



Habitat terrestri e d'acqua dolce: fauna

FABIO STOCH

89

■ La fauna italiana

La fauna è l'insieme delle specie (e sottospecie) che si rinvencono in un determinato territorio; sostanzialmente studiare la fauna significa per prima cosa stilare l'elenco delle specie, elenco che, quando è critico si indica solitamente col termine di *checklist*.

Negli ultimi decenni, gli studi faunistici nel nostro Paese sono stati purtroppo

trascurati, come se si trattasse non di una Scienza, quella con la S maiuscola, ma, per la sua natura compilativa, di una disciplina da relegare tra le scienze minori, di tipo "museologico" (nell'accezione peggiore del termine). Non va inoltre dimenticato che per studiare la faunistica bisogna conoscere la tassonomia (o sistematica che dir si voglia), cioè classificare gli organismi in categorie (*taxa*) e collocarli in un sistema che ne rispecchi i rapporti di parentela (filogenetici). Purtroppo anche la tassonomia ha sofferto negli ultimi tempi, e non solo in Italia, una delle più drammatiche crisi di "visibilità".

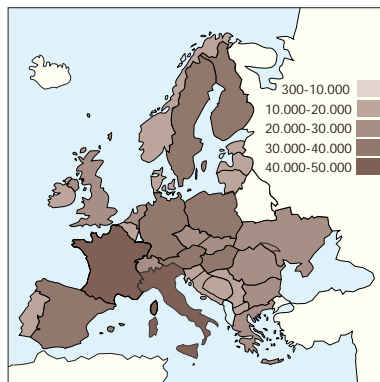
Gli insegnamenti nelle università, la divulgazione ad opera dei musei ed i fondi disponibili per la ricerca sono diminuiti; è pertanto drasticamente diminuito il numero dei tassonomi, e di conseguenza dei faunisti, sia professionisti che dilettanti. Questa crisi ha mostrato segni di ripresa solo negli ultimi anni in seguito alla constatazione della drammatica perdita di biodiversità causata dall'azione dell'uomo, la cosiddetta "Sesta Estinzione". Paradossalmente infatti i trascurati studi faunistici sono la base per poter fare biogeografia, ecologia e conservazione della Natura: non lo afferma solo il mondo accademico, ma lo proclama, nell'ambito delle iniziative avviate in seno alla Convenzione sulla Biodiversità di Rio de Janeiro (1992), ormai firmata da quasi tutti i paesi del mondo, la cosiddetta Dichiarazione di Darwin (1998), che ha definito "l'impedimento tassonomico" come il male peggiore per la conservazione della biodiversità.

La faunistica, attraverso la chiave interpretativa dell'ecologia, sta pertanto rivivendo una ripresa col nome, spesso citato, ma altrettanto spesso male inteso, di studio della biodiversità. Nuovi fondi sono stati pertanto stanziati negli ultimi



Cervo volante (*Lucanus cervus*)

Lupo (*Canis lupus*)



Numero di specie terrestri e d'acqua dolce presenti nei paesi europei

risulta il paese con il più alto numero di specie animali in Europa. Questo importante primato pone però anche dei seri interrogativi sugli strumenti necessari a conservare questo inestimabile patrimonio. Un primo strumento è senz'altro la conoscenza della distribuzione delle specie nel nostro Paese.

In quest'ottica, la realizzazione della *Checklist delle Specie della Fauna Italiana* è stata seguita dalla realizzazione della banca dati *CKmap*, che raccoglieva nel 2005 circa 538.000 dati di distribuzione di oltre 10.000 specie terrestri e d'acqua dolce. Le potenzialità dei dati faunistici vanno ben al di là della semplice produzione di atlanti tematici; essi costituiscono il più completo strumento conoscitivo per individuare i centri (*hotspot*, "punti caldi") di biodiversità in Italia, nonché le aree con maggior presenza di specie rare, endemiche e minacciate. Queste conoscenze hanno consentito di individuare le aree (IFA, *Important Faunal Areas*) importanti per conservare la fauna cosiddetta "minore" (invertebrati, pesci, anfibi, rettili e micromammiferi). "Minore" è un termine poco appropriato, usato per consuetudine e per le dimensioni degli animali oggetto dello studio. Ricordiamo che oltre il 99% della fauna terrestre e d'acqua dolce è "minore", essendo costituita da invertebrati. Tra questi primeggiano gli insetti (37.300 specie circa), soprattutto coleotteri (12.000), imenotteri (7.500), ditteri (6.600) e lepidotteri (5.100). Le IFA, assieme alle IBA (*Important Bird Areas*), cioè alle aree di maggior rilievo per la conservazione degli uccelli, e a quelle importanti per conservare le popolazioni dei grossi mammiferi, costituiscono una fotografia del valore di conservazione della fauna del territorio italiano. L'enorme mole di informazione di cui è depositaria la banca dati faunistica presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare consente inoltre di valutare la coerenza della rete di aree sinora sottoposte a tutela con le aree di interesse faunistico e la loro efficacia nel conservare la biodiversità in Italia.

anni per compilare *checklist*. L'Italia è stata il primo paese in Europa a dotarsi di una *checklist* completa della sua fauna, ultimata nel 1995 e comprendente circa 57.000 specie animali, delle quali oltre 47.000 (l'85%) viventi negli ambienti terrestri e delle acque interne. L'esempio italiano è stato seguito da altri paesi europei per arrivare ad un esaustivo catalogo della fauna terrestre e delle acque interne, disponibile *on-line*, noto come *Fauna Europaea*, che abbraccia tutti i paesi del nostro continente ad Ovest degli Urali. Dalla compilazione di questo catalogo, l'Italia

■ L'origine della nostra fauna

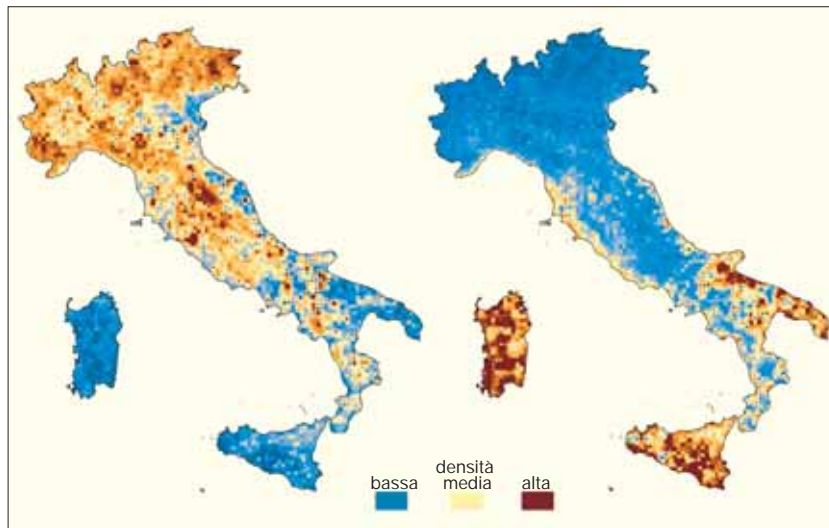
Per comprendere l'importanza e la forse inattesa consistenza numerica della fauna italiana è importante spendere due parole per illustrare le sue origini. La nostra fauna ha avuto origine da successive ondate di colonizzazione che hanno seguito la formazione del territorio italiano ed i grandi eventi paleogeografici e paleoclimatici che ne hanno influenzato l'evoluzione, esaustivamente illustrati nel capitolo sulla geologia che apre questo volume. Hanno modellato nel tempo la fauna del nostro Paese: l'emersione dal mare, il movimento delle zolle crostali, la crisi di salinità del Mediterraneo, le ingressioni e le regressioni marine, il glacialismo quaternario e, infine, l'azione dell'uomo. Alcune specie derivano da una fauna pre-miocenica (più antica cioè di 23 milioni di anni) originatasi in paleo-aree geografiche tradizionalmente chiamate dai biogeografi Tirrenide ed Egeide; altre sono penetrate dall'Asia e dall'Europa orientale nell'ultimo milione di anni; altre ancora sono state introdotte ad opera dell'uomo. Ogni vicissitudine paleogeografica e paleoclimatica ha lasciato evidenti tracce che si possono ancora leggere studiando la distribuzione attuale delle specie in Italia.

Il nucleo faunistico più antico della fauna italiana è costituito dai cosiddetti paleoendemiti, cioè da specie principalmente originarie della Tirrenide (la placca sardo-corsa) e in minor misura dell'Egeide, la placca adriatica e apula. La Tirrenide, staccatasi dall'attuale costa provenzale e catalana e migrata verso



Il coleottero carabide *Sardaphaenops supramontanus*, endemita paleotirrenico di grotte della Sardegna

Est, ha dato origine alla Corsica, alla Sardegna e a numerose piccole aree (microzolle) sparse dalla Toscana alla Sicilia. Ogni microzolla ha portato con sé gli antenati di alcune specie odierne: le tracce di questo antico evento sono infatti svelate dalla distribuzione attuale delle specie relitte "paleotirreniche". Al nucleo originario dei paleoendemiti si sono sovrapposti vari contingenti faunistici, il più cospicuo dei quali è costituito da specie dell'Europa orientale e dell'Asia occidentale, penetrate in Italia a partire dal Pliocene (5-3 milioni di anni fa), in condizioni climatiche principalmente di tipo steppico e favorite nel loro processo di colonizzazione dall'instaurarsi di una continuità territoriale tra sistema alpino e appenninico. Questo contingente settentrionale, ulteriormente accresciuto da elementi asiatici e sibirici, ha avuto una ulteriore dispersione verso Sud durante le acme glaciali del Quaternario, per poi subire un progressivo ritiro a seguito dei mutamenti climatici post-glaciali. Durante il suo ritiro, questo contingente ha lasciato numerosi relitti sui principali sistemi montuosi, soprattutto appenninici. Il ritiro è stato inoltre accompagnato dalla penetrazione soprattutto da Sud di un altro contingente faunistico, costituito da elementi mediterranei, con numerose specie legate ai climi caldi che caratterizzano il settore appenninico meridionale e le isole. Un ultimo evento da considerare (ultimo in ordine di tempo, non di importanza) è la comparsa dell'uomo, con la conseguente antropizzazione del territorio, l'introduzione di specie aliene e le alterazioni climatiche (*global change*) che stanno rapidamente modificando gli assetti faunistici raggiunti in milioni di anni di evoluzione.



