in tutto l'emisfero boreale e frequente anche in Italia, dalle Alpi alle isole maggiori.

I rilievi del fragmiteto possono essere suddivisi in due gruppi distinti. Il primo corrisponde alla forma tipica dell'associazione, il secondo a una variante floristicamente differenziata da specie igro-nitrofile, quali *Rubus caesius* e *Cirsium arvense*, che evidenziano la tendenza della cenosi a formare comunità più "ruderali" e "disturbate" (variante a *Rubus caesius*) in corrispondenza di siti, quali gli argini, formati da materiali di riporto e perciò più xerici (Tab.9).

Il *Phragmitetum australis* costituisce l'associazione elofitica a più ampia distribuzione all'interno dell'area indagata, dove si rinviene sotto forma di sottile cintura sul bordo della massima parte dei canali e, in modo assai più esteso, nelle isole tra i canali e il fiume Busatello dove si è notevolmente sviluppato invadendo le aree un tempo destinate alla coltivazione del carice. In prossimità dei canali e dei chiari il fragmiteto presenta una compagine ricca in specie estremamente igrofile. Nelle porzioni più asciutte le specie che accompagnano la cannuccia di palude, quali *Carex elata* e *Calamagrostis canescens*, presentano valori di copertura-abbondanza

[illegible]

Tab. 9. *Phragmitetum australis*.

non trascurabili, a confermare che un tempo tali aree dovevano essere state dedite alla coltivazione del carice e in seguito abbandonate. L'interruzione dei periodici sfalci ha infatti favorito l'affermarsi di *Phragmites australis*. Ciò spiega la riduzione all'interno del SIC Paludi di Ostiglia della "Vegetazione a *Carex elata*" nella sua forma tipica invece ancora abbondantemente presente nella porzione veneta della palude (il SIC "Palude del Busatello"), dove la carice viene ancora oggi coltivata e raccolta a scopo commerciale.

3.3.3.2 Vegetazione a *Carex elata*

Per quanto concerne l'habitat "Vegetazione a *Carex elata*", all'interno del sito esso presenta popolamenti residuali localizzati nella porzione più interna della palude, in corrispondenza dei fragmiteti posti alle quote più elevate e perciò meno igrofili, dove *Carex elata* presenta coperture decisamente abbondanti.

La rimanente porzione della vegetazione elofitica è rappresentata invece da popolamenti caratterizzati da una spinta codominanza di *Phragmites australis* e *Carex elata* e un corteggio di specie riconducibili sia alla



Habitat dei canneti inondati a *Phragmitetum australis*. (Foto D. Longhi)



Habitat della vegetazione a *Carex elata*.
(Foto G. Benatti)

compagine del *Phragmition* che a quella del *Magnocaricion* (Tab.10). Si tratta di formazioni paucispecifiche originatesi dinamicamente a seguito dell'abbandono della coltivazione del carice. Se ne deduce quindi che, sebbene queste formazioni possano essere ricondotte al *Caricetum elatae* Koch 1926 subass. *phragmitetosum australis* Gerdol 1988 (cfr. Gerdol, 1988; Krisai, 1999), difficilmente possono essere riferibili all'habitat corrispondente. Sulla base di queste considerazioni si è preferito ai fini degli interventi gestionali considerarle come "Canneti inondati a *Phragmites australis*".

In termini dinamici la genesi di questa fitocenosi appare chiara: si tratta di popolamenti elementari riconducibili a pregressi cariceti a *Carex elata*, in cui l'abbandono delle tradizionali pratiche di taglio del carice in estate e di pirodiserbo in inverno ha portato all'invasione

da parte della canna di palude. Al loro interno queste formazioni possono essere suddivise in due tipologie: una variante igrofila a *Carex acutiformis*, differenziata da *Caltha palustris*, *Carex acutiformis* ed *Epipactis palustris*, e una variante meno igrofila e semiruderale a *Eupatorium cannabinum* differenziata da *Eupatorium cannabinum*, *Symphytum officinale* e *Urtica dioica*.



Rilevo n.	21	22	23	24	25	26	27	12	13	14	15	16	17	18	19	20	11
Superficie rilevata (mq)	20	28	40	70	90	70	100	60	80	60	80	70	85	100	50	30	
Copertura vegetale (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N° specie	15	17	16	19	19	20	20	11	12	12	10	10	14	11	11	10	14
<i>Caricetum elatae</i>																	
<i>Caric. elata</i>	5	4	4	3	4	5	3	3	2	3	1	5	2	4	3	5	100
<i>Sesuvio portulacastris</i>				1			1										25
<i>Najas - phragmitetosum australis</i>																	
<i>Phragmites australis</i>	5	2	2	2	2	3	3	3	4	3	4	2	2	2	4		100
<i>Elytra latifolia</i>																	38
<i>Elytra angustifolia</i>																	19
Varianti a <i>Carex acutiformis</i>																	
<i>Cilinia palustris</i>	1	1	1														50
<i>Carex acutiformis</i>	1	1	1	1	1	1	1										44
<i>Equisetum palustre</i>																	25
Varianti a <i>Equisetum commutatum</i>																	
<i>Equisetum commutatum</i>									2	1	1	1	2	1			50
<i>Scirpus cespitosus</i>									1	1	1	1	1	1			44
<i>Utricularia</i>															1	1	11
<i>Magnocaricion elatae</i>																	
<i>Lysichiton salicaria</i> (D)	1	1	1			1	1	1					1		1	1	94
<i>Lysichiton variegata</i> (D)	1	1	1			1	1	1					1	1	1		81
<i>Stachys palustris</i>	1	1	1	1						1	1	1	1				78
<i>Lathyrus palustris</i> (D)																	69
<i>Cilinia prostrata</i> (D)																	50
<i>Utricularia</i>																	31
<i>Typicalis arvensis</i>																	18
<i>Carex repens</i>																	19
<i>Carex maritima</i>																	15
<i>Poa palustris</i>																	13
<i>Juncus subnodulosus</i>																	6
<i>Phragmites elatae</i> e <i>Phragmites-Magnocaricion</i>																	
<i>Gemmae aquatica</i>																	56
<i>Lysichiton variegata</i>	1	1	1	1	1	1	1										49
<i>Mertensia</i>																	25
<i>Trigonotis</i>																	14
<i>Sium latifolium</i>																	6
<i>Carex repens</i>																	
<i>Carex repens</i>	1	1	1	1	1	1	1										100
<i>Vallisneria spiralis</i>																	44
<i>Thalictrum flavum</i>																	19
<i>Leontodon</i>																	13
<i>Polygonum aviculare</i>																	11
<i>Epilobium angustatum</i>																	6
<i>Polygonum minus</i>																	6
<i>Polygonum persicaria</i>																	6
<i>Cirsium palustre</i>																	6
<i>Hieracium</i>																	6
<i>Mercurialis perennis</i>																	6
<i>Stachys palustris</i>																	6
<i>Sparganium angustatum</i>																	6
<i>Vallisneria</i>																	6

Tab. 10. *Caricetum elatae* subass. *phragmitetosum australis*.

3.3.4 Minacce e azioni

3.3.4.1 Laghi eutrofici naturali con vegetazione del *Magnocaricion* e *Hydrocharition*

Sulla base dei dati raccolti nel corso della caratterizzazione delle formazioni vegetazionali, è possibile desumere importanti informazioni sullo stato di conservazione dell'habitat dei "Laghi eutrofici naturali con vegetazione del *Magnocaricion* e *Hydrocharition*", fondamentali per la definizione di un modello permanente di gestione attiva. Questo habitat interessa una porzione significativa dei canali laterali e dei corpi d'acqua principali del sito. Le cenosi che ne fanno parte sono composte esclusivamente da specie liberamente natanti sul pelo dell'acqua (pleustofite) annuali ed effimere. La particolare forma biologica di queste specie non permette di poter avanzare considerazioni significative in merito all'estensione/posizione delle loro formazioni, comunque nel corso degli anni di indagine esse sono state presenti con regolarità nei siti riportati sulla Carta degli habitat.

Minacce

La conservazione di questo habitat è vincolata alla minimizzazione delle minacce che su di esso gravano, in primis l'eccessiva eutrofizzazione delle acque. La presenza stessa di densi tappeti di vegetazione galleggiante in grado di coprire e isolare completamente il corpo d'acqua può esserne una delle cause. Va ricordato, infatti, che i popolamenti a *Salvinia natans*, nel loro periodo di massimo accrescimento (settembre-ottobre), tendono a interessare vaste superfici del tratto meridionale del fiume Busatello e dei canali laterali

limitrofi, determinando una forte limitazione degli scambi di ossigeno acqua/atmosfera e facilitando l'instaurarsi di condizioni riducenti nella colonna d'acqua e a livello dei sedimenti superficiali.

Questa specie è caratterizzata inoltre da una crescita rapida e da un'elevata efficienza assimilativa. Se si operassero periodicamente delle raccolte di *Salvinia natans*, si potrebbe favorire il controllo dei carichi inquinanti (Reddy e Debush, 1987) nelle aree periferiche della zona umida e in particolare della sua porzione meridionale. Dalle analisi idrochimiche effettuate è risultato evidente infatti un collegamento della zona umida con le acque eutrofiche circostanti, in particolare in prossimità delle stazioni 1 e 10. L'elevato carico di nutrienti delle acque in ingresso al sistema veicolati dai terreni agricoli circostanti, determina una crescente domanda di ossigeno per i processi respiratori a cui si associa la ridotta inerzia termica di molte parti del sistema, dovuta alla scarsità d'acqua.

La riduzione dell'estensione dell'habitat è favorita inoltre dalla progressiva occlusione dei chiari d'acqua e dei canali a seguito della colonizzazione da parte di *Phragmites australis* e di *Nuphar luteum* (quest'ultimo tende a formare isole che si espandono eccessivamente e ad avere in definitiva gli stessi effetti del canneto sull'accumulo di sedimenti). In un ambiente come quello studiato la successione primaria è particolarmente rapida: la canna palustre tende infatti a chiudere i canali tramite fasi successive di crescita, sedimentazione e ulteriore avanzamento mano a mano che la profondità dell'acqua e di conseguenza l'idrodinamismo diminuiscono (Fila e Bernardoni, 2000). Inoltre i tessuti delle macrofite emergenti sono particolarmente refrattari all'attacco microbico e tendono di conseguenza ad accumularsi rapidamente nei sedimenti senza essere decomposti.

Infine, le opere realizzate nel corso dell'ultimo decennio hanno portato in alcune porzioni del SIC al miglioramento della circolazione delle acque, ma all'apertura di alcuni grandi chiari non è seguito un miglioramento della funzionalità ecologica complessiva del sistema. Questi chiari presentano infatti notevoli dimensioni e un rapporto area/perimetro che limita l'azione di ombreggiamento dovuta alla presenza di formazioni riparie a canna palustre. Per gran parte della giornata infatti, questi ambienti non sono schermati dall'irraggiamento, condizione che favorisce la proliferazione delle comunità fitoplanctoniche a scapito delle macrofite emergenti o sommerse. Ciò ovviamente non avviene nei canali stretti e ombreggiati, dove le acque si mostrano generalmente più limpide, con basse concentrazioni di clorofilla-a fitoplanctonica e ben colonizzate da macrofite.

Azioni

L'eccessiva eutrofizzazione delle acque può essere contrastata attraverso specifiche misure in grado di limitarne le cause. In primo luogo è necessario ridurre o eliminare gli ingressi di acque eutrofiche non controllati all'interno del SIC mediante la riparazione della chiusa tra Busatello e Canale Acque Alte o ipotizzandone la chiusura definitiva. Sarà necessario giungere alla definizione di una regola di gestione delle acque in modo da limitare l'uso degli impianti di sollevamento e potenziare la dotazione di fasce tampone in fregio al principale affluente della palude al di fuori del SIC.

L'alleggerimento del carico di nutrienti può avvenire anche attraverso la rimozione periodica del sedimento e la raccolta ed asportazione di *Salvinia natans* e *Nuphar luteum*. Ciò limiterebbe anche l'insorgenza di fenomeni di ipossia/anossia a livello dei corpi idrici favo-

rendo la circolazione delle acque all'interno della palude.

Le azioni previste per minimizzare gli effetti legati all'eutrofizzazione sono utili anche al mantenimento di un livello minimo di diversità cenologica all'interno dei corpi idrici. Per impedire il progressivo ingresso di *Phragmites australis* negli ambienti acquatici può essere utile risagomarne le sponde in modo da prevedere un ripido scalino iniziale, creando una zona di acque basse ideale per lo sviluppo di vegetazioni pleustofitiche e non solo. La creazione di nuovi chiari dovrà prevedere l'interessamento di superfici non troppo ampie, in ogni caso con sponde movimentate, cercando di contenere il rapporto superficie/perimetro. Nel caso dei chiari già presenti nel SIC (chiaro Vallonzina e chiaro Busatello), sarebbe opportuno procedere alla risagomatura delle sponde, magari utilizzando materiale proveniente dalle operazioni di rimozione periodica dei sedimenti. Sarebbe inoltre utile la realizzazione di isole artificiali galleggianti ricoperte di vegetazione, in grado di ombreggiare la colonna d'acqua sottostante.