Distribuzione in Italia della ricchezza di specie a corotipo europeo (a sinistra) e mediterraneo (a destra)

■ Biodiversità e ricchezza di specie

La biodiversità può essere definita come la complessità della vita in una determinata area geografica. La ricchezza di specie è la più semplice misura di biodiversità; un'efficace gestione degli habitat e del loro patrimonio faunistico richiede pertanto l'individuazione di quelle aree che presentano i valori più elevati in numero di specie (*hotspot* di biodiversità). Individuazione tutt'altro che facile, essendo il numero di specie di un'area, come prevedibile, positivamente correlato con il numero e l'accuratezza delle ricerche effettuate.

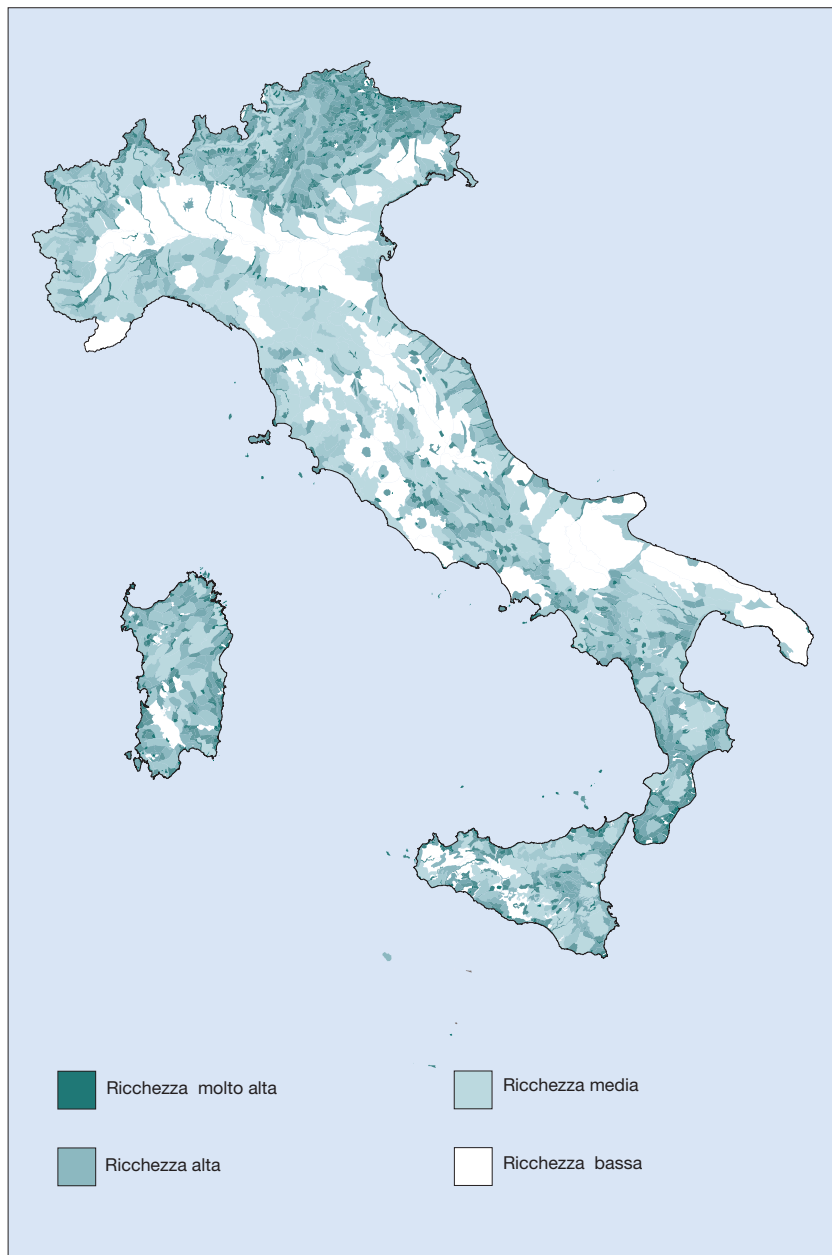
Applicando tecniche geostatistiche sofisticate, è stato possibile, almeno in parte, "depurare" i dati ed individuare i principali *hotspot* di biodiversità in Italia, localizzati lungo l'arco alpino e prealpino, l'Appennino Ligure, Tosco-Emiliano, Abruzzese e Laziale. Gli *hotspot* nelle regioni meridionali e insulari, più piccoli, comprendono il Gargano, i massicci calabresi, i rilievi della Sicilia nord-orientale e quelli della Sardegna centrale.

La distribuzione dei diversi taxa può ovviamente differire da questo quadro generale. Ad esempio possiamo riconoscere le specie poco mobili, che hanno risentito dell'effetto delle glaciazioni (come i molluschi gasteropodi acquatici della famiglia degli idrobiidi, o i crostacei e coleotteri cavernicoli), e sono oggi accantonati in habitat molto peculiari e localizzati, accanto ad altre che hanno ricolonizzato le aree depauperate dalle glaciazioni, anche a partire da rifugi (molto noti i casi di numerosi coleotteri, soprattutto carabidi e stafilinidi). Altri *pattern*, mostrati dai taxa più mobili, presentano i loro *hotspot* sui principali rilievi della penisola (come i lepidotteri ropaloceri, cioè le farfalle diurne), oppure rifuggono le fasce climatiche poste alle quote più elevate, marcando con la loro distribuzione le aree prealpine e preappenniniche, ma risalendo a quote maggiori sui massicci montuosi calabresi e siciliani, ricchi di oasi xerotermiche. Queste distribuzioni presentano tutti alcuni aspetti comuni: una scarsa presenza nella Pianura Padana e nell'entroterra pugliese, lucano e siculo, in relazione verosimilmente al grado di antropizzazione e all'omogeneità del paesaggio.

Le specie endemiche. Abbiamo visto come gli endemiti, specie il cui areale di distribuzione si trova integralmente o per la massima parte (subendemiti) in Italia, siano i relitti delle antiche vicissitudini della storia della nostra fauna.



Niphargus julius, crostaceo cavernicolo endemico delle Prealpi Giulie (Friuli)



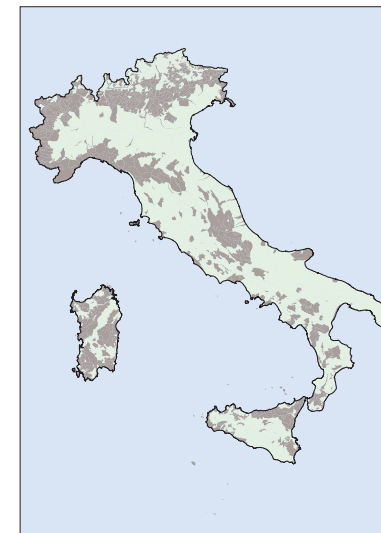
Distribuzione della ricchezza di specie in Italia

Perdere una specie endemica significa cancellarla dalla faccia della terra e per questo motivo conoscerne la distribuzione riveste grande rilievo conservazionistico.

Un habitat, ad esempio, potrebbe essere molto ricco di specie ad ampia distribuzione, e quindi essere un *hot-spot* di biodiversità, ma possedere pochi endemiti: ne conseguirebbe che, nell'ottica di redigere una "scaletta" di priorità per la conservazione, andrebbe privilegiato l'habitat che alberga il numero più elevato di endemiti rispetto a quello a più elevata biodiversità. Concetto questo non sempre ben presente nelle politiche di conservazione, che mirano spesso a conservare il maggior numero possibile di specie, sovente specie "bandiera", cioè con maggiore *appeal*, soprattutto uccelli e mammiferi, gruppi molto poveri di endemiti.

Le aree e gli habitat che presentano la maggior concentrazione di specie endemiche si localizzano sulle aree prealpine, sulle Alpi occidentali e vari massicci isolati lungo la catena appenninica, nonché sulle isole maggiori, rivelando l'importanza dell'isolamento geografico nei processi di speciazione che le hanno originate. I valori più bassi si riscontrano alle quote più elevate delle Alpi (in relazione all'effetto depauperante delle glaciazioni quaternarie) e nelle aree pianiziarie (di origine recente, post-glaciale, e profondamente alterate dall'azione dell'uomo).

Le specie rare. La rarità di una specie può essere definita sia come la condizione di essere presente in un limitato numero di aree o di habitat (rarità di distribuzione), sia come la scarsità di individui all'interno di una certa area o di un certo habitat; i due criteri non necessariamente coincidono. La rarità dipende dalle esigenze ecologiche delle specie, dalla loro storia (ad esempio se si tratta di endemiti), dalla loro marginalità (cioè dal fatto di essere presenti in Italia ai margini del loro areale di distribuzione), dalle alterazioni antropiche del territorio. Gli habitat che albergano il maggior numero di specie rare sono localizzati sulle isole, sull'arco alpino e prealpino ed in alcune aree isolate appenniniche e pugliesi.

Aree (*hotspot*) con maggior concentrazione (in marrone) di specie endemiche



Incidenza delle specie aliene sul totale della fauna in Italia

Le specie aliene. Sono aliene (o alloc-tone, non indigene, esotiche) quelle specie estranee alla fauna italiana, la cui introduzione è avvenuta ad opera dell'uomo, tramite un trasferimento motivato o involontario. Talora si parla di specie "invasive", al fine di sottolineare le rapide dinamiche di espansione che le specie aliene possono manifestare una volta introdotte.



Terrapin dalle orecchie rosse (*Trachemys scripta*)

L'introduzione di specie aliene, in particolare se invasive, è attualmente considerato uno tra i più importanti fattori che minacciano la conservazione della biodiversità, insieme alla frammentazione e distruzione degli habitat naturali. È inoltre confermato che la presenza di tali specie porta conseguenze negative anche su molti aspetti della vita dell'uomo, compresi quelli economici, sociali e sanitari. L'incidenza di specie aliene in Italia è molto elevata nella Pianura Padana ed in alcune altre aree fortemente antropizzate (quali il litorale laziale e quello adriatico, il Salento, la piana del Campidano in Sardegna). Attualmente, si stima che il numero di specie aliene costituisca poco più dell'1% della fauna italiana; tuttavia questa percentuale non è costante nei diversi taxa con importanti ripercussioni negative sulla conservazione di alcuni habitat.

Tra le specie terrestri, sono noti elementi alieni almeno tra i nematodi, i molluschi gasteropodi, gli artropodi e i vertebrati; la maggior parte (80-90%) è rappresentata da insetti. Tra questi ultimi, gran parte delle specie è stata introdotta in epoche molto recenti attraverso gli scambi commerciali di piante, semi e terra o per la lotta biologica. Per quanto attiene i vertebrati, tra gli anfibi e i rettili sono noti con certezza una decina di casi di introduzione; uno dei più conosciuti riguarda la testuggine acquatica americana nota come terrapin dalle orecchie rosse (*Trachemys scripta*), venduta nei nostri negozi di animali e scriteriatamente liberata nelle zone umide, dove entra in competizione con l'indigena testuggine d'acqua dolce (*Emys orbicularis*). I mammiferi non indigeni sono soprattutto roditori; particolarmente preoccupante è il caso dello scoiattolo grigio (*Sciurus carolinensis*), introdotto dall'America settentrionale, in quanto si ritiene che questa specie, originariamente diffusa solo nelle province di Torino e Cuneo, possa rapidamente espandersi verso e oltre le Alpi, con gravissima minaccia per la sopravvivenza dello scoiattolo indigeno (*Sciurus vulgaris*), con gravi ripercussioni sugli habitat boschivi. Un'altra specie notoriamente invasiva è la nutria (*Myocastor coypus*), neotropica, introdotta come animale da pelliccia negli anni '20 del secolo scorso ed oggi responsabile di gravi alterazioni agli ecosistemi ripariali.



Lontra (*Lutra lutra*), una delle specie maggiormente minacciate della fauna italiana

Negli ambienti d'acqua dolce i problemi sono ancora più gravi; oltre i due terzi degli invertebrati alieni sinora censiti sono rappresentati da crostacei, come il gambero della Louisiana (*Procambarus clarkii*), originario degli Stati Uniti sud-orientali ed importato in Italia per l'acquacoltura; questa specie, in continua espansione, desta preoccupazioni per la sua invasività, la sua superiorità competitiva rispetto alle specie indigene e la sua tolleranza all'inquinamento e alle avversità ambientali, che di fatto ne impediscono l'eradicazione. Ma la situazione più critica è rappresentata dai pesci: delle 67 specie che costituiscono l'ittiofauna d'acqua dolce del nostro paese, quasi il 60% è rappresentata da specie aliene. Questo valore è purtroppo in continuo aumento: l'introduzione nell'ambiente naturale di specie esotiche, a scopo commerciale o ricreativo, pur vietata a norma di legge, continua e sta snaturando la fauna ittica italiana, incidendo pesantemente sulla conservazione delle specie endemiche e degradando gli habitat d'acqua dolce.



Una delle ultime foto di foca monaca (*Monachus monachus*) in una grotta della Sardegna; la specie è ormai considerata estinta in Italia

Le specie minacciate. L'importanza per la conservazione di una specie è funzione del suo *status* di endemica e della sua rarità, valori che possono essere integrati, quando possibile, considerando la sua unicità tassonomica, cioè il fatto che la specie sia l'unica rappresentante di un genere o addirittura di una famiglia, come accade ad esempio per il proteo (*Proteus anguinus*) delle grotte del Carso triestino e goriziano. Questa importanza viene anche definita "intrinseca", cioè dipende (con l'importante eccezione della rarità indotta dall'uomo) dalla storia evolutiva di una specie. Tuttavia un elevato valore di conservazione non necessariamente comporta pericolo di estinzione: sono infatti i fattori antropici, che agiscono direttamente sulla specie (ad esempio mediante prelievo) o indirettamente (mediante alterazione dell'habitat) a determinarne il grado di minaccia.

Purtroppo la mancanza di uno studio esaustivo non consente di quantificare esattamente il grado di minaccia dell'intera fauna italiana. Su un campione studiato di 10.000 specie, secondo i dati del Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare, le specie in pericolo di estinzione rappresentano circa il 5% del totale, mentre l'8% è invece da considerarsi vulnerabile. Purtroppo ben 46 specie sono state classificate come già estinte in Italia; mentre 32 di queste sopravvivono ancora in altri paesi, 14 (quasi tutte appartenenti agli insetti) sono endemiche italiane e, se il dato venisse confermato, potrebbero essere considerate estinte a livello globale.



Serpente gatto (*Telescopus fallax*), specie di allegato IV della Direttiva Habitat

■ Gli aspetti faunistici degli habitat terrestri e delle acque interne

Si indicano genericamente come “specie di Direttiva” le specie inserite negli allegati della Direttiva 92/43/CEE, cioè la Direttiva Habitat, oppure negli allegati della Direttiva 79/409/CEE, cioè la Direttiva Uccelli, e nelle loro successive modifiche ed integrazioni.

Tralasciando i dettagli normativi che saranno più esaurientemente trattati nel capitolo conclusivo del presente volume, riveste particolare rilievo la Direttiva Habitat, che sancisce in modo chiaro un semplice concetto: individua come soggetti per la conservazione non solamente le specie animali e vegetali (allegati II, IV e V),

ma anche gli habitat (elencati in allegato I), stabilendo che la conservazione delle specie viene attuata attraverso la conservazione e gestione degli habitat in cui esse vivono. Le specie di interesse comunitario sono definite dalla Direttiva Habitat come le specie che, nel territorio della Comunità Europea, sono (1) in pericolo, o (2) vulnerabili, o (3) rare, o (4) endemiche; alcune di esse (riportate in allegato II con un asterisco) sono “prioritarie”, nel senso che la Comunità Europea “ha una responsabilità particolare” per la loro conservazione.

Accanto ai Siti di Interesse Comunitario (SIC) individuati ai sensi della Direttiva Habitat per divenire le Zone Speciali di Conservazione (ZSC), le Zone di Protezione Speciale (ZPS) individuate ai sensi della Direttiva Uccelli per tutelare le specie ornitiche vanno a costituire una coerente rete di habitat la cui tutela è finalizzata alla conservazione di specie, o complessi di specie; in sintesi alla tutela della fauna o, se vogliamo utilizzare un termine con maggiore *appeal*, della biodiversità animale.

Nella presente breve disamina degli aspetti faunistici degli habitat italiani terrestri e d'acqua dolce verrà pertanto seguita la classificazione proposta dalla Direttiva e verranno ricapitolati gli habitat vegetazionali dettagliatamente descritti nel precedente capitolo, opportunamente integrando la trattazione per le acque dolci e gli ambienti sotterranei. In questi casi infatti l'aspetto vegetazionale può essere del tutto secondario rispetto a quello faunistico per la caratterizzazione degli habitat, se non inadeguato, come nel caso delle grotte.

La fauna degli habitat terrestri e d'acqua dolce

La fauna degli habitat costieri.

Le coste marine sono ambienti severi per gli animali terrestri o d'acqua dolce, per la presenza di numerosi fattori naturali limitanti quali:

- la mobilità dei substrati;
- la loro aridità (per gli ambienti dunali e di spiaggia emersa) o l'eccessiva imbibizione da parte di acqua marina (per gli ambienti più prossimi alla linea di costa, quali sabbie e accumuli di detriti);
- l'esposizione alle mareggiate e ai venti, che possono rimuovere gli organismi dai loro microhabitat.

Questi fattori agiscono in modo differente a seconda della natura del substrato, ma soprattutto della distanza dal mare: gli zoologi hanno pertanto distinto delle fasce o zone demarcate da linee subparallele all'andamento della linea di costa.

La fascia *intertidale* (o zona di marea) ospita popolamenti ad invertebrati terrestri più stabili e diversificati laddove essa è più ampia; ad esempio lungo i litorali sabbiosi ritroviamo soprattutto artropodi scavatori, che tendono a spostarsi seguendo in genere le variazioni del livello delle maree.

Per quanto attiene la fauna acquatica, merita di essere menzionata l'importante meiofauna interstiziale delle sabbie, che accanto ad elementi di origine marina esclusivi di questo habitat (ne è un eccezionale esempio il crostaceo mistacocaride *Derocheilocaris remanei*), annovera anche specie dulciacquicole, soprattutto minuscoli nematodi, crostacei copepodi, isopodi e anfipodi dal corpo allungato, idoneo a muoversi tra gli interstizi dei granelli di sabbia.

Nella fascia *eulitorale*, raggiunta solo

dalle mareggiate, si depositano detriti animali o vegetali (come le *banquette*), presenti in maggior misura lungo le coste sabbiose. Questa fascia alberga soprattutto invertebrati saprofagi e detritivori, assieme ai loro predatori: si tratta di un popolamento caratteristico, anche se molto variabile nello spazio e nel tempo in funzione della disponibilità della risorsa. Vi ritroviamo in particolare larve di ditteri (efidridi), coleotteri (quali curculionidi, stafilinidi e scarabeoidei) ed i caratteristici crostacei anfipodi talitridi, come *Orchestia mediterranea* e *Platorchestia platensis*, o talora *Talitrus saltator* che può raggiungere anche le fasce più interne. Non mancano i predatori, soprattutto carabidi come *Parallelomorphus laevigatus* e *Eurynebria complanata* che si cibano dei talitridi.