3.3.4.2 Canneti inondati a *Phragmites australis*

Dai dati raccolti nel corso della caratterizzazione floristica e fitosociologica delle formazioni elofitiche a *Phragmites australis* si evidenzia un'elevata variabilità compositiva. Sono cenosi ricche di specie igrofile nelle porzioni prettamente riparie, di cintura ai canali laterali e ai chiari, mentre mostrano un corteggio specifico più povero nelle posizioni rilevate, al di sopra del livello superficiale della falda emergente. Nelle porzioni più interne infatti, sono in continuità compositiva e dinamica con i popolamenti residui di *Carex elata* ascrivibili all'habitat "Vegetazione a

Carex elata". Complessivamente il canneto si mostra molto invecchiato e tende a costituire consorzi poveri in specie in cui la biomassa morta rappresenta una porzione significativa di quella complessiva, aumentando in tal modo il rischio di incendio. Inoltre, nelle porzioni mature del canneto è frequente la presenza di specie opportuniste, principalmente arbusti di *Salix* ssp., e ruderali quali *Urtica dioica* e *Sambucus nigra*.

Minacce

La conservazione di un livello accettabile di funzionalità ecologica dei canneti inondati all'interno del SIC è strettamente associata all'elaborazione di pratiche gestionali da attuare per minimizzarne l'invecchiamento eccessivo e per opporsi all'ingresso di specie tipiche di consorzi maggiormente xerici o ruderali.

Azioni

Per contrastare l'eccessivo invecchiamento del canneto si possono operare interventi di sfalcio periodici con accoppiata rimozione della biomassa. Gli interventi andranno realizzati a rotazione secondo una periodicità legata strettamente alle esigenze delle specie di importanza comunitaria che in questo habitat trovano il proprio luogo di elezione per la riproduzione e lo svernamento. Ottenendo inoltre il risultato di alleggerire il carico trofico complessivo del sistema.

3.3.4.3 Vegetazione a *Carex elata*

Dalle osservazioni compiute tramite l'analisi floristica ed ecologica sono state desunte importanti informazioni sullo stato di conservazione dell'habitat "Vegetazione a *Carex elata*". Le comunità a *Carex elata* costituiscono all'interno della palude unicamente da popolamenti residuali. Il contesto indica una progressiva sostituzione del carice da parte della cannuccia di palude: da un punto di vista compositivo queste formazioni possono essere riferite a formazioni di cannuccia di palude ricche in carici, o viceversa a cariceti abbandonati in cui *Phragmites australis* è co-dominante o sta prendendo il sopravvento. Queste formazioni residuali presentano infatti spinte differenze fisionomiche se confrontate con le cenosi di *Carex elata* ancora presenti nell'adiacente porzione veneta, oggetto di attività gestionali secondo il modello tradizionale.

Minacce

Il processo di sostituzione operato da *Phragmites australis* porterà in tempi assai brevi alla completa scomparsa dei nuclei residuali a *Carex elata*. Le azioni da intraprendere, finalizzate al mantenimento o all'ampliamento delle superfici occupate dalla carice, dovranno tener conto non solo della necessità di sfalci periodici ma anche delle specifiche regole di gestione dei livelli idrici all'interno del SIC.

Azioni

Affinché si possano mantenere i popolamenti residuali incentivando la ricostituzione delle cenosi a *Carex elata* sarebbe necessario intervenire nelle aree maggiormente vocate del SIC, facilmente individuabili valutando la presenza residua di carice nella composizione specifica dei canneti. Le azioni da intraprendere consistono in sfalci ripetuti atti a favorire

l'affermazione del carice e l'indebolimento della cannuccia palustre. Per una maggiore efficacia degli sfalci andrebbe considerata la possibilità di intervenire ripetutamente nel corso della stagione vegetativa prima della traslocazione delle sostanze di riserva all'apparato radicale.

Poiché tuttavia l'habitat dei canneti inondati a *Phragmites australis* offre sostentamento a numerose specie avicole di importanza comunitaria, alcune delle quali prioritarie (es. **Botaurus stellaris*, *Ardea purpurea*, *Circus aeruginosus*), e poiché l'habitat, risulta ancora ampiamente presente nella porzione veneta della Palude del Busatello (vedasi Carta degli habitat), sarebbe forse più opportuno ragionare nell'ottica di un bilancio degli habitat a livello di intera palude senza sottrarre superfici di canneto all'utilizzo da parte dell'avifauna di importanza comunitaria presente nel SIC Paludi di Ostiglia.

Data l'attitudine del canneto ad accogliere un elevato numero di specie di importanza comunitaria, esso andrebbe favorito nelle aree più prossime alla risorsa trofica, ovvero nei pressi dei corpi idrici, preferendo invece i cariceti in situazioni di maggiore lontananza dalla sponda. In tal modo si va per altro a riproporre la successione naturale di questi ambienti: in condizioni naturali infatti il canneto raggiunge il proprio *optimum* in situazioni di abbondanza d'acqua, mentre in condizioni di minore disponibilità idrica tende a subentrargli il cariceto.



4. RISULTATI

Gli studi condotti hanno consentito di approfondire la conoscenza del sistema evidenziando a livello operativo le minacce che gravano sulla conservazione degli habitat e delle specie di importanza comunitaria, e le azioni che è necessario intraprendere per poterle efficacemente contrastare.

In alcuni casi, pochi per la verità, si è dovuto scegliere tra esigenze di opposta natura: come ad esempio il mantenimento delle superfici a canneto, habitat di elezione di Tarabuso, Falco di Palude e Airone rosso, a scapito dell'aumento del numero di chiari d'acqua idonei alla Moretta tabaccata.

In altri vi è stata la necessità di mediare, come nel caso della limitazione dell'uso notturno degli impianti idrovori, che se da un lato nel periodo estivo consente di contenere l'anossia delle acque, dall'altro veicola carichi inquinanti dagli adduttori esterni.

In altri ancora è parso evidente come la salvaguardia degli habitat e delle specie non potesse prescindere da un miglioramento complessivo della qualità ambientale anche al di fuori della palude, tanto nei territori utilizzati come aree di caccia dalle specie avicole (posti in un raggio di 5-7 km dalla zona umida), quanto a livello comprensoriale per il miglioramento della qualità delle acque in ingresso nella palude.

Infine, per dare efficacia applicativa al modello gestionale messo a punto grazie al contributo LIFE-Natura, gli interventi hanno trovato recepimento all'interno del nuovo Piano di gestione della Riserva naturale che

impronderà l'attività dell'ente gestore per il decennio 2006-2016.

Al di là dello specifico modello gestionale messo a punto per le Paludi di Ostiglia, ci sembra utile fornire il quadro completo delle minacce e delle azioni in relazione agli habitat e alle specie, così come scaturito nel corso dei quattro anni di indagini operate nell'ambito del progetto LIFE. Ciascun operatore impegnato nella gestione di zone umide potrà attingere all'esperienza da noi maturata per improntare un modello di interventi calibrato sulle specifiche caratteristiche della realtà in cui si trova a operare.

Tab. 11. Tabella di sintesi degli interventi gestionali per la conservazione attiva degli habitat e delle specie di importanza comunitaria presenti nelle zone umide					
	Specie/ Habitat	Minacce	Azioni	Periodo di esecuzione	Cadenza
Ambito: Fauna	Moretta tabaccata	Abbassamento dei livelli idrici: accelerazione dei fenomeni di interrimento e banalizzazione ambientale.	Creazione/mantenimento di un mosaico di zone a fitta copertura di elofite e piccoli specchi d'acqua aperti.	Ottobre Febbraio	Annuale
			Mantenimento di adeguati livelli idrici: evitare il prolungato prosciugamento dei canneti e dei cariceti (predisposizione del calendario dei livelli).	Marzo Agosto	Annuale
			Potenziamento delle caratteristiche strutturali degli specchi d'acqua idonei all'alimentazione mediante operazioni di scavo sino alla profondità di 1,5 m e asportazione dei sedimenti.	Ottobre Febbraio	10-15 anni
			Sfalcio a rotazione quadriennale dei canneti e annuale dei cariceti, con rimozione della biomassa.	Dicembre Febbraio	Annuale
			Realizzazione di fasce tampone perimetrali erbacee e arboreo-arbustive.	Autunno inverno	Una tantum
	Airone rosso	Deterioramento della qualità chimico-fisica e biologica dei corpi idrici per eccesso di inquinanti nelle acque affluenti.	Alimentazione del sistema con acque di buona qualità.	Tutto l'anno	Continuo
			Estensione del divieto di caccia alle aree esterne alla zona umida per un raggio di almeno 5 km.	/	Una tantum
			Redazione di uno studio di fattibilità per verificare la possibilità di insediamento di un nucleo nidificante con soggetti allevati.	/	Una tantum
			Sfalcio a rotazione quadriennale dei canneti con rimozione della biomassa.	Dicembre Febbraio	Annuale
			Mantenimento di adeguati livelli idrici: evitare il prosciugamento dei siti di nidificazione tra metà marzo e la fine di giugno (predisposizione del calendario dei livelli).	Marzo Giugno	Annuale
		Riduzione delle fonti di alimentazione per peggioramento delle caratteristiche dei corpi idrici dovuto a eccesso d'inquinanti nelle acque affluenti.	Realizzazione di fasce tampone perimetrali erbacee e arboreo-arbustive.	Autunno inverno	Una tantum
			Alimentazione del sistema con acque di buona qualità.	Tutto l'anno	Continuo

Ambito: Fauna	Airone rosso	Disturbo antropico presso le colonie riproduttive (specie nella fase di insediamento).	Miglioramento ambientale dei territori di alimentazione esterni alla zona umida nel raggio di 6-7 km (agendo nei pressi dei corpi idrici) .	Tutto l'anno	Continuo
	Tarabuso	Insufficiente disponibilità di habitat idonei (canneto maturo allagato associato a piccoli specchi idrici).	Regolamentazione visite e schermatura percorsi/osservatori nei pressi dei siti di nidificazione.	Marzo Luglio	Annuale
		Interramento della palude e abbassamento dei livelli idrici: riduzione della quantità e disponibilità di prede (pesci, anfibi etc..).	Sfalcio a rotazione quadriennale dei canneti con rimozione della biomassa.	Dicembre Febbraio	Annuale
		Diminuzione delle disponibilità alimentari a causa dell'inquinamento delle acque affluenti.	Scavo e rimozione del sedimento alla profondità di 1,5 m.	Ottobre Febbraio	10-15 anni
		Variazioni eccessive dei livelli idrici: rischio di allagamento dei nidi o di incremento dei fenomeni di predazione.	Sfalcio e rimozione periodica di <i>Nuphar luteum</i>	Primavera Estate	Annuale
	Falco di palude	Riduzione degli habitat idonei (principalmente il canneto maturo), in conseguenza dell'abbassamento dei livelli idrici e dall'accelerazione dei processi di interramento.	Alimentazione del sistema con acque di buona qualità.	Tutto l'anno	Continuo
		Diminuzione delle disponibilità alimentari, rappresentate da uccelli acquatici di taglia media (Anatidi, Rallidi etc...), sfavoriti dall'evoluzione dell'ambiente verso condizioni di progressiva aridità.	Mantenimento di adeguati livelli idrici: evitare il prosciugamento dei siti di nidificazione tra metà marzo e la fine di giugno (predisposizione del calendario dei livelli).	Marzo Giugno	Annuale
		Necessità per gli individui locali di estendere il proprio raggio d'azione anche su territori esterni alla zona protetta.	Sfalcio a rotazione quadriennale dei canneti e annuale dei cariceti, con rimozione della biomassa.	Dicembre Febbraio	Annuale
			Mantenimento di adeguati livelli idrici: evitare il prolungato prosciugamento dei canneti e dei cariceti (predisposizione del calendario dei livelli).	Marzo Agosto	Annuale
	Pagliarolo	Disturbo della specie in fase di nidificazione arrecato dai visitatori dell'area protetta.	Miglioramento ambientale dei territori di alimentazione esterni alla zona umida nel raggio di 6-7 km (agendo di preferenza nei pressi dei corpi idrici).	Tutto l'anno	Continuo
		Riduzione degli habitat idonei alla sosta temporanea (fragmiteti e cariceti puri) nel corso delle migrazioni.	Sensibilizzazione dell'opinione pubblica e in particolare della componente venatoria, nei confronti dei rapaci diurni.	Tutto l'anno	Continuo
		Estensione del divieto di caccia alle aree esterne alla zona umida per un raggio almeno 5 km.	/	Una tantum	
		Regolamentazione visite e schermatura percorsi/osservatori nei pressi dei siti di nidificazione.	Marzo Luglio	Annuale	
		Sfalcio a rotazione quadriennale dei canneti e annuale dei cariceti, con rimozione della biomassa.	Dicembre Febbraio	Annuale	

Ambito: Fauna	Pagliarolo	Diminuzione delle disponibilità alimentari (invertebrati legati alle formazioni elofitiche), in conseguenza dell'abbassamento dei livelli idrici e dal peggioramento della qualità delle acque.	Mantenimento di adeguati livelli idrici (predisposizione del calendario dei livelli), finalizzato all'incremento delle disponibilità trofiche.	Tutto l'anno	Continuo
			Alimentazione del sistema con acque di buona qualità.	Tutto l'anno	Continuo
			Incremento delle disponibilità trofiche tramite la costituzione di fasce tampone perimetrali di vegetazione erbacea e arboreo-arbustiva.	Autunno inverno	Una tantum
			Miglioramento ambientale dei territori di alimentazione esterni alla zona umida nel raggio di 6-7 km (creando siepi e macchie nei pressi dei corpi idrici).	Tutto l'anno	Continuo
	Rana di Lataste	Ridotta presenza di zone a copertura arboreo-arbustiva.	Potenziamento o creazione ex novo di tipologie ambientali idonee alle varie fasi fenologiche della specie: formazioni rifugio arboreo-arbustive; superfici prative per l'attività trofica; piccole pozze con presenza d'acqua sino all'estate per garantire il completamento dello sviluppo larvale.	Ottobre Febbraio	Una tantum
			Mantenimento di adeguati livelli idrici: evitare il prosciugamento dei corpi d'acqua minori all'interno della palude nel periodo riproduttivo.	Febbraio Giugno	Annuale
		Deterioramento della qualità chimico-fisica e biologica dei corpi idrici per eccesso d'inquinanti nelle acque affluenti.	Realizzazione di fasce tampone perimetrali erbacee e arboreo-arbustive.	Autunno inverno	Una tantum
			Alimentazione del sistema con acque di buona qualità.	Tutto l'anno	Continuo
		Riduzione dei corpi idrici adatti alla riproduzione per fenomeni d'interramento.	Sfalcio a rotazione quadriennale dei canneti e annuale dei cariceti, con rimozione della biomassa.	Dicembre Febbraio	Annuale
			Sfalcio a rotazione quadriennale dei canneti e annuale dei cariceti, con rimozione della biomassa.	Dicembre Febbraio	Annuale
	Testuggine palustre	Predazione eccessiva di uova e girini da parte dei pesci nei corpi idrici di maggiori dimensioni.	Messa in asciutta dei prati umidi.	Agosto	Annuale
			Mantenimento di adeguati livelli idrici (predisposizione del calendario dei livelli).	Tutto l'anno	Continuo
		Riduzione dei corpi idrici adatti alla riproduzione per fenomeni d'interramento.	Sfalcio a rotazione quadriennale dei canneti e annuale dei cariceti, con rimozione della biomassa.	Dicembre Febbraio	Annuale
			Scavo e rimozione del sedimento sino a una profondità di 1,5 m	Agosto Ottobre	10-15 anni

Ambito: Fauna	Testuggine palustre	Eccesso di mortalità per effetto di operazioni di pirodiserbo tardive e su aree troppo estese.	Sostituzione del pirodiserbo con sfalcio e asportazione del canneto e del cariceto, oppure pirodiserbo a rotazione su superfici ridotte, in condizioni di sicurezza (canna umida, acqua alta, fasce tagliafuoco).	Dicembre Febbraio	Annuale
		Diminuzione delle disponibilità alimentari (fauna invertebrata), a causa della banalizzazione della comunità vegetale acquatica.	Realizzazione di fasce tampone perimetrali erbacee e arboreo-arbustive.	Autunno inverno	Una tantum
		Assenza di habitat adatti alla deposizione delle uova e alla termoregolazione.	Creazione di isolotti di terra, distanti dalla sponda, da mantenersi in gran parte privi di vegetazione.	Inverno	Una tantum
		Diminuzione delle disponibilità alimentari a causa dell'inquinamento delle acque affluenti.	Posa di strutture ignee (tronchi semisommersi, isole-zattera) utilizzabili per la termoregolazione.	Autunno inverno	Una tantum
		Danni alla vegetazione idrofita da <i>Myocastor coypus</i> .	Alimentazione del sistema con acque di buona qualità.	Tutto l'anno	Continuo
		Competizione da parte di testuggini alloctone (<i>Trachemys scripta</i>).	Eradicazione/contenimento di specie alloctone quali <i>Myocastor coypus</i> e <i>Trachemys scripta</i> .	Tutto l'anno	Continuo
				Tutto l'anno	Continuo

Ambito: Idro- biologia	Specie/ Habitat Tutte/Tutti	Minacce	Azioni	Periodo di esecuzione	Cadenza
		Carenza idrica.	Mantenimento di adeguati livelli idrici in base allo specifico calendario: ottobre - marzo bassi livelli; prima metà di marzo azionamento pompe in corrispondenza pirodiserbo veneto; metà marzo - settembre livello elevato.	Tutto l'anno	Continuo
		Mobilizzazione di soluti legata a differenze di livello entro la zona umida.	Omogeneizzazione dei calendari dei livelli della porzione veneta e di quella lombarda della palude.	Tutto l'anno	Continuo
		Anossia nel periodo estivo.	Azionamento notturno pompe.	Luglio Agosto	Annuale
		Anossia nel periodo invernale (gelate).	Azionamento notturno pompe.	Inverno	In caso di gelate
		Interrimento dei corpi idrici.	Sagomatura delle sponde con ripido scalino iniziale.	Ottobre Febbraio	10-15 anni
		Interramento dei corpi idrici da deposito di sedimenti minerali e vegetali.	Scavo e rimozione del sedimento alla profondità di 1,5 m.	Ottobre Febbraio	10-15 anni
			Sfalcio e rimozione periodica di <i>Nuphar luteum</i> .	Primavera Estate	Annuale

Ambito: Idro- biologia	Tutte/Tutti	Deterioramento della qualità chimico-fisica e biologica dei corpi idrici per eccesso d'inquinanti nelle acque affluenti.	Favorire l'azione tampone del sistema attraverso l'ingresso discontinuo delle acque (carichi pulsanti), attraverso l'ottimizzazione della tenuta dei manufatti regolatori e il corretto governo degli afflussi.	Tutto l'anno	Continuo
		Azione barriera dovuta alla presenza di estese formazioni di idrofite galleggianti.	Sfalcio e rimozione periodica di <i>Nuphar luteum</i>	Primavera Estate	Annuale
		Iperτροφισμο delle acque da pirodiserbo.	Rimozione e contenimento di <i>Salvinia natans</i> tramite barriere galleggianti.	Settembre Ottobre	Annuale
			Azionamento pompe nei giorni successivi al pirodiserbo per diluire il carico inquinante (innalzamento livelli) e scaricare nutrienti al di fuori del sistema mantenendo i manufatti idraulici aperti.	Due settimane post incendio	In caso di incendi
			Rimozione e contenimento di <i>Salvinia natans</i> da utilizzarsi come trappola di nutrienti.	Settembre Ottobre	In caso di incendio

Ambito: Vegeta- zione	Habitat	Minacce	Azioni	Periodo di esecuzione	Cadenza
				Settembre	Annuale
				Tutto l'anno	Continuo
				Autunno inverno	Una tantum
				Ottobre Febbraio	10-15 anni
				Dicembre Febbraio	Annuale
				Ottobre Febbraio	10-15 anni

Ambito: Vegetazione		Chiari di dimensioni eccessive (alto rapporto superficie/perimetro) con limitata azione di ombreggiamento del canneto ripario.	Risagomatura delle sponde dei chiari esistenti riducendo il rapporto superficie/perimetro.	Ottobre Febbraio	Una tantum
			Creazione di nuovi chiari non troppo ampi, contenendo il rapporto superficie/perimetro.	Ottobre Febbraio	Una tantum
			Realizzazione di isole galleggianti all'interno dei chiari ricoperte di vegetazione capace di ombreggiare la colonna d'acqua sottostante.	Ottobre Febbraio	Una tantum
	Canneti inondati a <i>Phragmites australis</i>	Modello gestionale non finalizzato alla conservazione delle specie di importanza comunitaria che nel canneto trovano in gran numero l'habitat ideale di svernamento e riproduzione.	Sfalcio a rotazione quadriennale dei canneti con rimozione della biomassa.	Dicembre Febbraio	Annuale
		Invecchiamento canneto: a) impoverimento floristico; b) aumento rischio di incendio per accumulo di biomassa; c) banalizzazione floristica per ingresso di specie opportuniste.	Sfalcio a rotazione quadriennale dei canneti con rimozione della biomassa.	Dicembre Febbraio	Annuale
			Recupero dei cariceti più vocati tramite sfalci annuali, compresi più interventi nel corso della medesima stagione vegetativa per indebolire la canna.	Dicembre Febbraio; Maggio Giugno	1 o 2 volte l'anno
	Vegetazione a <i>Carex elata</i>	Sostituzione dei nuclei residuali di <i>Carex elata</i> da parte di <i>Phragmites australis</i> .	Definizione di un'adeguata ripartizione tra cariceti, da mantenere in virtù del loro valore intrinseco, e canneti, in quanto habitat di elezione per numerose specie di interesse comunitario. Favorire i canneti in prossimità della risorsa trofica (corsi d'acqua) e i cariceti lontano dall'acqua.	/	Una tantum

5. CONCLUSIONI

Le esperienze condotte nei quattro anni del progetto LIFE-Natura hanno aperto le porte a una nuova stagione per le Paludi di Ostiglia. Conclusa la fase istitutiva dell'area protetta, indirizzata prevalentemente alla fruizione del sito a fini didattico-ricreativi e al recupero di alcune situazioni di degrado ambientale, e con una gestione degli habitat circoscritta a una riproposizione acritica dei modelli tradizionali, il futuro dell'area protetta sarà indirizzato verso l'applicazione di un modello di gestione attiva del sistema naturale.

L'acquisizione di conoscenze nuove rispetto ai tradizionali studi di base, riguardanti in particolare la qualità delle acque, le dinamiche successionali e le interrelazioni tra specie animali e habitat, ha consentito di fotografare uno stato di salute complessivamente soddisfacente del sito. Ma gli studi condotti hanno anche posto in risalto l'esistenza di forze degradatrici che, se non contrastate adeguatamente, rischiano di provocare un pericoloso peggioramento delle condizioni ambientali.

In tal senso il modello di gestione conservativa del sito, vale a dire finalizzato al mantenimento delle condizioni di eccellenza, si esplicita attraverso interventi periodici a cadenza annuale e pluriennale, i più importanti dei quali sono certamente:

- il controllo della qualità delle acque finalizzato a contenere sia i nutrienti in ingresso dagli aduttori esterni, sia quelli prodotti all'interno del sistema dalla mineralizzazione della biomassa o dal pirodiserbo su vaste superfici;

- il contrasto dei fenomeni successionali a carico delle formazioni elofitiche finalizzato al mantenimento di habitat favorevoli al sostentamento delle specie prioritarie;

- il contrasto dei fenomeni di interrimento dei corsi d'acqua attraverso periodici interventi di pulizia dei canali e dei chiari d'acqua.

Le considerazioni compiute per le Paludi di Ostiglia sono estendibili alla gran parte delle zone umide della regione biogeografica continentale e pongono di fronte ad alcune fondamentali considerazioni di carattere generale.

Dato l'estremo dinamismo delle zone umide, l'intensità gestionale necessaria alla conservazione degli habitat e delle specie di importanza comunitaria ricadenti nelle stesse, se posta a confronto con quella necessaria per il mantenimento di altri habitat di pregio (foreste, praterie, dune etc..), risulta particolarmente elevata (interventi annuali di sfalcio delle elofite e rimozione delle macrofite, manutenzione dei manufatti idraulici, interventi periodici di pulizia dei canali etc...). A ciò si aggiunga che nelle zone umide il livello di meccanizzazione di numerose operazioni gestionali è pressoché nullo e che i prodotti ritraibili sono privi di un mercato, con la conseguenza che in assenza di una redditività gli attori privati hanno gradualmente abbandonato ogni forma di intervento. Infine, il lavoro all'interno delle zone umide richiede una perizia e una conoscenza della realtà operativa divenute sempre più rare.

Se ne deduce che il costo netto per unità di superficie per la gestione ordinaria di una zona umida, raffrontato con i costi necessari alla gestione della gran parte degli habitat di importanza comunitaria tipici di altri ambienti, risulta considerevolmente elevato (si vedano al tal proposito le schede tecniche riportanti i costi sostenuti per l'esecuzione delle principali azioni del progetto LIFE).

Le considerazioni esposte portano ad auspicare che una particolare attenzione venga prestata alle zone umide in sede di assegnazione dei contributi previsti per la gestione dei siti Natura 2000. È inoltre necessario che venga incentivata la ricerca sull'utilizzo dei prodotti da esse ritraibili per ricostituire processi di filiera che tornino a garantire redditività agli interventi gestionali pubblici e privati: interessanti prospettive in tal senso sembrerebbe offrire il settore delle biomasse combustibili.

Infine, una grande opportunità per le zone umide potrebbe essere rappresentata in un futuro non troppo lontano dalle nuove strategie globali per la salvaguardia della terra. Sono ormai evidenti i limiti dell'approccio di tipo "comando e controllo" alla soluzione dei problemi ecologici del pianeta, mentre sempre più interessanti appaiono le prospettive legate al libero mercato dei beni ambientali secondo l'approccio di tipo "*cap-and-trade*", che ha già portato alla creazione di mercati dei Crediti di compensazione della CO₂ e dei Crediti della biodiversità. Se pensiamo all'enorme produttività primaria delle zone umide, che si traduce in una grande capacità di sequestrazione del carbonio, e alla straordinaria biodiversità che esse racchiudono, tutto sommato è possibile guardare al futuro con cauto ottimismo.



PALUDI DI OSTIGLIA - PROGETTO LIFE-NATURA 2000/IT7161

SCHEDE TECNICHE

Vengono di seguito illustrate le azioni più significative realizzate nell'ambito del progetto LIFE Natura "Paludi di Ostiglia: interventi di salvaguardia dell'avifauna prioritaria".