Il carabide *Eurynebria complanata*

La fascia *sopralitorale*, dove lungo i litorali sabbiosi si formano le dune embrionali, alberga coleotteri fitofagi che possono essere dunicoli specializzati (quando associati a piante alofile) oppure ubiquisti. Quando la spiaggia è limoso-fangosa, prevalgono gli invertebrati alofili e lutobi (cioè abitanti tipici di ambienti limosi). Spesso troviamo un

popolazione migrante, costituito in prevalenza da ditteri e coleotteri che passano la notte infossati nella sabbia delle dune o alla base delle piante pioniere e nelle ore calde migrano sulla sabbia bagnata in prossimità della riva. La fascia *extralitorale* comprende le dune mobili, quelle consolidate, il retroduna e gli eventuali stagni costieri che occupano le depressioni retrodunali o interdunali. Può essere inoltre presente più all'interno la zona delle dune fossili (o paleodune). Le faune comprendono, oltre ad elementi xerofili, legati all'aridità di questi habitat, soprattutto invertebrati psammofili (cioè esclusivi delle sabbie) o psammofili, più o meno specializzati. Tra questi ritroviamo anche elementi relitti, con alcune specie endemiche ad areale molto ristretto ed a rischio di estinzione, come il coleottero meliride *Brachemys peragalloi*. Gli stagni costieri costituiscono un ambiente di particolare interesse. La fauna riparia è di solito più ricca e varia

rispetto agli ambienti dunali perché vi compaiono le specie igropsammofili, legate cioè a terreni sabbiosi umidi, spesso trasportate dalle alluvioni fluviali ed acclimatate in questo ambiente; vi prevalgono i coleotteri, soprattutto carabidi. Con l'aumento della percentuale di limo e argille, e la diminuzione di sabbia, la fauna ad invertebrati terrestri diviene progressivamente più ricca e complessa; la presenza di vegetazione infine attira numerosi fitofagi e saprofagi con il loro corteggio di predatori. La fauna acquatica di questi ambienti dipende in primo luogo dalla salinità, piuttosto variabile nello spazio e nel tempo. Le acque *iperaline* (salinità > 40‰) sono il frutto dell'evaporazione che causa una concentrazione di sali disciolti superiore a quella dell'acqua di mare; si tratta di ambienti estremamente "severi", con poche specie, quali i crostacei anostraci del genere *Artemia* ed alcuni copepodi. Le acque *eualine* (40-30‰)



Fauna degli habitat costieri, da sinistra verso destra e dall'alto verso il basso: crostaceo anfipode (*Orchestia gammarella*), coleottero tenebrionide (*Tentyria grossa*), spatola, garzetta, cavaliere d'Italia e libellula (*Lestes viridis*)

sono le acque marine, cui è dedicato un altro capitolo di questo volume. Le acque *mixoaline* (30-0,5 ‰) corrispondono alle acque salmastre mentre quelle *limniche* (<0,5‰) sono le acque dolci: sono più ricche di specie le acque limniche, che albergano molti insetti, nonché crostacei (anostraci, cladoceri, copepodi e ostracodi), mentre sono povere le acque salmastre (dove prevalgono i crostacei mentre sono scarsissimi gli insetti), per l'elevata variabilità delle condizioni ambientali. Similmente a quanto avviene per gli invertebrati, la salinità condiziona anche la fauna ittica di questi ambienti di transizione. Tra i pesci di maggior interesse per la gestione dell'habitat ricordiamo i migratori obbligati, che migrano per riprodursi risalendo dal mare alle acque dolci (*anadromi*) o viceversa (*catadromi*). Il solo pesce catadromo



Anguilla (*Anguilla anguilla*)

dell'ittiofauna italiana è l'anguilla (*Anguilla anguilla*), di cui si studia sui testi scolastici la misteriosa riproduzione nel Mar dei Sargassi. Accanto a queste specie troviamo i cosiddetti pesci "di rimonta", cioè i migratori non obbligati che dal mare possono risalire nelle lagune, nei laghi, negli stagni costieri o lungo i fiumi, come i muggini, la passera di mare (*Platichthys flesus*), l'orata (*Sparus auratus*) e il branzino o spigola (*Dicentrarchus labrax*). Esclusivi delle

acque salmastre sono invece il nono (*Aphanius fasciatus*), il ghiozzetto cinerino (*Pomatoschistus canestrini*) e il ghiozzetto di laguna (*Knipowitschia panizzae*); raro e localizzato è il ghiozzetto di faro (*Pomatoschistus tortonesei*), presente nello Stagnone di Marsala. Il nono, il ghiozzetto cinerino e il ghiozzetto di laguna sono specie inserite nell'allegato II della Direttiva Habitat. Non mancano in queste acque le specie aliene, come l'invasiva gambusia (*Gambusia holbrooki*), introdotta in Italia nel 1922 per la lotta alla malaria nelle Paludi Pontine. Abbiamo sin qui rivolto l'attenzione a invertebrati e pesci; ma sicuramente sono gli uccelli la componente della fauna più studiata e di maggior interesse per il grande pubblico degli habitat costieri, sia per il loro ruolo ecologico che li pone ai vertici della piramide alimentare, sia per il loro valore culturale ed estetico (specie "bandiera"). La maggior parte delle circa 500 specie ornitiche elencate nella *checklist* degli uccelli italiani è infatti osservabile negli habitat costieri, dove diverse specie svolgono importanti fasi del ciclo biologico, quali la riproduzione, la muta del piumaggio, la sosta migratoria e lo svernamento.

Tra gli habitat costieri sono i fragmiteti ad ospitare alcuni dei popolamenti ornitici di maggior rilievo conservazionistico; oltre ai numerosi passeriformi, vi ritroviamo come nidificanti in particolare gli ardeidi, sia solitari come il tarabuso (*Botaurus stellaris*) e il tarabusino (*Ixobrychus minutus*), sia con tendenza ad aggregarsi in colonie (garzaie). Ad eccezione della garzetta (*Egretta garzetta*), tutti gli ardeidi sono in declino in Italia, causa la rarefazione dei canneti, l'intensa pressione venatoria e la presenza di specie aliene. Accanto agli ardeidi la lista delle specie minacciate o vulnerabili legate ai fragmiteti è molto lunga;

tra tutte ricordiamo il caso del gobbo rugginoso (*Oxyura leucocephala*), estinto in Italia attorno agli anni sessanta e oggetto attualmente di tentativi di reintroduzione. Nelle aree a vegetazione alofitica la fauna ornitica cambia; sono tipici nidificanti ad esempio l'avocetta (*Recurvirostra avosetta*), il cavaliere d'Italia (*Himantopus himantopus*), il



Cavaliere d'Italia (*Himantopus himantopus*)

fratino (*Charadrius alexandrinus*). Assumono particolare rilievo per la nidificazione la presenza di isolotti e dossi dunali dove si concentra la maggior parte delle colonie italiane di sterne e laridi, accanto a due specie molto note, di grande valore conservazionistico: la spatola (*Platalea leucorodia*) e il



Spatola (*Platalea leucorodia*)

fenicottero (*Phoenicopterus ruber*). Le zone umide costiere rappresentano inoltre punti di sosta per i migratori, non legati strettamente a questi ambienti, ma

che vi possono essere stagionalmente presenti con densità talora molto elevate. Va evidenziato anche il ruolo degli habitat come "punti notevoli" del paesaggio, che numerose specie utilizzano per la navigazione: a questo proposito le foci fluviali sono di particolare rilievo, e presso di esse il flusso migratorio è molto elevato. Durante l'inverno, gli uccelli acquatici divengono la componente faunistica che, in base alla percezione umana, caratterizza maggiormente le zone umide costiere, che in Italia sostengono regolarmente circa un milione di individui, ascrivibili ad oltre un centinaio di specie. Non solo le Direttive Habitat e Uccelli elencano una serie numerosa di specie di interesse comunitario tipiche degli habitat costieri; anche la Convenzione di Ramsar sulle zone umide d'importanza internazionale e la Convenzione di Bonn sulla conservazione delle specie migratrici sono strumenti legislativi rivolti alla tutela di questi ambienti. Purtroppo però gli habitat costieri possiedono la prerogativa di essere raramente stabili nel tempo e per tale motivo la loro conservazione contrasta con la generale tendenza dell'uomo ad "imbrigliare" il paesaggio piegandolo al proprio volere; i risultati sono noti a tutti: argini perimetrali, difese di sponda, dighe snaturano gli habitat costieri impedendo la loro evoluzione e conservazione. Molto spesso il degrado di questi habitat, sino alla loro totale scomparsa, dipende dalla carenza d'acqua in superficie, spesso a causa dell'abbassamento della falda come conseguenza degli interventi finalizzati all'agricoltura; in altri casi l'intensa urbanizzazione, la creazione di complessi industriali e l'antropizzazione dei litorali hanno reso molto problematica la salvaguardia.

Anche altre attività umane che si esercitano tradizionalmente nelle lagune e lungo i litorali costituiscono una grave minaccia per la fauna. La pesca di una specie aliena introdotta deliberatamente, la vongola filippina (*Tapes philippinarum*), sta modificando la morfologia, la granulometria e la composizione dei popolamenti macrobentonici di ampie estensioni di bassi fondali lagunari; gli allevamenti ittici eutrofizzano le acque costiere e lagunari e hanno ridotto la "montata" del novellame delle specie naturalmente presenti in questi habitat; le attività ricreative (sport acquatici, turismo balneare) sono causa di notevole degrado, quando non di deliberata distruzione delle spiagge con asporto delle importanti *banquette* o con il ripascimento delle linee di costa mediante sabbie alloctone; infine la caccia, che oltre all'azione diretta sulla fauna (prelievo) è fonte di disturbo e di inquinamento da piombo dovuto alle cartucce depositatesi sul fondo dei bacini.



Garzette (*Egretta garzetta*), gli ardeidi più comuni negli habitat costieri

La fauna delle acque interne

Escludendo gli habitat costieri, le acque interne comprendono essenzialmente le acque correnti (*lotiche*), quelle stagnanti e lacustri (*lentiche*) e quelle sotterranee.