1. Definizione del Calendario annuale dei livelli idrici

Dalle indagini idrobiologiche condotte su acque, sedimenti, popolazioni rizofitiche e pleustofitiche, sono emersi o hanno trovato conferma alcuni aspetti fondamentali legati ai livelli delle acque:

- il rischio di anossia, con danno ingente alla fauna ittica, agli invertebrati e alle comunità vegetali, è più elevato nel periodo giugno-agosto a causa delle alte temperature e dei processi respiratori della fauna microbica e della stagnazione delle acque;
- nei periodi invernali la formazione di ghiaccio e la stagnazione della colonna d'acqua determinano anossia in alcuni canali testimoniata da occasionali morie di pesci;
- il pirodiserbo compiuto nella porzione veneta della palude determina l'accumulo sui sedimenti superficiali di grandi quantità di nutrienti sotto forma di ceneri; generalmente la bruciatura avviene nel mese di marzo e le precipitazioni del periodo possono solubilizzare i sali inorganici

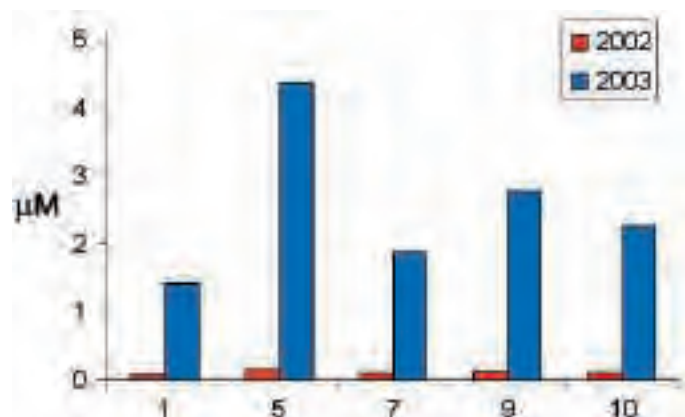


Fig. A. Valori medi annui a confronto (2002/2003) della concentrazione di fosforo reattivo rilevati in 5 stazioni (nel marzo del 2003 un incendio doloso ha percorso 15 ettari di canneto).

e veicolarli alle acque superficiali (Fig. A) incentivando l'eutrofizzazione e la crescita del fitoplancton.

In base alle osservazioni compiute è stato possibile definire un andamento teorico dei livelli nei vari periodi dell'anno, connesso all'utilizzo delle idrovore (Fig. B):

- periodo "ottobre - metà marzo", attività di pompaggio interrotta, unica eccezione costituita dai periodi particolarmente freddi, per impedire la formazione di spesse coltri di ghiaccio;
- "inizio di marzo", pompaggio in coincidenza col pirodiserbo (porzione veneta della palude) allo scopo di rallentare la ricrescita del canneto sfalciato a favore del cariceto e, soprattutto, di esportare i nutrienti in eccesso fuori dal sistema;
- periodo "metà marzo - maggio", pompaggio interrotto in corrispondenza del periodo di maggiori precipitazioni piovose; in caso di primavera seccata le pompe andrebbero azionate per garantire la presenza d'acqua sulle superfici a canneto e cariceto.
- periodo "giugno - settembre", pompaggio per contrastare l'elevata evapotraspirazione del sistema e mantenere un flusso minimo che garantisca la destratificazione della colonna d'acqua; la presenza delle cenosi pleustofitiche e rizofitiche garantisce una buona ossigenazione nelle ore di luce, l'azionamento delle pompe potrebbe limitarsi a quelle di buio.

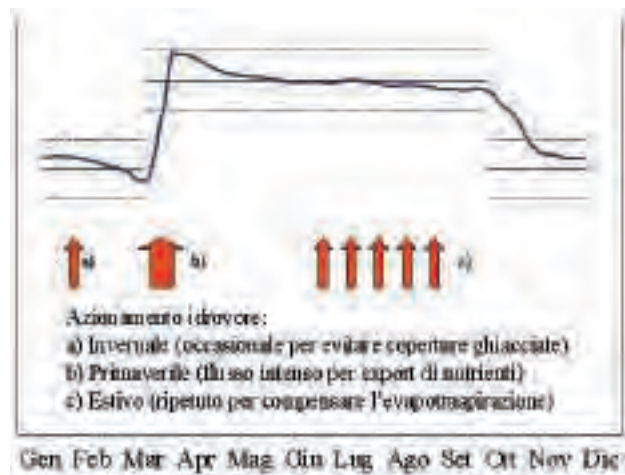


Fig. B. Modello teorico dei livelli annuali in relazione all'idrobiologia del sistema.

Dal modello teorico al calendario dei livelli

Il modello teorico individua dei livelli tendenziali nell'arco dell'anno, per una sua reale applicabilità è stato necessario tararlo sulle specifiche condizioni batimetriche della palude.

A tale scopo sono state utilizzate le indicazioni dei faunisti riguardanti la più importante specie nidificante nell'area: l'Airone rosso. Presente in riserva da maggio a settembre, l'Airone rosso

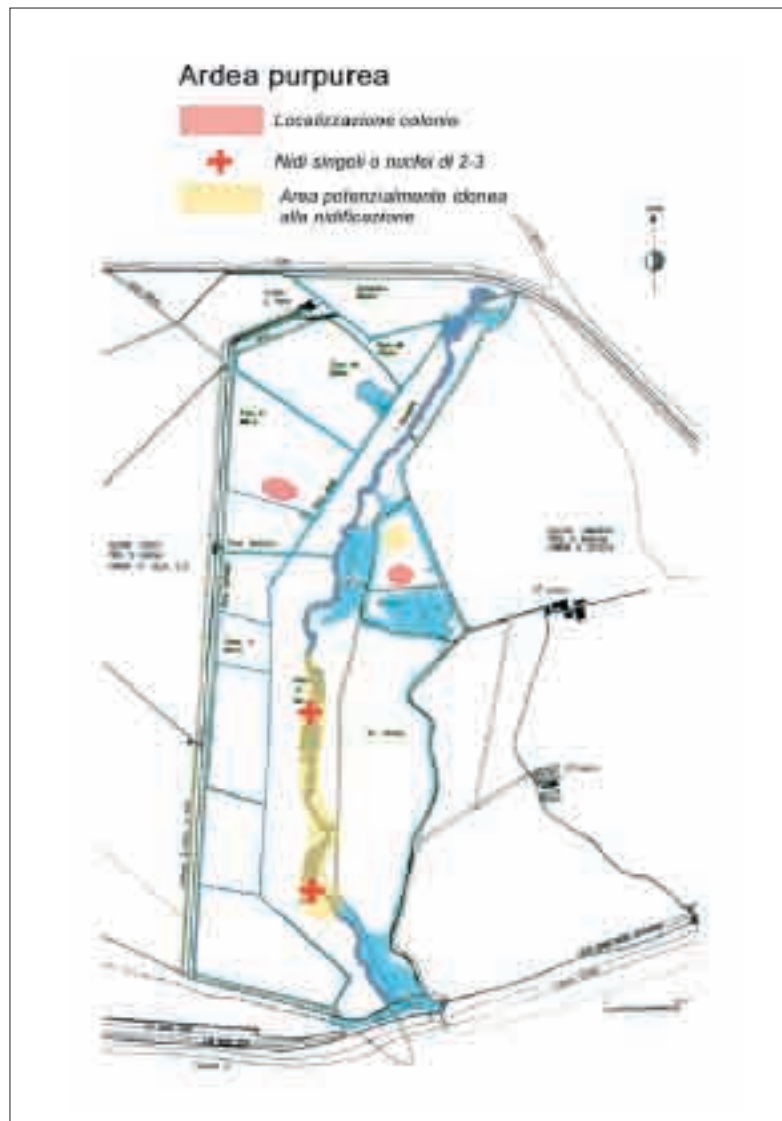


Fig. C. Localizzazione spaziale della colonia principale di *Ardea purpurea* (indagini faunistiche).



nidifica in colonie numerose all'interno di canneti invecchiati inondati. Si è quindi assunto come dato fondamentale che nei principali siti di nidificazione dovessero essere presenti circa 15 cm d'acqua durante tutto il periodo di nidificazione della specie.

A tal proposito, essendo nota la posizione della colonia più numerosa (Fig. C), a partire dal piano quotato della riserva ne è stata stabilita la quota media a 12,65 m s.l.m. (Fig. D) e, di conseguenza, un livello medio dell'acqua per il periodo di nidificazione di 12,80 m s.l.m.

Considerazioni di tipo idraulico infine, legate all'altezza degli argini desunta dal rilievo altimetrico, hanno concorso a definire un livello massimo delle acque di 13,00 m s.l.m. corrispondente alla quota minima dei rilevati arginali.

Applicati i valori così definiti al modello teorico dei livelli, è stato possibile definire il "Calendario annuale dei livelli" delle Paludi di Ostiglia (Fig. E), che rappresenta un documento fondamentale del nuovo piano di gestione della Riserva in fase di adozione.

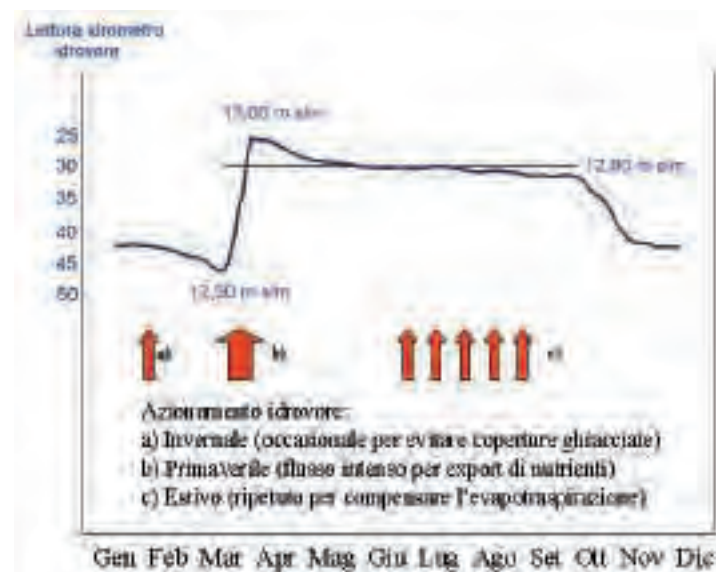


Fig. E. Calendario dei Livelli delle Paludi di Ostiglia riferito alle quote sul livello del mare e all'idrometro posizionato presso l'impianto idrovoro.

In alto: Fig. D. Altimetria dell'area ospitante la colonia principale di *Ardea purpurea* (indagini topografiche).

2. Creazione di nuovi habitat su terreni agricoli

Obiettivi:

- creazione dell'habitat “*Foresta alluvionale residua di *Alnion glutinoso – incanae*”;
- creazione di fasce tampone;
- creazione di ambienti idonei a *Rana latastei* (piccoli stagni per la riproduzione, prato umido per l'alimentazione e bosco di ontano e siepi per la latenza invernale).

Localizzazione: 3,4 ha di terreno agricolo posto in fregio alla palude.

Caratteristiche tecniche.

Foresta alluvionale residua di *Alnion glutinoso – incanae*”

- Superficie: 2,5 ettari;
- Numero piante: 2500;
- Sesto d'impianto: quadrato (impianto eseguito su file curvilinee);
- Distanza di impianto: 3 m;
- Specie principali: 70% Ontano nero (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertner); 20% Frassino ossifillo (*Fraxinus oxycarpa* L.);
- Specie secondarie: 10% salici (*Salix alba* L., *Salix cinerea* L.), e pioppi (*Populus nigra* L., *Populus alba* L.).

Siepi:

- Lunghezza complessiva: 340 m circa;
- Numero piante: 1020;
- Specie: 25% *Cornus sanguinea* L., 25% *Evonymus europaeus* L., 25% *Frangula alnus* Miller, 25% *Viburnum opulus* L.
- Sesto di impianto: quinconce;
- Distanza nella fila: 1 m;
- Distanza tra le file: 1 m;
- Numero file: 3.

Stagni:

- Numero stagni: 5;
- Profondità massima: 1,5 m;
- Forma: a fagiolo (per minimizzare il rapporto superficie/perimetro);

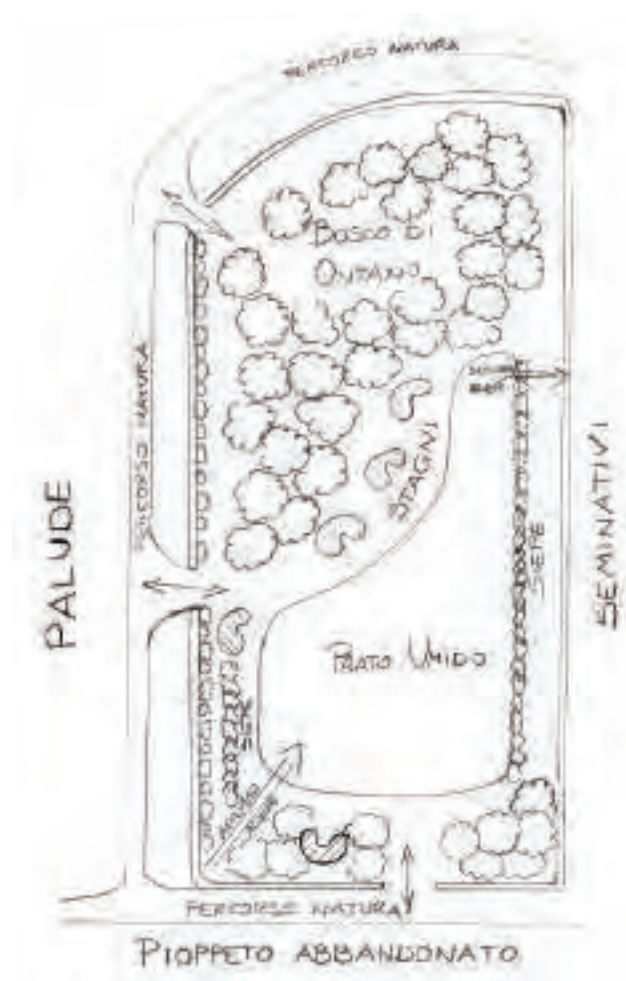
- Ingombro 8 x 4 m;
- Inclinazione sponde 30% circa.

Prato umido

- Superficie: 0,8 ettari;
- Forma: sub-trapezzoidale;
- Realizzazione: creazione di arginello perimetrale di altezza 80 cm, posa di manufatti regolatori per l'adduzione di acque dalla palude e deflusso nella rete scolante;
- Massima profondità di scavo: 50 cm dal piano di campagna.

Periodo di esecuzione: marzo-ottobre 2005.

Costo interventi: € 37.000





Movimenti terra per
creazione prato umido.
(Foto D. Cuizzi)

Stagno a termine
lavori – aprile.
(Foto D. Cuizzi)



Stagno a giugno.
(Foto D. Cuizzi)



Tubo di adduzione delle acque della palude al
prato umido in uscita dal manufatto regolatore
Sotto, Recupero funzionale del manufatto
regolatore "Vallonzina" tramite posa di
paratoia metallica Vallonzina.
(Foto D. Cuizzi)



Chiusa di deflusso delle acque
del prato irriguo nella rete scolante.
A destra, la chiusa in opera.
(Foto D. Cuizzi)





Impianto di siepe tripla plurispecifica.
(Foto D. Cuizzi)



Siepe tripla a dimora. (Foto D. Cuizzi)

Impianto del bosco di ontano su terreno con
falda superficiale. (Foto D. Cuizzi)



Discatura del terreno e picchettamento su file
sinuose del bosco. (Foto D. Cuizzi)

3. Rimozione dei sedimenti nei corsi d'acqua

Obiettivi:

- conservare gli habitat dei "Laghi eutrofici naturali con vegetazione del tipo Magnopotamion o Hydrocharition" al fine di migliorare le condizioni riproduttive di *Rana latastei*, *Emys orbicularis*, *Ardea purpurea*, *Circus aeruginosus* e la sosta dell'avifauna acquatica prioritaria (**Botaurus stellaris*, **Aythya nyroca*, **Acrocephalus paludicola*);
- contrastare i fenomeni di interrimento.

Localizzazione: tratto meridionale del fiume Busatello (lunghezza intervento 800 m).

Caratteristiche tecniche dell'intervento:

- profondità minima 1,5 m;
- larghezza minima di 3-5 m;
- volume del materiale scavato 4000 m³.

Modalità esecutive

L'intervento è stato realizzato tramite pompaggio del materiale e spandimento lungo una fascia di canneto di circa 20 m in fregio al corso d'acqua.

Il lavoro è stato compiuto utilizzando una chiatta galleggiante sulla quale sono stati posti un motore silenzioso da 300 Hp, uno scavatore anteriore con pompa di aspirazione montata sul braccio, uno scavatore posteriore con sola funzione motrice e un tubo eiettore a L per lo spandimento a pressione del sedimento.

Costo intervento: € 48.500

Periodo di esecuzione: aprile maggio 2005.





Chiatta attrezzata per lo scavo con miniescavatori, motore e tubo eiettore.
A destra: dettaglio della pompa montata su braccio.
Sotto: dettaglio del braccio escavatore con pompa al lavoro. (Foto D. Cuizzi)
Pagina a fianco: scavo del fiume Busatello.
(Foto D. Cuizzi)



4. Realizzazione di prototipo per lo sfalcio della vegetazione elofitica

Azione non portata a compimento per scadenza dei termini progettuali

Obiettivi:

messa a punto di un mezzo per lo sfalcio e l'asportazione meccanica del canneto e del cariceto al fine di contrastare la successione verso habitat xerici, garantire condizioni strutturali ottimali alle specie di importanza comunitaria, ridurre i fenomeni di interrimento e l'accumulo di nutrienti nel sistema.

Caratteristiche tecniche dell'intervento:

- sfalcio a rotazione quadriennale di 35 ettari di canneto (7 ettari l'anno) con asportazione del materiale e utilizzo nella filiera di produzione della biomassa combustibile;
- operatività in canneti con possibilità di governo delle acque e messa in asciutta;
- limitata portanza del terreno (impossibilità di accesso da parte di mezzi agricoli tradizionali).

Caratteristiche del mezzo individuato:

Macchina motrice

- battipista Kässbohrer Pisten Bully mod. All season;
- cingoli da 80 cm di larghezza in gomma (pressione al suolo 120 g/cm² a pieno carico);
- motore da 177 Hp con turbocompressore;
- larghezza massima: 2,5 m (trasportabile con normale autotreno o autoarticolato).

Adattamenti alla motrice:

- trinciatoio anteriore larghezza 200 cm a coltelli o martelli;
- sistema di carico su rimorchio (convogliatore);
- rimorchio con elevazione ribaltabile (portata 7-8 m³);
- verricello idraulico.

Costo complessivo indicativo: € 200.000



Prototipo ECOTRACK 200
realizzato dalla ditta TSI per
conto della BON NatTec
(Francia).
Macchina
trincia-raccoglitrice.
(Foto D. Cuizzi)



Cingolato RM 70 attrezzato con
barra falciante dalla ditta NUP
(Svizzera).
Macchina sfalciatrice.
(Foto D. Cuizzi)



Battipista Kässbohrer
Pisten Bully attrezzato
con andanatrice dalla
ditta NUP (Svizzera).
Macchina andanatrice.
(Foto D. Cuizzi)



Battipista Kässbohrer
Pisten Bully attrezzato
con rimorchio raccogli-
tore cingolato e andatrice
dalla ditta NUP (Svizzera).
Macchina andatrice-
raccogliitrice.
(Foto D. Cuizzi)



Prova battipista
Kässbohrer Pisten Bully
zavorrato.

Sopra: in canneto-
cariceto allagato, Paludi
di Ostiglia, 9 maggio
2005.

A fianco: in canneto-
cariceto, Valli del
Mincio (SIC, ZPS, Zona
Ramsar),
9 maggio 2005.

5. Sfalcio canneto - cariceto

Obiettivi:

- contrastare l'evoluzione di un popolamento residuale a *Carex* spp. a canneto;
- garantire condizioni strutturali ottimali alle specie di importanza comunitaria;
- ridurre i fenomeni di interrimento e l'accumulo di nutrienti nel sistema.

Caratteristiche tecniche dell'intervento:

- superficie di intervento 6000 m²;
- sfalcio e conferimento in discarica;
- attrezzatura: falchetto manuale (o decespugliatore);
- periodo di esecuzione: febbraio 2005;
- numero operatori: 2-3.

Costo intervento compreso smaltimento: € 8.400

Prove di produttività degli operatori e della biomassa estraibile (23 febbraio 2004):

- Impianto sperimentale
 - 1 operatore con falchetto a manico lungo;
 - 3 aree di saggio 5 x 5 m in canneto-cariceto;
 - Densità media fusti di *Phragmites*: 41 fusti/m²;
 - Altezza media canne: 3 m;
 - Diametro medio: 0,8 cm.

Risultati:

Area di saggio n°	1	2	3
Durata (min.)	10	10	12
Biomassa sfalciata (kg)	10	10	14

Dati complessivi di produttività su tutta la superficie (6000 mq):

Data	ore lavorative	n° mazze	Peso (kg)	n° Operatori
09/02/2005	7.45	22	200	2
10/02/2005	8.15	45	409	2
11/02/2005	8.30	34	306	2
15/02/2005	9.00	60	540	3
16/02/2005	7.30	50	450	3
17/02/2005	8.30	36	324	2
18/02/2005	8.00	47	426	3
23/02/2005	7.30	45	409	3
Totali	65	339	3064	



Sfalcio alla maniera tradizionale con falce a manico lungo.
Lo sfalcio con decespugliatore frantuma le canne rendendo difficoltosa la raccolta del materiale a terra. (Foto D. Cuizzi)



Legatura mazze e determinazione della biomassa sfalcata nelle aree di saggio. (Foto D. Cuizzi)

6. Realizzazione di un'altana di osservazione accessibile a tutti

Obiettivo: veicolare la conoscenza degli habitat e delle specie presenti nelle zone umide a tutte le categorie di persone.

Caratteristiche tecniche dell'intervento:

- materiale costruttivo: Abete rosso;
- altezza piano di calpestamento: 3 m;
- dimensioni capanno di osservazione: 4 x 3,4 m;
- lunghezza rampa: 44 m;
- pendenza rampa: 8%;

Costo complessivo dell'opera: € 17.860



Fasi realizzative dell'altana di osservazione accessibile a tutti. (Foto D. Cuizzi)



Inaugurazione dell'altana da parte del Sindaco del Comune di Ostiglia in occasione della Festa della Palude.
Diversamente abile non deambulante con accompagnatore lungo la rampa di accesso all'altana.
Teatro per bambini sotto l'altana. (Foto D. Cuizzi)

7. Acquisto attrezzature

Obiettivi:

- agevolare le attività gestionali;
- sostegno all'attività didattica e di fruizione.

Caratteristiche attrezzature per la gestione:

- trattore FERRARI, 25 Hp, mod. Raptor 30 DT;
- frangisarmenti TIERRE, modello PANDA, da 140 cm di larghezza.

Costo fornitura: € 16.000

Caratteristiche attrezzature per visitatori:

- n. 30 binocoli Nikon modello Sprint III 8x21;
- n. 4 microscopi biologici trioculari Microlab SP 15;
- n.1 cannocchiale Leica Televid/Televid 62;
- n. 1 cavalletto semi-professionale Culmad.

Costo fornitura: € 7.700,00



Trattore con frangisarmenti. (Foto D. Cuizzi)



Bambini in visita alla palude con binocoli acquistati con contributo LIFE. (Foto D. Cuizzi)

8. Apertura del sito WEB

Obiettivo:

Veicolare la conoscenza degli habitat e delle specie presenti nelle Paludi di Ostiglia, le attività realizzate nell'ambito del progetto LIFE e gli studi prodotti.

Indirizzo WEB: www.life-paludiostiglia.it

Caratteristiche:

- cartografia stradale di avvicinamento al SIC;
- mappa dei percorsi interni;
- servizio di invio cartoline;
- archivio di immagini e suoni scaricabili;
- archivio documenti (studi e documenti tecnico-gestionali);
- archivio eventi e didattica;
- contatti.

Costo del sito: € 4.000



Home page del sito
www.life-paludiostiglia.it

9. Attività didattica e promozionale

Obiettivo:

Divulgare presso le popolazioni locali la conoscenza degli habitat e delle specie presenti nelle Paludi di Ostiglia, e le attività realizzate nell'ambito del progetto LIFE-Natura attraverso percorsi specificamente concepiti.

Responsabile: Sig. Giulio Benatti - Operatore LIPU.

Durata: 2004-2005

Attività svolte:

- didattica ed educazione ambientale:
 - realizzazione di disegni/logo di Tarabuso, Airone rosso e Rana di Latasse quali simboli del progetto in collaborazione con l'illustratore di libri per l'infanzia Alessandro Sanna.
 - realizzazione di fascicolo per bambini descrittivo degli animali obiettivo del progetto.
 - ideazione del "Giocolife" (gioco di ruolo nel quale ciascun bambino diventa una specie del progetto accompagnando un ipotetico visitatore nel corso della visita alla palude).
- accompagnamento e supporto ai visitatori:
 - allestimento presso il CentroVisite della riserva di una mostra permanente sul progetto LIFE;
 - visite guidate alla palude.
- promozione del progetto e divulgazione.
 - organizzazione di iniziative ad hoc quali "LA FESTA DELLA PALUDE" e gli Eventi Natura;
 - mostre tematiche e tavoli informativi in occasione delle tradizionali fiere di Ostiglia e dei paesi limitrofi;
 - distribuzione del materiale divulgativo prodotto nell'ambito del progetto presso Informagiovani, biblioteche, scuole del Basso Mantovano e delle città di Mantova, Verona, Modena e Ferrara;
 - promozione delle iniziative sulla rivista LIPU "ALI NOTIZIE";
 - servizi televisivi su emittenti locali.



L'illustratore Alessandro Sanna mentre realizza i disegni/logo della Rana di Lataste, del Tarabuso e dell' Airone rosso.
(Foto G. Benatti)



Alcuni momenti del Giocolife. (Foto G. Benatti)



In alto: mostra permanente del progetto LIFE, allestita presso il centro visite.
A fianco: visita guidata con sosta nei pressi dell'ontaneto per parlare della Rana di Lataste.
(Foto D. Cuizzi)

Bibliografia

AA. VV., 2005. Manuale per la gestione dei siti Natura 2000. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Direzione Protezione della Natura.