Le acque lotiche: gli invertebrati bentonici. Le componenti della fauna indispensabili per caratterizzare gli habitat delle acque correnti superficiali, in particolare laddove la vegetazione macrofitica è ridotta o assente, sono gli invertebrati bentonici ed i pesci. Entrambi sono stati utilizzati con la finalità di suddividere i corsi d'acqua in "zone ecologiche" omogenee. La fauna ad invertebrati bentonici (organismi che vivono in prossimità del substrato) può essere suddivisa in tre grandi gruppi ecologici. La microfauna comprende tutti quei microscopici organismi che passano attraverso un setaccio con vuoto di maglia di 60 µm (ovvero 60 millesimi di millimetro); vi appartengono i protozoi, i rotiferi e molti

nematodi. La meiofauna raggruppa invece gli invertebrati che sono trattenuti dal setaccio o retino citato, ma passano invece attraverso un setaccio con vuoto di maglia di 500 µm: si tratta di oligocheti, nematodi, acari, copepodi, ostracodi e stadi larvali o giovanili di organismi di maggiori dimensioni. Infine la macrofauna è trattenuta da un retino con vuoto di maglia di 500 µm; vi appartengono i più noti abitatori delle acque correnti. Nelle acque correnti l'attenzione degli ecologi è stata rivolta principalmente al ruolo funzionale che i macroinvertebrati, come consumatori, rivestono nella rete alimentare e pertanto alle modalità con le quali si procurano il cibo. Distinguiamo quattro categorie principali:

- i frammentatori (*shredders*) come molte larve di tricotteri, ninfe di plecoteri e crostacei anfipodi, si nutrono di detrito e frammentano la sostanza organica grossolana;
- i raccoglitori (*collectors*) si nutrono della sostanza organica fine (cioè particelle di diametro inferiore ai 2 mm) che possono procurarsi raccogliendola direttamente (*gatherers*: ninfe fossorie di efemerotteri, oligocheti, molte larve di ditteri chironomidi) o filtrandola dall'acqua



Larva di dittero chironomide

(*filterers*: larve di ditteri simuliidi, larve di tricotteri idropsichidi);

- pascolatori (*grazers*) e raschiatori (*scrapers*) si nutrono delle alghe e dello

strato organico attaccato al substrato che possono prelevare o raschiare con l'apparato boccale appositamente conformato (coleotteri elmidi, ninfe di efemerotteri eptageniidi, gasteropodi);

- infine troviamo i predatori (*predators*) quali irudinei (sanguisughe), ninfe di odonati, coleotteri ditiscidi, chironomidi tanipodini e molti altri.

Naturalmente si può intuire come le abbondanze relative delle diverse categorie debbano necessariamente variare lungo un corso d'acqua, in funzione principalmente della disponibilità di sostanza organica. I frammentatori sono ad esempio più frequenti nei tratti superiori dei corsi d'acqua (dove, in funzione della velocità della corrente, è maggiormente disponibile la sostanza organica grossolana) mentre i filtratori aumentano gradualmente scendendo



Larva di tricottero (*Philopotamus ludificatus*)

lungo un torrente, finché la corrente non diviene troppo lenta ed i raccoglitori dominano i fiumi di pianura. Tutti questi organismi svolgono un ruolo che viene definito "riciclaggio della sostanza organica", fondamentale in presenza di inquinamento organico, concorrendo al "potere autodepurativo" di un corso d'acqua. L'inquinamento organico e chimico (scarichi urbani, industriali, zootecnici o di altre attività produttive) nonché le alterazioni antropiche dirette sui corsi d'acqua (escavazioni, dighe o

sbarramenti, canalizzazioni) banalizzano la fauna ad invertebrati dei corsi d'acqua, favorendo le specie più tolleranti, ad ampia valenza ecologica, e causando la scomparsa delle specie più sensibili. Per questo motivo gli invertebrati bentonici sono da tempo considerati ottime "spie" delle condizioni ambientali e ampiamente utilizzati nella diagnosi della "qualità biologica" dei corsi d'acqua, metodica oggi riconosciuta a norma di legge (Direttiva Acque, 60/2000/CE). Poiché le comunità bentoniche variano lungo i corsi d'acqua, i macroinvertebrati permettono di distinguere tre grandi habitat o "zone ecologiche" che sono state denominate *crenal* (habitat delle sorgenti), *ritral* (habitat dei ruscelli e torrenti) e *potamal* (habitat dei fiumi di pianura). A queste, ovviamente, va aggiunto l'ambiente di foce, in cui, a causa dell'incontro con l'acqua di mare, si viene a formare un sistema ecotonale, di transizione, cui si è accennato nella sezione relativa agli habitat costieri. Ad ognuna di queste tre zone corrispondono comunità macrobentoniche diverse tra loro (dette *crenon*, *ritron* e *potamon*) in risposta all'intensità della corrente, all'arricchimento in sali e sostanza organica, al grado di ossigenazione dell'acqua e alla temperatura.

L'habitat del crenal. Gli idrobiologi classificano le sorgenti (*crenal*) ascrivendole a tre tipologie. Le sorgenti *reocrene*, in cui l'acqua fuoriesce con discreta velocità di corrente dalla roccia, dal detrito grossolano o dal terreno, albergano una fauna dominata dai frammentatori (numerosi ditteri, in particolare chironomidi, plecoteri e tricotteri, accanto a efemerotteri eptageniidi, crostacei anfipodi). Se la sorgente scende lungo una parete rocciosa, formando una sottile lamina d'acqua, si parla di habitat igropetrici, che

possiedono una fauna molto particolare, ricca di crostacei arpaticoidi, tricotteri e soprattutto larve di ditteri (chironomidi, taumaleidi, tipulidi, psicodidi, straziomiidi), talora esclusivi di questi ambienti. Le sorgenti *elocrene*, in cui l'acqua fuoriesce diffusamente dal terreno non formando un rivolo unico bensì disperdendosi in pozze e rivoletti che confluiscono in uno o più collettori, sono tipiche delle aree prative o a pascolo, ma si ritrovano talora anche nel sottobosco. La fauna è arricchita da elementi tipici di acque a lento decorso (raccoglitori,



Ninfa di efemerottero (*Habroleptoides confusa*)

pascolatori, raschiatori), con efemerotteri, tricotteri limnefilidi, coleotteri ditiscidi e, tra la meiofauna, copepodi ciclopidi; quando il tenore in calcio lo consente, vi abbondano molluschi gasteropodi e bivalvi. Le sorgenti *limnocrene*, in cui l'acqua fuoriesce dal fondo di un bacino o laghetto, possiedono infine una fauna simile a quella lacustre.

Le sorgenti sono state trascurate dalla Direttiva Habitat, che vi include, per l'Italia, le sole sorgenti "petrificanti" in formazioni tufacee (Habitat 7220* "Sorgenti petrificanti con formazione di travertino (*Cratoneurion*)") listate tra le torbiere. Penalizza questo importante insieme di habitat, da cui i corsi d'acqua traggono origine, l'assenza di associazioni vegetali macrofitiche caratteristiche, su cui largamente si basa l'allegato I.

L'habitat del kryal. In montagna, al di sopra della linea degli alberi, il *kryal* è il tratto torrentizio dominato dalle acque di scioglimento glaciale. La temperatura dell'acqua è generalmente inferiore ai 10°C anche nel breve periodo estivo, la corrente veloce, l'ossigenazione buona. Vi è totale assenza di macrofite acquatiche radicate e anche la vegetazione riparia può essere assente alle quote più elevate. Per questo anche il *kryal* è escluso dalla Direttiva Habitat, che tutela tuttavia i ghiacciai permanenti (Habitat 8340). Il *kryal* presenta condizioni difficili per la vita acquatica; la comunità bentonica è semplificata e comprende poche specie molto specializzate e spesso esclusive di questo habitat; nei tratti superiori dominano ditteri chironomidi, nematodi, oligocheti, tricladi e copepodi arpatocoidi, mentre con l'aumentare della distanza dal ghiacciaio diventa importante la presenza di ninfe di plecoteri ed efemeroteri e di larve di tricoteri e il *kryal* sfuma nel *ritral*.

L'habitat del ritral. A differenza del *kryal*, il *ritral* (o *rhithral*) è più ricco di sostanza organica proveniente dalla vegetazione circostante o, per dilavamento, dal terreno. La comunità macrobentonica è qui più abbondante ed arricchita di tutti quei consumatori di detrito la cui presenza nei tratti d'alta quota era limitata dalla scarsità di alimento. Nei tratti inferiori compaiono le macrofite acquatiche e con esse gli invertebrati fitofagi e periftici. Riveste inoltre importanza strutturale per le comunità del *ritral* la predazione da parte dei pesci. È noto che questa è più intensa in certi microhabitat, ad esempio è maggiore nelle pozze (*pool*) che non nei tratti a corrente veloce, con rapide e cascatelle (*riffle* e *run*), probabilmente in relazione alle minori possibilità di nascondiglio offerte. Un elevato *drift* (cioè il trasporto di organismi da monte a valle ad opera della corrente) tende a mitigare l'effetto della predazione in questo habitat. Anche i tratti ritrali superiori (*epiritral*) dei



Fauna delle acque lotiche (ritral); da sinistra verso destra e dall'alto verso il basso: ninfa di efemerottero, larva di chironomide, trota marmorata, gambero di fiume, scazzone, merlo acquaiolo, salamandra pezzata, ninfa di plecoteri e crostaceo anfipode

torrenti sono trascurati dalla Direttiva Habitat; paradossalmente la tutela della loro fauna è demandata principalmente alla presenza di una vegetazione di greto o ripariale di interesse comunitario. Tra gli invertebrati dell'*epiritral* sono inclusi in Direttiva i soli gamberi di fiume (*Austropotamobius pallipes* e *A. torrentium*),



Gambero di fiume (*Austropotamobius pallipes*)

in forte regressione in tutta Italia, causa il deterioramento della qualità delle acque e l'eccessivo prelievo cui erano sottoposti.

L'habitat del potamal. Si tratta del tratto maturo di un fiume, quando il corso d'acqua, raggiunta la pianura, perde la sua vivacità ed il particolato solido eroso a monte si deposita lentamente, dando luogo a fondi con sabbia fine e limo. Nel *potamal* aumenta la quantità di materiale organico disponibile, diminuisce l'ossigeno disciolto e gli effetti dell'azione umana sono in questo habitat più pesanti. Nonostante la prevalenza di ditteri, spesso molto tolleranti, sono associate all'ambiente potamale numerose specie di interesse comunitario, ai sensi della Direttiva Habitat. Si possono ricordare i bivalvi *Microcondylaea compressa* e *Margaritifera auricularia*, quest'ultima forse già estinta in Italia ed esclusiva del *potamal*, accanto a vari odonati (*Ophiogomphus cecilia*, *Cordulegaster trinarclae* e *Oxygastra curtisi*), presenti anche nei tratti ritrali inferiori.