AA. VV., 2001. La biodiversità nella regione biogeografica mediterranea, da ANPA, Stato dell'Ambiente 4/2001

ALESSANDRINI A., 2000. La flora delle zone umide d'acqua dolce: importanza e problemi di conservazione. In: Bernardoni A., Casale F. (a cura di). Atti del Convegno "Zone umide d'acqua dolce - Tecniche e strategie di gestione della vegetazione palustre". Quaderni della Riserva Naturale Paludi di Ostiglia, 1: 11-19.

A.P.H.A., A.W.W.A., W.P.C.F., 1981. Standard methods for the examination of water and wastewater. - Am. Publ. Health Ass., Washington, 1134 pp.

ALLER R.C., 1980. Diagenetic processes near the sediment-water interface of Long Island Sound. I. Decomposition and nutrient element geochemistry (S,N,P). Adv. Geophys. 22: 237-350.

ANDERSON L.G., HALL P.O.J., IVERFELDT A., VAN DER LOEFF M.M.R., SUNDBY B. AND WESTERLAND S.F.G., 1986. Benthic respiration measured by total carbonate production. Limnol. Oceanogr. 31: 319-329.

ASPILA K.I., AGEMIAN H. AND CHAU A.S.Y., 1976. A semiautomated method for the determination of inorganic organic and total phosphate in sediments. Analyst., 101: 187-197.

BACCETTI N, CHERUBINI G., SERRA L. E ZENATELLO M., 1995. Le zone umide italiane: dall'inventario alle azioni. In: Lambertini M. & Casale F. (Eds.). La Conservazione degli Uccelli in Italia. LIPU, Parma. Boll. Mus. St. Nat. Lunigiana 9 : 167-172.

BACCETTI N. & SERRA L., 1994. Elenco delle zone umide italiane e loro suddivisione in unità di rilevamento dell'avifauna acquatica. INFS, Documenti tecnici, 17.

BALÁTOVÁ-TULÁ KOVÁ E., MUCINA L., ELLMAUER T., WALLNÖFER S., 1993. Phragmiti-Magnocaricetea. In Grabherr G., Mucina L. (eds.). Die Pflanzengesellschaften Österreichs 2. Natürliche waldfreie Vegetation, Fischer, Jena: 79-130.

BRACCO F., 1981. Note sulla vegetazione acquatica e palustre della Bassa Valle del Ticino. Notiziario della Società Italiana di Fitosociologia, 17: 55-68

BRAUN-BLANQUET J., 1964. Pflanzensoziologie, 3rd edition. Vienna, New York: 865 pp.

BANKOVICS A., 1997a. Ardea purpurea Purple Heron (pp. 52-53). In: Hagemeijer W. J. M., Blair M. J. (eds.). The EBCC atlas of European breeding birds: their distribution and abundance. T. & A. D. Poyser, London: 903 pp.

BANKOVICS A., 1997b. Aythya nyroca Ferruginous Duck (pp. 104-105). In: Hagemeijer W. J. M., Blair M. J. (eds.). The EBCC atlas of European breeding birds: their distribution and abundance. T. & A. D. Poyser, London: 903 pp.

BARBIERI F., 1993. Airone rosso Ardea purpurea (p. 58). In: Meschini E., Frugis S. (red.). Atlante degli Uccelli nidificanti in Italia. Suppl. Ric. Biol. Selvaggina, 20: 1-344.

BARBIERI F., BRICHETTI P., 1992. Airone rosso Ardea purpurea (pp. 202-210). In: Brichetti

- P., De Franceschi P., Baccetti N. (red.). Fauna d'Italia. XXIX. Aves I, Gaviidae-Phasianidae. Calderini, Bologna: 964 pp.
- BARGAIN B., 1999. Phragmite aquatique *Acrocephalus paludicola* (pp. 456-457). In: Rocamora G., Yeatman-Berthelot D. (eds.). Oiseaux menacés et à surveiller en France. Liste rouges et recherche de priorités. Populations. Tendances. Menaces. Conservation. Soc. Etudes Ornith. France & Ligue Protect. Oiseaux, Paris: 560 pp.
- BAVOUX C., BURNELEAU G., NICOLAU-GUILLAUMET P., 1999. Circus aeruginosus Marsh Harrier (pp. 146-147). In: Hagemeijer W. J. M., Blair M. J. (eds.). The EBCC atlas of European breeding birds: their distribution and abundance. T. & A. D. Poyser, London: 903 pp.
- BEEBEE T. J. C., 1996. Ecology and conservation of Amphibians. Chapman & Hall, London: 214 pp.
- BERNARDONI A., CASALE F. (a cura di) (2000). Atti Conv. Zone umide d'acqua dolce - Tecniche e strategie di gestione della vegetazione palustre. Quaderni Riserva Naturale Paludi di Ostiglia I. pp.223.
- BERNINI F., BONINI L., FERRI V., GENTILLI A., RAZZETTI E., SCALI S. (red.), 2004. Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Lombardia. Monografie di Pianura n. 5, Provincia di Cremona: 254 pp.
- BIBBY C.J. & LUNN J., 1982. Conservation of reedbeds and their avifauna in England and Wales. Biol. Cons. 23: 167 – 186.
- BIBBY C. J., BURGESS N. D., HILL D. A., 1992. Bird census techniques. Academic Press, London: 257 pp.
- BIBBY C. J., JONES M., MARSDEN S., 1998. Expedition field surveys. Bird surveys. Royal Geographic Society, London: 134 pp.
- BRINSON M.M., LUGO A.E. AND BROWN S., 1981. Primary productivity, decomposition and consumer activity in freshwater wetlands. Ann. Rev. Ecol. Syst., 12: 123-161.
- BLACKBURN T.H., 1986. Nitrogen cycle in marine sediments. Ophelia 26: 65-76.
- BLACKBURN T.H., AND N.D. BLACKBURN, 1993. Rates of microbial processes in sediments. Phil. Trans. R. Soc. London A 344: 49-58.
- BLONDEL J., ARONSON J., 1999. Biology and wildlife of Mediterranean Region. Oxford, Oxford University Press.
- BREDA N., 2000. I respiri della Palude. Centro d'Informazione e Stampa Universitaria (CISU).
- BRICHETTI P., 1992. Tarabuso *Botaurus stellaris* (pp. 130-137). In: Brichetti P., De Franceschi P., Baccetti N. (red.). Fauna d'Italia. XXIX. Aves I, Gaviidae-Phasianidae. Calderini, Bologna: 964 pp.
- BRICHETTI P., 1992. Moretta tabaccata *Aythya nyroca* (pp. 380-386). In: Brichetti P., De Franceschi P., Baccetti N. (red.). Fauna d'Italia. XXIX. Aves I, Gaviidae-Phasianidae. Calderini, Bologna: 964 pp.
- BRICHETTI P., 1993. Tarabuso *Botaurus stellaris* (p. 50). In: Meschini E., Frugis S. (red.). Atlante degli Uccelli nidificanti in Italia. Suppl. Ric. Biol. Selvaggina 20: 1-344.

- BRICHETTI P., FRACASSO G., 2003. Ornitologia italiana. Vol. 1 – Gaviidae-Falconidae. A. Perdisa Editore, Bologna: 463 pp.
- BULGARINI F., CALVARIO E., FRATICELLI F., PETRETTI F., SARROCCO S. (a cura di), 1999. Libro rosso degli animali d'Italia. Vertebrati. WWF Italia, Roma.
- BURFIELD I., VAN BOMMEL F. (eds.), 2004. Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. BirdLife Conserv. Ser. n. 12, BirdLife International, Cambridge: 373 pp.
- CALLAGHAN D. A., 1997. European species action plan Ferruginous Duck (*Aythya nyroca*). BirdLife International & European Commission (<http://europa.eu.int/comm/environment/nature/directive/birdactionplan/aythyanyroca.htm>).
- CAMERLENGHI E., 2003. Lineamenti di geografia e storia del paesaggio agrario mantovano. Mantovarchitettura 3. Tre Lune Edizioni.
- CANOVA L., 1993. Moretta tabaccata *Aythya nyroca* (p. 70). In: Meschini E., Frugis S. (red.). Atlante degli Uccelli nidificanti in Italia. Suppl. Ric. Biol. Selvaggina 20: 1-344.
- CAVÉ A. J., 1983. Purple Heron survival and drought in tropical West Africa. *Ardea*, 71: 217-224.
- CASALE F., 1995. Le zone umide. LIPU, Parma.
- CASALE F., 2000. Cause di perdita e di degrado delle zone umide in Europa. In: Bernardoni A. e Casale F. (a cura di). Atti Conv. Zone umide d'acqua dolce, Tecniche e strategie di gestione della vegetazione palustre. Regione Lombardia e Comune di Ostiglia. Quad. Ris. Nat. Paludi di Ostiglia 1: 21-28.
- CASALE F., GALLO – ORSI U., RIZZI V., 2000. Italy. Pp. 357 – 430. In: Heath M. F. & Evans M.I., Important Bird Areas in Europe: Priority sites for conservation. 2: Southern Europe. BirdLife International (BirdLife Conservation Series N. 8). Cambridge, UK.
- CLARKE R., 1995. The Marsh Harrier. Hamlyn, London: 126 pp.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 1999. La gestione forestale sistemica e la conservazione della biodiversità. *L'Italia Forestale e montana* 54 (4):165-177.
- CORBETTA F., 1969. La vegetazione dei fontanili lomellini. *Giornale Botanico Italiano*, 103 (1): 19-32.
- CRAWFORD RMM., 1987. Plant life in aquatic and amphibious habitats. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- CRONK J.K. AND FENNESSY M.S., 2001. Wetland Plants, Biology and Ecology. Lewis Publishers. 462 pp.
- COMMISSIONE ORNITOLOGICA ITALIANA (Baccetti N., Fracasso G., Serra L. red.), 2004. Lista CISO-COI degli Uccelli italiani (2004). www.ciso-coi.org
- CORBETT K., 1989. Conservation of European reptiles and amphibians. Helm, London: 274 pp.
- CRAMP S. (ed.), 1992. The birds of the Western Palearctic. Vol. VI. Warblers. Oxford Univ.

Press, Oxford: 728 pp.

CRAMP S., SIMMONS K. E. L. (eds.), 1977. The birds of the Western Palearctic. Vol. I. Ostrich to ducks. Oxford Univ. Press, Oxford: 722 pp.

CRAMP S., SIMMONS K. E. L. (eds.), 1979. The birds of the Western Palearctic. Vol. II. Hawks to bustards. Oxford Univ. Press, Oxford: 695 pp.

CUIZZI D., 2003. Terre d'acqua: le Paludi di Ostiglia. Il progetto LIFE-Natura per la salvaguardia dell'avifauna prioritaria e le nuove prospettive gestionali del sito di importanza comunitaria. Quaderni Riserva Naturale Paludi di Ostiglia 2. pp.32.

DAGHINI R., 2001. L'ultima estinzione?, Tempo Medico, n. 706 del 17/5/2001.

DAVIS T.J. (ed.), 1993. Towards the Wise Use of Wetlands. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.

DE FRANCESCHI P., 1989. Studi sulla Palude del Busatello, (Veneto-Lombardia). L'avifauna. Mem. Mus. civ. St. nat. (II ser.), sez. biol., 7: 259-298.

DEN HARTOG C., SEGAL S., 1964. A new classification of the waterplant communities. Acta Botanica Neerlandica, 13: 367-393.

DUGAN P., 1990. Wetland Conservation. A Review of Current Issues and Required Action. IUCN, Gland, Switzerland.

DUHAUTOIS L., MARION L., 1999. Butor étoilé *Botaurus stellaris* (pp. 106-107). In: Rocamora G., Yeatman-Berthelot D. (eds.). Oiseaux menacés et à surveiller en France. Liste rouges et recherche de priorités. Populations. Tendances. Menaces. Conservation. Soc. Etudes Ornith. France & Ligue Protect. Oiseaux, Paris: 560 pp.

DYRCZ A., 1994. Aquatic Warbler *Acrocephalus paludicola* (pp. 394-395). In: Tucker G. M., Heath M. F. (eds.). Birds in Europe: their conservation status. Conserv. Ser. n. 3, BirdLife International, Cambridge: 600 pp.

DYRCZ A., SCHULZE-HAGEN K., 1999. *Acrocephalus paludicola* Aquatic Warbler (pp. 564-565). In: Hagemeijer W. J. M., Blair M. J. (eds.). The EBCC atlas of European breeding birds: their distribution and abundance. T. & A. D. Poyser, London: 903 pp.

FASOLA M., 1986. Resource use of foraging herons in agricultural and non-agricultural habitats in Italy. Colonial Waterbirds, 9: 139-148.

FASOLA M., ALIERI R., 1992. Conservation of heronry sites in North Italian agricultural landscapes. Biol. Conserv., 62: 219-228.

FASOLA M., ALIERI R., ZANDONELLA D., 1992. Strategia per la conservazione delle colonie di Ardeinae e modello per la gestione di specifiche riserve naturali. Ricerche Biol. Selvaggina, 90: 1-50.

FENCHEL T., KING G.M. AND BLACKBURN T.H., 1998. Bacterial biogeochemistry: The ecophysiology of mineral cycling. Academic press. 305pp.

FRACASSO G., 2003. Studio delle specie prioritarie - Relazione tecnica (Azione A.2). Progetto LIFE-Natura 00/IT/7161. www.life-paludiostiglia.it

FRACASSO G., 2000. L'impatto del pirodiserbo sulla comunità ornitica del canneto. In: Bernardoni A., Casale F. (red.). Atti del Convegno "Zone umide d'acqua dolce - Tecniche e strategie di gestione della vegetazione palustre". Quaderni della Riserva Naturale Paludi di Ostiglia, I: 71-80.

FILA G., BERNARDONI A., 2000. Riserva Naturale Paludi Ostiglia: lavori di recupero e riqualificazione ambientale della Valle del Busatello. In: Bernardoni A. & F. Casale (a cura di). Atti Convegno Zone umide d'acqua dolce - Tecniche e strategie di gestione della vegetazione palustre. Regione Lombardia e Comune di Ostiglia, Quad. Ris. Nat. Paludi di Ostiglia, I: 135-138.

FILA G. et al., (1993). Piano di gestione per la riserva naturale Paludi di Ostiglia. DGR n.5/36594 del 25/5/1993, BURL Regione Lombardia, Anno XXIII, n.179, I° Supplemento Straordinario al n.31.

FINLAYSON C. M., HOLLIS G.E. & DAVIS T.J. (eds.), 1991. Managing Mediterranean Wetlands and Their Birds. Proc. Symp. Grado, Italy. IWRB Spec. Publ. N. 20, Slimbridge, UK.

FINLAYSON C. M. & LARSSON T. (Eds.), 1991. Wetland Management and Restoration. Proc. Workshop, Sweden 1990, Swedish Environmental Protection Agency Report.

GALLO ORSI U., s.d. La Convenzione di Ramsar – L'impegno per una conservazione globale delle zone umide. LIPU, Parma.

GAMBRELL R.P. & PATRICK W.H., 1978. Chemical and microbiological properties of anaerobic soils and sediments. In Hook D.D., Crawford R.M.M., Plant Life in Anaerobic Environments. Ann Arbor Science Publishers: 375-423.

GARIBOLDI A., ANDREOTTI A., BOGLIANI G., 2004. La conservazione degli uccelli in Italia. A. Perdisa Editore, Bologna: 590 pp.

GARIBOLDI A., RIZZI V., CASALE F., 2000. Aree importanti per l'avifauna in Italia. LIPU, pp.528.

GASC J.-P. (coord.), 1997. Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe. Soc. Eur. Herpetol. & Mus. National Hist. nat., Paris: 496 pp.

GENT T., GIBSON S., 1998. Herpetofauna Workers' Manual. Joint Nature Conservation Committee, Great Britain: 152 pp.

GERDOL R., 1988. Geobotanical investigations in the small Lakes of Lombardy. Atti dell'Istituto Botanico e Laboratorio Crittogamico dell'Università di Pavia, ser. 7, vol. 6 (1987): 5-49.

GIACOMINI V., 1946. Aspetti scomparsi e relitti della vegetazione padana. Atti dell'Istituto Botanico e Laboratorio Crittogamico dell'Università di Pavia, ser. 5, 9 (1): 29-123.

GIACOMINI V., ROMANI V., 2002: Uomini e parchi. Edizione aggiornata a cura di Walter Giuliano. Franco Angeli Editore, pp.231.

GILBERT G., GIBBONS D. W., EVANS J., 1998. Bird monitoring methods. The Royal Society for the Protection of Birds, Sandy: 464 pp.

GLUTZ VON BLOTZHEIM U. N., BAUER K. M. (eds.), 1991. Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 12/I. Passeriformes (3. Teil). AULA-Verlag, Wiesbaden: 626 pp.

GORE A.J.P., 1996. Mires: Swamp, Bog, Fen and Moor. Elsevier, The Netherlands.

GRIGGIO M., MATESSI G., 2000. Relazione fra l'abbondanza di insetti in canneto e la grandezza del becco nel Migliarino di palude. In: Bernardoni A., Casale F. (red.). Atti del Convegno "Zone umide d'acqua dolce - Tecniche e strategie di gestione della vegetazione palustre". Quaderni della Riserva Naturale Paludi di Ostiglia, 1: 211-215.

GROVE A. T., O. RACKHAM, 2001. The nature of Mediterranean Europe. An ecological history. Yale University press, London.

GRUPPO NISORIA & MUSEO NAT. ARCH., 2000. Atlante degli Anfibi e dei Rettili della provincia di Vicenza. G. Padovan Ed., Vicenza: 203 pp.

HAFNER H., 2000a. Herons in the Mediterranean (pp. 33-54). In: Kushlan J. A., Hafner H. (eds.). Heron conservation. Academic Press, London: 480 pp.

HAFNER H., 2000b. Heron nest site conservation (pp. 201-217). In: Kushlan J. A., Hafner H. (eds.). Heron conservation. Academic Press, London: 480 pp.

HAFNER H. ET AL., 2000. Conservation of herons (pp. 343-375). In: Kushlan J. A., Hafner H. (eds.). Heron conservation. Academic Press, London: 480 pp.

HAFNER H., FASOLA M., 1992. The relationship between feeding habitat and colonially nesting Ardeidae (pp. 194-201). In: Finlayson C. M., Hollis G. E., Davis T. J. (eds.). Managing Mediterranean wetlands and their birds. IWRB Special Publ. n. 20, Slimbridge: 285 pp.

HAGEMEIJER W. J. M., BLAIR M. J. (eds.), 1997. The EBCC atlas of European breeding birds: their distribution and abundance. T. & A. D. Poyser, London: 903 pp.

HERBERT RA., 1999. Nitrogen cycling in coastal marine ecosystems. FEMS Microbiology Reviews 23: 563-590.

HEREDIA B., ROSE L., PAINTER M., 1996. Globally threatened birds in Europe. Action Plans. Council of Europe, Strasbourg, France.

HEREDIA B., 1997. Action plan for the Aquatic Warbler (*Acrocephalus paludicola*) in Europe (387-399). In: Heredia B., Rose L., Painter M. (eds.). The birds globally threatened: the situation in Europe. Action plans. Ed. Council of Europe, Strasbourg.

HOLMER M., 1999. The effect of oxygen depletion on anaerobic organic matter degradation in marine sediments. Estuar Coast Shelf Sci 48: 383-390.

HOLLIS G.E., 1991. The causes of wetland loss and degradation in the Mediterranean. In: Finlayson C. M., Hollis G.E. & Davis T.J. (eds.), 1991. Managing Mediterranean Wetlands and Their Birds. Proc. Symp. Grado, Italy. IWRB Spec. Publ. N. 20, Slimbridge, UK: 83-90.

HOPKINSON C.S., 1987. Nutrient regeneration in shallow water sediments of the estuarine plume region of the nearshore Georgia Bight, USA. Marine Biol. 94: 127-142.

INGEGNOLI V., 1991. Human Influences in Landscape Change: Thresholds of Metastability. In: Ravera O. (a cura di). Terrestrial and Aquatic Ecosystems: Perturbation and Recovery. Ellis Horwood Ltd., Chichester, 303-309.

JACKSON M.B., 1989. Regulation of Aerenchyma formation in roots and shoots by oxygen and ethylene. In: D.J. Osborne and M.B. Jackson (Eds). Cell Separation in Plants. Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. NATO ASI Series Vol. H35. Springer-Verlag, Berlin, pp.

263-274.

JORGENSEN B.B., 1996. Material flux in the sediment. In: B.B. Jorgensen and K. Richardson (Eds). *Eutrophication in Coastal Marine Ecosystems*. American Geophysical Union, pp. 115-136.

Kadlec R.H. and Knight R.L., 1996. *Treatment Wetlands*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, pp. 893.

KAYSER Y., 1994. Purple Heron *Ardea purpurea* (pp. 96-97). In: Tucker G. M., Heath M. F. (eds.). *Birds in Europe: their conservation status*. Conserv. Ser. n. 3, BirdLife International, Cambridge: 600 pp.

KAYSER Y., WALMSLEY J. G., 1999. Héron pourpré *Ardea purpurea* (pp. 274-275). In: Rocamora G., Yeatman-Berthelot D. (eds.). *Oiseaux menacés et à surveiller en France. Liste rouges et recherche de priorités. Populations. Tendances. Menaces. Conservation*. Soc. Etudes Ornith. France & Ligue Protect. Oiseaux, Paris: 560 pp.

KLUMP J.V. AND MARTENS C.S., 1981. Biogeochemical cycling in an organic rich coastal marine basin. II. Nutrient-sediment water exchange processes. *Geochim Cosmochim Acta* 45: 101-121.

KOROLEFF F., 1970. Direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue. Information on techniques and methods for seawater analysis. - I.C.E.S. Interlaboratory Rep. n° 3: 19-22.

KOPECKÝ K., HEJNÝ S., 1978. Die Anwendung einer "deduktiven Methode syntaxonomischer Klassifikation" bei der Bearbeitung der strassenbegleitenden Pflanzengesellschaften Nordostböhmens. *Vegetatio*, 36 (1): 43-51.

KOSKIMIES P., TYLER G., 1997. *Botaurus stellaris* Bittern (pp. 40-41). In: Hagemeijer W. J. M., Blair M. J. (eds.). *The EBCC atlas of European breeding birds: their distribution and abundance*. T. & A. D. Poyser, London: 903 pp.

KRISAI R., 1999. Das Nordmoor am Grabensee. *Vegetation, Entstehung und Schutzkonzept-Vorschlag*.

KRIVENKO V. G., VINOGRADOV V. G., GREEN A., PERENNOU C., 1994. Ferruginous Duck *Aythya nyroca* (pp. 130-131). In: Tucker G. M., Heath M. F. (eds.). *Birds in Europe: their conservation status*. Conserv. Ser. n. 3, BirdLife International, Cambridge: 600 pp.

LAMBERTI A., 1993. Le modificazioni recenti verificatesi nell'asta principale del Po e problemi connessi, *Acqua Aria*, 6: 589-592.

LAMBERTINI M. & CASALE F. (Eds.), 1995. *La Conservazione degli Uccelli in Italia*. LIPU, Parma. Boll. Mus. St. Nat. Lunigiana 9.

LANDOLT E., 1999. Pleustonic communities with Lemnaceae in South America. *Applied Vegetation Science* 2: 7-16.

LANGTON T., BURTON J. A., 1997. Amphibians and reptiles – Conservation management of species and habitats. Council of Europe Publ., Strasbourg: 96 pp.

LIPU & INFS, 1994. Attività di supporto al Segretariato italiano della Convenzione di Ramsar. Progetto ACNAT – LIFE "Habitat Italia".

- LIPU, WWF (red.), 1999. Nuova Lista Rossa degli uccelli nidificanti in Italia. Riv. it. Orn., 69: 3-43.
- MAAREL E. VAN DER, 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. Vegetatio, 39: 97-144.
- MAJELDE M., FAAFENG B., 1997. Ceratophyllum demersum (L.) hampers phytoplankton development in some small lakes over a wide range of phosphorus level and geographical latitude. Freshwat. Biol., 37: 355-365.
- MALTBY E., DUGAN P.J. & LEFEUVRE J.C., 1992. Conservation and Development: The Sustainable Use of Wetland Resources. IUCN, Gland, Switzerland.
- MARAGNA P., PESENTE M., 1997. Complete moult confirmed in a Great Reed Warbler Acrocephalus arundinaceus population breeding in northern Italy. Ring. & Migr., 18: 57-58.
- MARBLE A.D., 1992. A Guide to Wetland Functional Design. Lewis Publisher, USA.
- MARCHIORI S., SBURLINO G., 1986. La vegetazione della Palude Brusà (Cerea – Verona). Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 15: 265-272.
- MARCHIORI S., TORNADORE MARCHIORI N., REFFO T., 1980. La vegetazione della Palude relitta di Onara (Tombolo – PD). 1° Contributo. Atti V Convegno Gruppo "G. Gadio", Genova: 117-128.
- MARCHIORI S., SBURLINO G., SILLANI L., 1983. Contributo alla conoscenza della flora e della vegetazione dei "Quadri" di Fagagna (UD). Atti del Museo Civico di Storia Naturale – Trieste, 35: 65-79.
- MARION L., ULENAERS P., VAN VESSEM J., 2000. Herons in Europe (pp. 1-31). In: Kushlan J. A., Hafner H. (eds.). Heron conservation. Academic Press, London: 480 pp.
- MARTELLI D., 1993. Falco di palude Circus aeruginosus (p. 78). In: Meschini E., Frugis S. (red.). Atlante degli Uccelli nidificanti in Italia. Suppl. Ric. Biol. Selvaggina, 20: 1-344.
- MARTELLI D., PARODI R., 1992. Falco di palude Circus aeruginosus (pp. 527-533). In: Brichetti P., De Franceschi P., Baccetti N. (red.). Fauna d'Italia. XXIX. Aves I, Gaviidae-Phasianidae. Calderini, Bologna: 964 pp.
- MESCHINI E., FRUGIS S. (red.), 1993. Atlante degli Uccelli nidificanti in Italia. Suppl. Ric. Biol. Selvaggina, 20: 1-344.
- MINELLI A., CHEMINI C., ARGANO R., RUFFO S. (a cura di), 2002: La fauna in Italia, Touring Editore, Milano e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Roma.
- MITSCH W.J. & GOSSELINK J.G., 1993. Wetlands 2nd ed. - Van Nostrand Reinhold, New York, 722 pp.
- MONTEMAGGIORI A., 1996. Le Zone Umide in Italia. WWF Italia. Settore Diversità Biologica. Serie Ecosistema Italia. DB2.
- MORILLO C. & J.L. GONZALEZ, 1996. Management of Mediterranean Wetlands. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- MANTERO F. M., S. PANZARASA, 1986: Tra acqua e terra. La palude, gli equilibri naturali

e l'uomo. Provincia di Roma. Istituto di Ricerche Economico-Sociali Placido Martini Officina Edizioni.