L'habitat dello stygal. Nelle sorgenti, nei torrenti e nei fiumi di pianura con substrato ghiaioso e sabbioso, la meiofauna popola l'ambiente delle cosiddette "acque interstiziali", ossia le acque che scorrono negli interstizi che separano i granuli di ghiaia e sabbia. Si tratta di un ambiente acquatico sotterraneo (*stygal*), dove l'oscurità seleziona particolari organismi adattati ed esclusivi di questo habitat. Naturalmente l'ampiezza degli interstizi pone dei limiti fisici alle dimensioni degli animali. Anche la stabilità delle condizioni chimico-fisiche è importante; nel tratto posto immediatamente sotto la superficie del substrato sul fondo dei torrenti (il cosiddetto habitat iporreico), le fluttuazioni dei parametri ambientali sono marcate e sono presenti anche organismi occasionali o che conducono in questo habitat solo una parte del loro ciclo vitale (in particolare giovani ninfe di plecoteri e larve di ditteri chironomidi). Andando invece più in profondità nel sedimento le condizioni ambientali sono più stabili e le acque, seppure meno ossigenate, fluiscono in modo più lento e costante; siamo nella zona freatica, ed è questo il luogo dove troviamo più facilmente i freatobi, cioè gli organismi esclusivi dell'ambiente interstiziale nei terreni alluvionali: oligocheti, acari e crostacei dominano la comunità. I freatobi sono una particolare categoria di stigobi, termine che raggruppa tutti gli animali esclusivi delle acque sotterranee; si tratta di organismi ciechi e depigmentati, con organi di senso molto sviluppati e modificazioni del corpo idonee a raggomitolarsi tra i granuli di sedimento (forme volvazionali) o dal corpo allungato atto a infilarsi negli interstizi tra granulo e granulo (forme allungate e vermiformi). Lo *stygal*, trascurato negli studi idrobiologici, pur albergando un elevato numero di

elementi specializzati ed endemici, è stato “dimenticato” sia dalla Direttiva Habitat che dalla Direttiva Acque.

I pesci e le zonazioni ittiche. Le zonazioni ecologiche dei corsi d'acqua possono essere anche individuate in funzione della distribuzione della fauna ittica ed uno dei pionieri di questa ricerca fu l'ittologo francese Marcel Huet nell'immediato dopoguerra. I lavori di Huet hanno posto in luce come la struttura del popolamento ittico vari in relazione alla pendenza dei corsi d'acqua, venendo influenzata da tutti i parametri chimici, fisici e morfologici che con la pendenza sono strettamente correlati. Lungo un corso d'acqua si vengono a distinguere quattro zone piscicole.

La zona a trota (o zona a salmonidi superiore), con acque veloci, fredde e ben ossigenate, substrato a granulometria eterogenea (roccia, massi, ciottoli, ghiaia grossolana) e assenza di vegetazione acquatica, ha come specie guida la trota fario (*Salmo trutta trutta*)



Trota fario (*Salmo trutta trutta*)

e lo scazzone (*Cottus gobio*), specie inserita nell'allegato II della Direttiva Habitat; in Appennino e nelle isole in questo tratto è presente la trota macrostigma (*Salmo trutta macrostigma*, allegato II).

La zona a temolo (o zona a salmonidi inferiore), con acque meno veloci, ma

ancora fredde e ben ossigenate, substrato ghiaioso, vegetazione sommersa in prevalenza algale e muscinale, ma con presenza di macrofite nei tratti a corrente più lenta, ha come specie caratteristiche il temolo (*Thymallus thymallus*, allegato V) assieme alla trota marmorata (*Salmo trutta marmoratus*) nell'area prealpina e padana (allegato II) e la trota macrostigma nell'area appenninica e nelle isole, accompagnate da alcuni ciprinidi reofili, come il vairone (*Leuciscus souffia*, allegato II).

La zona a barbo (o zona a ciprinidi a deposizione litofila), in cui la pendenza dell'alveo diminuisce e la corrente rallenta, il substrato è ghiaioso e sabbioso, la copertura macrofita si fa consistente, ha come specie guida i barbi (*Barbus plebejus* e *Barbus meridionalis*, allegato II e V della Direttiva Habitat), accompagnati da lasca (*Chondrostoma genei*, allegato II), cavedano (*Leuciscus cephalus*) ed altri ciprinidi reofili.

La zona a tinca (o zona a ciprinidi a deposizione fitofila), in cui la pendenza diviene molto dolce, la corrente lenta, il substrato prevalentemente fangoso e la copertura macrofita consistente, ospita, accanto alla tinca (*Tinca tinca*), numerosi



Tinca (*Tinca tinca*)

ciprinidi come la scardola (*Scardinius erythrophthalmus*) e, nelle anse e tratti a corrente molto lenta, l'alborella (*Alburnus alburnus alborella*).

Anche alle zone ittiche può venir aggiunta la zona delle acque salmastre, il tratto terminale del fiume dove si ha il già citato rimescolamento di acque dolci e marine, le cui specie guida sono i ghiozzetti dei generi *Pomatoschistus* e *Knipowitschia* (allegato II della Direttiva Habitat).

Le prime due zone costituiscono l'insieme delle “acque a salmonidi”, e sono quelle che interessano i torrenti di montagna corrispondendo grosso modo al *ritral*, mentre le altre sono le “acque a ciprinidi” e corrispondono ai tratti inferiori del *ritral* e al *potamal*. Questa semplice suddivisione è di estrema utilità pratica, tant'è vero che è utilizzata da una direttiva comunitaria (78/659/CEE) che tratta della “qualità delle acque dolci che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci”.

Negli ultimi anni purtroppo il quadro distributivo dell'ittiofauna italiana è stato sconvolto dalla massiccia introduzione di specie aliene. Nelle acque interne italiane risultano oggi introdotte e in gran parte acclimate oltre 35 specie. Tra queste, solo la carpa (*Cyprinus carpio*) è definibile “parautoctona”, cioè da considerarsi ormai quasi indigena, risultando presente in Italia già ai tempi dell'Impero Romano. Se si eccettua qualche sporadica introduzione ipotizzata per il periodo medioevale, quelle documentate sono iniziate a partire dalla metà del XIX secolo e si sono protratte fino ai giorni nostri, con specie di varia provenienza; assai frequenti nei corsi d'acqua la trota iridea (*Oncorhynchus mykiss*) nei tratti a salmonidi e il pesce gatto (*Ictalurus melas*), il persico sole (*Lepomis gibbosus*) e la gambusia (*Gambusia holbrooki*) nei tratti a ciprinidi, tutte specie nord-americane. Le introduzioni del passato erano per lo più giustificate da interessi alimentari o commerciali, ma si sono poi sovrapposti interessi legati alla pratica

pescasportiva. Negli ultimi trent'anni sono comparse in Italia, introdotte a scopo ricreativo, ulteriori specie, di provenienza per lo più danubiana e asiatica: il quadro più drammatico è quello del bacino del Po, dove la presenza di grossi predatori quali il siluro (*Silurus glanis*) ha drasticamente



Siluro (*Silurus glanis*)

alterato l'habitat portando all'estinzione di numerosi ciprinidi autoctoni. Il depauperamento delle risorse ittiche ha comportato la necessità di ripopolamenti (noti anche come “semine ittiche”). Tale pratica, formalmente ineccepibile, è stata purtroppo spesso condotta utilizzando esemplari di provenienza diversa, causando il fenomeno noto come “inquinamento genetico”. Oltre alla pesca, altre sono le cause che hanno indotto gli enti preposti ad intraprendere la pratica del ripopolamento: prima fra tutte l'alterazione o distruzione delle zone di frega, soprattutto dei salmonidi, vuoi per l'inquinamento, vuoi per attività di sistemazione idraulica o canalizzazione, vuoi per le derivazioni a scopo idroelettrico o irriguo che fanno permanere in molti corsi d'acqua portate veramente esigue quando non nulle. Secondariamente annoveriamo la limitazione alle migrazioni dei pesci, a scopo trofico e riproduttivo, dovute agli sbarramenti e ad altre opere di difesa o di presa, quasi mai accompagnate da scale di rimonta.

Altri vertebrati delle acque lotiche. Assai meno importanti in termini di biodiversità rispetto ai pesci sono gli anfibi, rettili, uccelli e mammiferi che frequentano i corsi d'acqua, ma che spesso ne sono gli elementi più conosciuti. Mentre il tratto potamale presenta faune che in gran parte si confondono con quelle delle zone umide costiere estesamente trattate, il tratto ritrale ospita elementi di grande pregio conservazionistico. Tra questi non si possono trascurare le salamandrine dagli occhiali (*Salamandrina terdigitata* e *S. perspicillata*); di recente (2005) queste



Salamandrine dagli occhiali (*Salamandrina perspicillata*)

due specie sono state separate in base a studi genetici, mentre in Direttiva Habitat la salamandrina è raggruppata nell'unica specie *S. terdigitata* (allegato II e IV). Si tratta di specie endemiche italiane, diffuse nei ruscelli appenninici dalla Liguria orientale al Fiume Volturno (*S. perspicillata*) e dal Volturno all'Aspromonte (*S. terdigitata*), considerate di grande rilievo conservazionistico. Più diffusa è invece la salamandra pezzata (*Salamandra salamandra*) che depone le larve nelle sorgenti, ruscelli e torrenti dei rilievi alpini e appenninici. Molti altri anfibi e rettili (come la natrice dal collare, *Natrix natrix*, e la natrice tassellata, *N. tessellata*) frequentano i corsi d'acqua, che tuttavia non costituiscono i loro habitat elettivi. Tra gli uccelli forse l'unica specie realmente legata a questi ambienti è il

merlo acquaiolo (*Cinclus cinclus*) che frequenta ruscelli o fiumi con una forte corrente, con una preferenza spiccata per le rapide; si può osservare mentre vola vicinissimo alla superficie dell'acqua, dove si tuffa e riesce a nuotare e camminare sul fondale dei ruscelli. Infine, per quanto riguarda i mammiferi, non si può fare a meno di ricordare la contrastante presenza lungo i nostri corsi d'acqua di due specie di grande interesse. La prima è la lontra (*Lutra lutra*), molto esigente dal punto di vista della selezione dell'habitat, diffusa fino alla metà del '900 in molti corsi d'acqua del nostro Paese: si tratta oggi di uno dei mammiferi a più elevato rischio di estinzione in Italia, ed è inclusa negli allegati II e IV della Direttiva Habitat. L'altra specie da ricordare, in questo caso come "detrattore" di biodiversità, è la nutria (*Myocastor coypus*); specie aliena originaria del Sudamerica, introdotta in molti altri paesi tra cui l'Italia per lo sfruttamento commerciale della sua pelliccia (detta "pelliccia di castorino"), la nutria si è naturalizzata nel nostro Paese ove frequenta laghi e corsi d'acqua, anche inquinati. Questa specie, oltre ad aver sconvolto gli equilibri ecologici delle numerosissime aree in cui si è insediata, arreca ingenti danni economici alle coltivazioni agricole e, prediligendo gli argini fluviali per la costruzione della propria tana, è oggi una delle maggiori cause di degrado delle sponde, con gravi ripercussioni anche sull'equilibrio idrogeologico dei bacini fluviali.

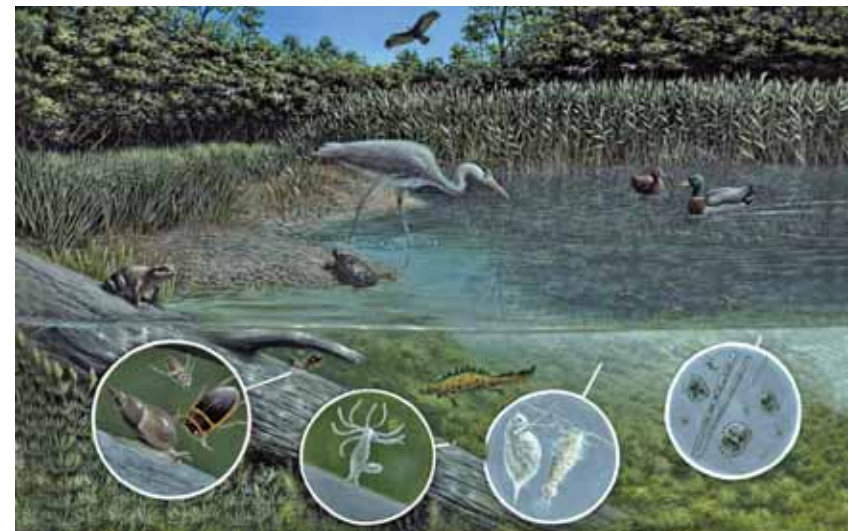
Le acque lente: gli habitat lacustri.

La fauna dei laghi, secondo la limnologia classica, viene distinta in tre categorie principali: zooplancton, zoobentos e necton, quest'ultimo costituito principalmente da pesci. Fanno parte dello zooplancton tutti gli organismi che vivono fluttuanti in sospensione nelle acque, soggetti al trasporto da parte dei venti e

delle correnti. Lo zooplancton riveste un ruolo primario nell'ambito della catena trofica: i meccanismi di controllo delle sue variazioni temporali e spaziali vengono sia dal basso, cioè in relazione alla dinamica del fitoplancton, che dall'alto, cioè dipendono dalla predazione da parte dei pesci. Ovviamente non deve essere trascurata l'influenza dei parametri abiotici nella dinamica di quelle specie adattate ad un intervallo ristretto di valori delle caratteristiche fisico-chimiche delle acque. Lo zooplancton dei laghi è costituito principalmente da rotiferi, cladoceri e copepodi, organismi di minute dimensioni (pochi superano i 2-3 mm) che comprendono filtratori (che si nutrono di detrito, batteri o fitoplancton) e predatori. Le comunità zoobentoniche sono rappresentate da un insieme di organismi che durante tutto o parte del loro ciclo vitale vivono a stretto contatto con il substrato. Nello studio dello zoobentos si distinguono fasce o zone concentriche

che si susseguono procedendo dalla riva sino alle maggiori profondità. La zona litorale va dalla riva ad una profondità massima che è funzione del profilo del fondale e della trasparenza delle acque. Questi due fattori sono fondamentali poiché la zona colonizzata dalla comunità litorale in pratica si identifica con la profondità massima in cui si può sviluppare la vegetazione acquatica. Dopo tale limite inizia la zona sublitorale che si spinge fino all'inizio della zona ipolimnica, da cui si estende infine la zona profonda del lago. Le zone litorali dei laghi rivestono grande interesse perché rappresentano un mosaico di microhabitat e dunque una elevata biodiversità. Le comunità litorali si differenziano a seconda dei substrati cui sono associate:

- la vegetazione acquatica;
- i sedimenti sabbiosi;
- i sedimenti limosi;
- i sedimenti ciottolosi;
- il substrato roccioso.



Fauna delle acque lente (stagno): da sinistra verso destra sopra il livello dell'acqua: rospo comune, testuggine palustre, airone cenerino, falco di palude in volo, coppia di germani reali; sott'acqua: limnea, notonetta e ditisco; idra; tritone crestato; cladocero e calanoide; fitoplancton

Il substrato che ospita il maggior numero di specie di invertebrati è quello con vegetazione in funzione dell'ampia diversificazione dei microhabitat, mentre il substrato roccioso è quello con la minore ricchezza specifica. Vi ritroviamo: *specie natanti*, soprattutto microcrostacei, che possono muoversi agevolmente sia in acqua libera che a diretto contatto col substrato; *specie vagili o reptanti*, sostanzialmente camminatrici, come larve di insetti, idracari, ostracodi, isopodi ed anfipodi; *specie striscianti*, come i turbellari e i gasteropodi; *specie sessili*, fisse al substrato, come le spugne, gli idroidi e i briozoi; *specie fossorie*, che vivono infossate nei sedimenti, come numerosi oligocheti, nematodi e bivalvi.



Un oligochete tubificide con il *cocoon* contenente le uova

I sedimenti sublitorali e profondi sono una zona estremamente importante per il metabolismo dei laghi, sia per la loro tendenza ad accumulare i nutrienti, che per la loro capacità di rilasciarli nelle acque libere quando si creano particolari condizioni. Per le loro caratteristiche ambientali legate all'assenza di luce, la zona sublitorale e quella profonda ospitano unicamente invertebrati detritivori e i loro predatori. Possiamo trovare specie fossorie, striscianti o deambulanti sul sedimento e talvolta natanti per piccoli tratti: si tratta di turbellari, oligocheti, molluschi gasteropodi e bivalvi, crostacei anfipodi e isopodi, larve di ditteri.

Il necton vero e proprio dei laghi comprende numerose specie ittiche, soprattutto nei grandi laghi da sempre oggetto di attività alieutica professionale e nei bacini di minore estensione oggetto della pratica pescasportiva. Le problematiche della fauna ittica lacustre, dominata da ciprinidi, sono simili a quelle descritte per i corsi d'acqua, ed in particolare il prelievo eccessivo, i ripopolamenti causa di inquinamento genetico e l'introduzione di specie aliene. Alcune di queste sono sostenute per il loro interesse commerciale, come il salmerino (*Salvelinus alpinus*), specie cisalpina introdotta nei laghi delle Alpi e di recente anche in in Appennino, e il coregone (in particolare *Coregonus lavaretus*), proveniente dall'Europa settentrionale, presente ormai in quasi tutti i grandi laghi dell'Italia settentrionale e centrale dove rappresenta una fonte di reddito per la scarsa pesca professionale. Le minacce agli habitat lacustri, oltre che dall'introduzione di specie aliene (ai pesci vanno aggiunti i problemi creati dal gambero della Louisiana, *Procambarus clarkii*, e dalla nutria), provengono da diversi settori, quali l'edilizia, l'agricoltura, la zootecnia e il turismo di massa (sia sport acquatici che balneazione) che hanno alterato soprattutto la zona litorale e inquinato le acque. I monitoraggi eseguiti per legge e recentemente modificati in seguito al recepimento della Direttiva Acque (2000/60/CE) all'interno di un nuovo testo unico sull'ambiente (D.Lgs. 152/06), dimostrano per la maggior parte dei laghi italiani un progressivo peggioramento delle condizioni ambientali, con profonde alterazioni della fauna soprattutto legate all'eutrofizzazione delle acque. Il recente recepimento della Direttiva Acque non è tuttavia esente da problemi: questa sancisce sì che lo stato ecologico di un lago deve venir stimato utilizzando lo stato

della comunità fitoplanctonica, delle macrofite, dei macroinvertebrati e della fauna ittica, ma solo per i corpi idrici "significativi" (aventi cioè estensione superiore a 0,5 km²) e l'utilizzo di uno degli anelli di base della catena trofica, lo zooplankton, è del tutto omesso.



Lepidurus apus lubbocki, notostraco di acque temporanee

Le zone umide minori o "piccole acque". Le piccole acque (o "Kleingewässer" degli Autori di lingua tedesca), sono quell'ampio insieme di ambienti lenticici che non sono né laghi né estese zone umide costiere, accomunati dall'estrema variabilità nel tempo delle dimensioni e conseguentemente da ampie fluttuazioni dei parametri ambientali. Rispetto ad un lago, una piccola acqua presenta, con rare eccezioni, assenza di stratificazione termica e, se la torbidità non è eccessiva, penetrazione della luce fino al fondo del bacino; questo fatto consente la crescita della vegetazione anche nelle zone più profonde. Una classificazione delle piccole acque largamente utilizzata distingue: gli stagni, con profondità a massimo invaso superiore al metro; le paludi, a profondità variabile, inferiore a massimo invaso al metro, ma superiore in genere al mezzo metro, talvolta temporanee, con vegetazione emergente su tutto lo specchio acqueo (acquitrini) o assente a causa della torbidità e fangosità del substrato (pantani); le pozze, a profondità

che a massimo invaso non supera i 50 cm, per lo più temporanee. Accanto a questi habitat ritroviamo piccole acque atipiche, spesso aperiodiche o effimere, come le pozzanghere, i litotelmi (che si formano sulle bancate rocciose) e i dendrotelmi (se si formano nei tronchi cavi degli alberi). Grande interesse per la conservazione presentano le acque temporanee, che ospitano sovente una comunità molto specializzata, e indissolubilmente legata per la sopravvivenza al prosciugamento dei bacini. La fase di asciutta del bacino può essere superata dagli animali che lo popolano in vario modo; per gli ospiti non obbligati, o legati all'acqua solo in determinate fasi del ciclo vitale (soprattutto la fase larvale), il metodo più semplice è l'abbandono del sito. Questo vale per le specie con mezzi propri di locomozione, ad esempio gli insetti volatori (principalmente eterotteri,