MUCINA L., 1991. Vicariance and clinal variation in synanthropic vegetation. In: Nimis P.L., Crovello T.J. (eds.). Quantitative approach to phytogeography. Tasks for Vegetation Science 24, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 263-276.

MÜLLER T., 1992. Klasse: Lemnetea (*Lemnetea minoris*). In Oberdorfer E. (ed.). Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil I, 3. Aufl., Fischer, Stuttgart: 67-77.

MÜLLER T., GÖRS S., 1992. Klasse: Potamogetonetea R. Tx. et Preising 42. In Oberdorfer E. (ed.). Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil I, 3. Aufl., Fischer, Stuttgart: 89-118.

NEWBERY P., SCHÄFER N., SMITH K., 1997. European Union action plan for the Bittern (*Botaurus stellaris*). BirdLife International & European Commission. <http://europa.eu.int/comm/environment/nature/directive/birdactionplan/botaurusstellaris.htm>

NICOLAU-GUILLAUMET P., 1999. Busard des roseaux *Circus aeruginosus* (pp. 384-385). In: Rocamora G., Yeatman-Berthelot D. (eds.). Oiseaux menacés et à surveiller en France. Liste rouges et recherche de priorités. Populations. Tendances. Menaces. Conservation. Soc. Etudes Ornith. France & Ligue Protect. Oiseaux, Paris: 560 pp.

NIELSEN L.P., 1992. Denitrification in sediments determined from nitrogen isotope pairing. *Microbial Ecol.* 86: 357-366.

NIXON S.W., 1995. Coastal marine eutrophication: a definition, social causes, and future concerns. *OPHELIA*, 41: 199-219.

NORRIS K., PAIN D. J. (eds.), 2002. Conserving bird biodiversity. General principles and their application. Cambridge Univ. Press, Cambridge: 337 pp.

PAPAYANNIS T. & SALATHE' T., 1999. Mediterranean Wetlands at the dawn of the 21st century. Tour du Valat, Arles.

PARNAS H., 1975. Model for decomposition of organic material by microorganisms. *Soil Biol. Biochem.* 7: 161-169.

PEARCE F., CRIVELLI A.J., 1994: Characteristics of Mediterranean wetlands. Publication MedWet/Tour du Valat No. 1. Tour du Valat, Arles, France.

PESENTE M., MARAGNA P., 1997. Primi dati su migrazione e fenologia in periodo autunnale del Pettazzurro, *Luscinia svecica*, presso la Palude del Busatello. *Riv. it. Orn.*, 66: 137-140.

PESENTE M., MARAGNA P., CERATO E., 1997. Records of complete post-juvenile moult in the Reed Bunting *Emberiza schoeniclus* in north-eastern Italy. *Ring. & Migr.*, 18: 68-69.

PHILIPPI G., 1992. Klasse: Phragmitetea Tx. et Prsg. 42. In Oberdorfer E. (ed.). Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil I, 3. Aufl., Fischer, Stuttgart: 119-165.

PHILIPPS G.L., EMINSON D., MOSS B., 1978. A mechanism to account for macrophyte decline in progressively eutrophicated freshwaters. *Aquatic Botany*, 4: 103-126.

PICCOLI F., 1997. La vegetazione della bassa pianura padana. In: Tomaselli M. (ed.). Guida alla vegetazione dell'Emilia Romagna. Università di Parma, Parma: 43-57.

- PICCOLI F., GERDOL R., 1979. La vegetazione di alcune zone umide del Bolognese. *Annali dell'Università di Ferrara*, n.s., Biol., 2 (6): 83-98.
- PIGNATTI S., 1982. *Flora d'Italia*. 3 vol. Edagricole, Bologna: 2402 pp.
- PIGNATTI S., MENGARDA F., 1962. Un nuovo procedimento per l'elaborazione delle tabelle fitosociologiche. *Accademia Nazionale dei Lincei, Rendiconti della classe di Scienze fisiche, matematiche, naturali*, s.8, 32: 215-222.
- PINEAU O., 2000. Conservation of wintering and migratory habitats (pp. 237-250). In: Kushlan J. A., Hafner H. (eds.). *Heron conservation*. Academic Press, London: 480 pp.
- PODANI J., 2001. SYN-TAX 2000. Computer program for data analysis in ecology and systematics. Scientia Publishing, Budapest.
- POLUNIN N.V.C., 1984. The decomposition of emergent macrophytes in fresh water. *Adv. Ecol. Res.* 14: 115-166.
- RAMSAR CONVENTION BUREAU, 2000. Ramsar handbook for the wise use of wetlands. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.
- REDDY K.R., DEBUSH W. F., 1987. Nutrient storage capabilities of aquatic and wetland plants. In: Keddy K. R. e Smith W. H. (eds). *Aquatic plants for water treatment*. fl. magnolia publishing, Orlando: 337-357.
- REDDY K.R. & PATRICK W.H.JR., 1975. Effect of alternate aerobic and anaerobic conditions on redox potential, organic matter decomposition and nitrogen loss in a flooded soil. *Soil Biol. Biochem.*, 7: 87-94.
- REVSBECH N.P., SØRENSEN J., BLACKBURN T.H., LOMHOLT J.P., 1980. Distribution of oxygen in marine sediments measured with microelectrodes. *Limnol Oceanogr* 25(3): 403-411.
- RUFRAY X., SÉRIOT J., 1999. Fuligule nyroca *Aythya nyroca* (p. 467). In: Rocamora G., Yeatman-Berthelot D. (eds.). *Oiseaux menacés et à surveiller en France. Liste rouges et recherche de priorités. Populations. Tendances. Menaces. Conservation. Soc. Etudes Ornith. France & Ligue Protect. Oiseaux*, Paris: 560 pp.
- SALMASO R., OSELLA G., 1989. Studi sulla Palude del Busatello (Veneto – Lombardia). 27. L'erpetofauna. *Mem. Mus. civ. St. nat. Verona (II sr.)*, sez.biol., 7: 237-257.
- SARTORI F., BRACCO F., 1993. Foreste e fiumi nel bacino padano del Po, *Acqua Aria*, 7: 751-760.
- SARZO A., PROSSER F., FRISINGHELLI M., 1998. Flora e vegetazione della zona umida di Bolzonella (Provincia di Padova – Italia settentrionale). *Archivio Geobotanico*, 3 (2) 1997: 179-200.
- SBURLINO G., MARCHIORI S., 1987. La vegetazione idro-igrofila del medio corso del fiume Brenta (Veneto, Italia settentrionale). *Universidad de La Laguna, Ser. Inf.*, 22: 297-304.
- SBURLINO G., SCOPPOLA A., MARCHIORI S., 1985. Contributo alla conoscenza degli ambienti umidi della Pianura padana orientale: la classe *Lemnetea minoris* (R. Tx. 1955) em. Schw. & R. Tx. 1981. *Notiziario della Società Italiana di Fitosociologia*, 21: 61-70.
- SBURLINO G., TOMASELLA M., ORIOLO G., POLDINI L., 2004. La vegetazione acquatica

e palustre dell'Italia nord-orientale. I – La classe Lemnetea Tüxen ex Bolòs et Masclans 1955. Fitosociologia, 41 (1) suppl. 1: 27-42.

SCHAFFER N., GALLO ORSI U. (eds), 2001. European Union action plans for eight priority bird species. European Commission, Brussels, Belgium.

SCHRATT L., 1993a. Lemnetea. In Grabherr G., Mucina L. (eds.). Die Pflanzengesellschaften Österreichs 2. Natürliche waldfreie Vegetation, Fischer, Jena: 31-44.

SCHRATT L., 1993b. Potametea. In Grabherr G., Mucina L. (eds.). Die Pflanzengesellschaften Österreichs 2. Natürliche waldfreie Vegetation, Fischer, Jena: 55-78.

SCHWABE-BRAUNA., TÜXEN R., 1981. Prodrum der Europäischen Pflanzengesellschaften, 4: Lemnetea minoris. Cramer, Vaduz: 141 pp.

SCOCCHIANTI C., 2001. Amphibia: aspetti di ecologia della conservazione. WWF Italia (Sez. Toscana). G. Persichino Grafica, Firenze: 428 pp.

SCOPPOLA A., 1982. Considérations nouvelles sur les végétations des Lemnetea minoris (R. Tx. 1955) em. A. Schwabe et R. Tx. 1981 et contribution à l'étude de cette classe en Italie centrale. Documents phytosociologiques, n. s., 6: 1-130.

SHI (Societas Herpetologica Italica), 1996. Atlante provvisorio degli anfibi e dei rettili italiani. Ann. Mus. civ. St. nat. Genova, 91: 95-178.

SIMMONS R. E., 2000. Harriers of the world – Their behaviour and ecology. Oxford Univ. Press, Oxford: 368 pp.

SKINNER J. & ZALEWSKI S., 1995. Functions and values of Mediterranean Wetlands. Tour du Valat, Arles.

STRATEN G. VAN, 1986. Identification, uncertainty assessment and prediction in lake eutrophication. Ph.D. Thesis, Technichal University Twente, Netherlands, 240 pp.

SURGET-GROBA Y., HEULIN B., GHIELMI S., GUILLAUME C.-P., VOGRIN N., 2002. Phylogeography and conservation of the populations of *Zootoca vivipara carniolica*. Biol. Conser., 106: 365-372.

SUTHERLAND W. J. (ed.), 1996. Ecological census techniques, a handbook. Cambridge Univ. Press, Cambridge: 336 pp.

TOMASELLI M., BOLPAGNI R., GUALMINI M., BORGHI M.L., PERLINI S., SPETTOLI O., 2003. La vegetazione dei nuclei naturalistici del Parco Regionale dell'Oglio Sud. I Quaderni del Parco, 2, Parco Oglio Sud – Provincia di Mantova.

TOMASELLI M., GUALMINI M., SPETTOLI O., 2002. La vegetazione della Riserva Naturale delle Valli del Mincio. Collana Annali Facoltà di Scienze Università di Parma, Tecnografica snc, Parma.

TUCKER G. M., HEATH M. F. (eds.), 1994. Birds in Europe: their conservation status. BirdLife Conserv. Ser. n. 3, BirdLife International, Cambridge: 600 pp.

TUCKER G.M. & EVANS M.I., 1997. Habitats for Birds in Europe: a conservation strategy for the wider environment. Cambirdge, UK. BirdLife International (BirdLife Conservation Series n. 6).

TYLER G., 1994a. Bittern *Botaurus stellaris* (pp. 88-89). In: Tucker G. M., Heath M. F. (eds.). Birds in Europe: their conservation status. Conserv. Ser. n. 3, BirdLife International, Cambridge: 600 pp.

TYLER G., 1994b. Management of Reedbeds for Bitterns and Opportunities for Reedbed Creation. RSPB Conservation Review, 8: 57-62.

UBALDI D., CORTICELLI S., 1988. Metodo per la cartografia fitosociologica della vegetazione nell'Appennino Emiliano-Romagnolo. Bollettino dell'Associazione Italiana di Cartografia, 72-74: 795-801.

Valderrama J.C., 1977. Methods used by the Hydrographic Department of National Board of Fisheries, Sweden. In:

GRASSHOF K. (Ed.), Report of the Baltic Intercalibration Workshop: 14-34. Annex. Interim Commission for the Protection of the Environment of the Baltic Sea.

VIAROLI P., BARTOLI M., LONGHI D., BOLPAGNI R., 2003. Relazione sullo studio dei livelli idrici minimi vitali – Studio dei livelli idrici minimi vitali (Azione A.3). Progetto LIFE-Natura 00/IT/7161. www.life-paludiostiglia.it

VIAROLI P., TOMASELLI M. et al., 2002. Studi per la caratterizzazione degli habitat del Sito di Importanza Comunitaria Paludi di Ostiglia - Studio degli habitat oggetto di interventi gestionali (Azione A.1). Progetto LIFE-Natura 00/IT/7161. www.life-paludiostiglia.it

WARD D., 1992. The creation and management of reedbeds for wildlife. University of Bristol & RSPB, UK.

WWF Italia, 1996: Le zone umide in Italia, WWF Edizioni.

WEBER H. E., MORAVEC J., THEURILLAT J. P., 2000. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition. Journal of Vegetation Science, 11 (5): 739-768.

WELLER M. W., 1999. Wetland birds. Habitat resources and conservation implications. Cambridge Univ. Press, Cambridge: 271 pp.

WESTHOFF V., MAAREL E. VAN DER, 1978. The Braun-Blanquet approach, in: WHITTAKER R.H. (ed.): Classification of plant communities, Junk, The Hague: 287-399.

Wetzel R.G., 1990. Land-water interfaces: metabolic and limnological regulator. Verh. Internat. Verein. Limnol. 24: 6-24.

WIEGLEB G., 1981. Die Lebens- und Wuchsformen der makrophytischen Wasserpflanzen und deren Beziehungen zur Ökologie, Verbreitung und Vergesellschaftung der Arten. Tüxenia, 11: 135-147.