L'eterottero *Notonecta maculata*, predatore comune nelle pozze

coleotteri e ditteri) e gli anfibi. La fase larvale in molti casi termina prima del prosciugamento, pena la morte. Alcuni organismi (sia larve, sia adulti, soprattutto molluschi e crostacei malacostraci) possono sopravvivere infossati nel substrato fangoso, in attesa del ritorno dell'acqua. Ma la maggior parte degli abitanti obbligati di questi ambienti (principalmente oligocheti, rotiferi, e crostacei anostraci, notostraci, cladoceri,

copepodi, ostracodi) sviluppano stadi di quiescenza. Si tratta di uova durature o cisti, che trattengono al loro interno i liquidi vitali evitandone l'evaporazione e permettendo la sopravvivenza degli organismi in uno stadio latente anche per anni. Questi stadi sono anche molto importanti per la colonizzazione di nuovi bacini, poiché possono essere veicolati da agenti atmosferici (vento, acque di ruscellamento), da animali (insetti volatori, anfibi, uccelli, mammiferi) o dall'uomo. Gli anfibi, predatori o superpredatori nelle piccole acque, si pongono in genere al vertice delle piramidi alimentari di questi ambienti dove si registra una elevata ricchezza di specie. In questi habitat predominano le specie legate all'acqua per motivi trofici, fisiologici o riproduttivi. Gli anfibi depongono grandi quantità di uova in quartieri riproduttivi che di fatto servono anche come *nurseries* per lo sviluppo dei girini o delle larve. In molti casi nel corso del loro sviluppo larvale gli anfibi subiscono un profondo *imprinting* olfattivo che li lega al sito dove sono nati e dove tendono a ritornare. Gli anfibi, come gli altri abitanti delle piccole acque, sono in declino in tutta Europa. Questo declino è senz'altro dovuto alla compromissione o alla distruzione di questi habitat, che stanno scomparendo ad una velocità elevatissima. Per gli anfibi si aggiungono, però, altri fattori di minaccia: precipitazioni acide, aumento dell'incidenza delle radiazioni UV-B, introduzione di predatori acquatici alieni, epidemie virali, fungine e batteriche, prelievo a scopo alimentare o amatoriale. Le numerose specie di anfibi incluse nella Direttiva Habitat rappresentano probabilmente lo strumento più idoneo per tutelare le piccole acque, accanto alla presenza di numerose specie di uccelli, che presentano sostanzialmente un sottoinsieme di quella ricca avifauna di cui si è parlato trattando degli habitat costieri.

La fauna delle torbiere. Le torbiere, per la loro valenza vegetazionale, sono distinte nella Direttiva Habitat dalle acque dolci, mentre da un punto di vista idrobiologico ne rappresentano una particolare categoria.



Rana temporaria (*Rana temporaria*)

Le principali peculiarità che si possono osservare nella distribuzione degli invertebrati acquatici nelle torbiere sono dovute alla presenza o meno di sfagni. Nonostante queste piante caratterizzino prevalentemente le torbiere alte e richiedano un certo grado di acidità, non è infrequente che alcune specie formino tappeti anche nelle torbiere piane.

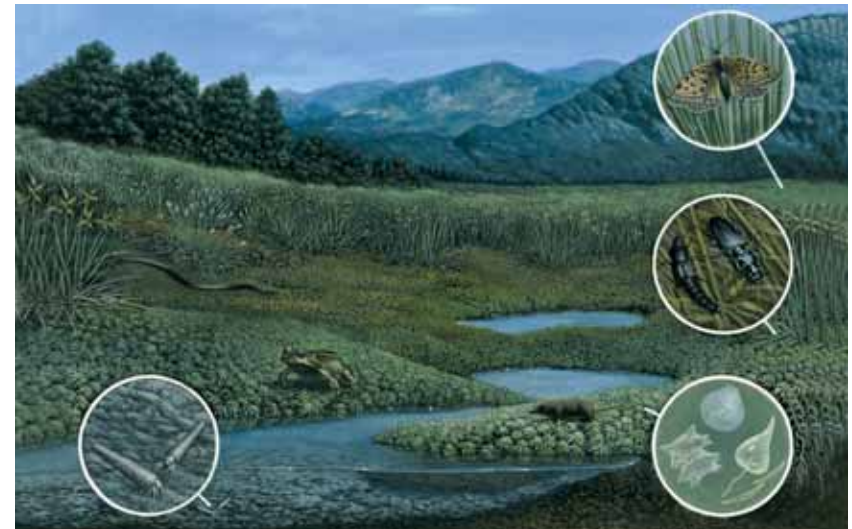


Libellula quadrimaculata

Il mosaico ambientale delle sfagnete consente l'instaurarsi di un popolamento acquatico costituito da organismi piccoli a sufficienza da abitare in superficie la sottile pellicola d'acqua presente nelle concavità delle foglie e, più in profondità,

l'acqua trattenuta dai cumuli di sfagni. Questi organismi in genere tollerano condizioni chimico-fisiche peculiari (soprattutto nelle torbiere acide), variabili nello spazio (procedendo dalla sommità alla base dei cumuli di sfagni) e nel tempo (anche nell'arco di una giornata). I tappeti di sfagni ospitano interessanti specie acidofile, prevalentemente relitti glaciali, con una distribuzione geografica di tipo boreoalpino (specie cioè presenti sia nell'Europa settentrionale che sull'arco alpino, talora anche in stazioni relitte appenniniche); tra queste, numerosi copepodi arpatocoidi, ditteri chironomidi e coleotteri. Le specie che prediligono gli sfagni prendono il nome di specie *tirfofile*; di particolare rilievo alcuni arpatocoidi del genere *Moraria* e le larve di ditteri chironomidi. Le torbiere piane in assenza di sfagni albergano invece una fauna meno peculiare e non dissimile da quella delle altre paludi. Si tratta in genere di ambienti di origine piuttosto recente (post-glaciale), con acque ricche in nutrienti,

basiche o solo leggermente acide. I gruppi tassonomici più ricchi di specie in tali ambienti sono i nematodi, i copepodi, i gasteropodi e naturalmente gli insetti (con prevalenza di coleotteri, eterotteri e ditteri). Il popolamento di invertebrati terrestri e anfibi non è nelle torbiere ricco di specie né composto da specie esclusive; si tratta spesso di "isole" troppo piccole per sostenere a lungo popolazioni vitali per molte specie. Inoltre gli sfagni sono poco appetibili per gli insetti fitofagi: molto poche sono pertanto le specie *tirfobionti* (cioè esclusive delle sfagnete) e poche le *tirfofile*. La natura insulare delle torbiere accentua i tassi di estinzione e rende difficile la ricolonizzazione di questi ambienti; le specie che scompaiono in seguito all'alterazione di una torbiera presumibilmente non torneranno più. Ne consegue che distruggere una torbiera significa distruggere irreversibilmente un'"isola" di biodiversità, riducendo anche le possibilità di sopravvivenza della fauna delle torbiere più vicine.



Fauna delle torbiere: da sinistra verso destra e dall'alto verso il basso: marasso, rana temporaria, larve di tricotteri, toporagno nano, lepidottero, coleotteri (carabide e stafiline), microalghe

La fauna dei prati e delle praterie.

Prati e praterie sono caratterizzati da una marcata stagionalità che condiziona la loro fauna: la variazione nel tempo della disponibilità delle risorse alimentari offerte dai prati agli invertebrati, e indirettamente ai vertebrati (germogli primaverili, foglie, fiori, semi, materiale vegetale marcescente) condiziona pertanto i cicli biologici delle specie. L'uomo, con i suoi regolari interventi di sfalcio nella maggior parte di questi habitat, può incentivare la ripresa di fioriture altrimenti già esaurite o interrompere quelle in atto, modificando i cicli biologici delle specie, soprattutto di lepidotteri e coleotteri.

L'abbondante produzione di polline da parte di molte piante erbacee, con picchi soprattutto primaverili sfasati nel tempo, costituisce una delle fonti alimentari di maggior interesse offerte da prati e praterie e un interessante esempio di coevoluzione tra piante da fiore e insetti pronubi, cioè impollinatori. Ne traggono vantaggio

principalmente i coleotteri floricoli (che si nutrono direttamente di polline, anche di quello delle graminacee che, legato per la diffusione al vento, non necessita di impollinatori); tra gli insetti pronubi i più noti appartengono ai lepidotteri, ai ditteri e soprattutto agli imenotteri. Assai poco rilevante è il ruolo trofico delle orchidacee, anche se si tratta di piante talvolta rare ed endemiche, dai fiori vistosi e ritenute gli elementi di maggior interesse conservazionistico di queste cenosi vegetali. Infatti gli insetti che frequentano i fiori delle orchidee non traggono sempre beneficio da queste visite; la complessa coevoluzione orchidee-impollinatori ha condotto a casi estremi di "inganno", ad esempio nel genere *Ophrys*, i cui fiori addirittura ricordano nell'aspetto le femmine di alcune api. In questo caso i maschi di alcuni generi di imenotteri si recano sui fiori attratti da stimoli chimici che scambiano per i feromoni emessi dalle

femmine della loro specie: sull'insetto rimangono attaccate le masse polliniche delle orchidacee, che vengono trasportate su altri fiori della stessa specie, ma l'imenottero non ne trae vantaggio.



Dittero bombiliide (*Bombylius* sp.) mentre succhia il nettare

Oltre al polline, una importante fonte alimentare per gli invertebrati praticoli è costituita dalle cariossidi delle graminacee, sfruttate ovviamente sin dall'antichità anche dall'uomo che ha trasformato estese aree prative in monoculture di cereali. Si tratta di una fonte di cibo abbondante, sfruttata da molti insetti (in particolare dagli imenotteri formicidi e da coleotteri, tra cui anche alcune specie di carabidi, notoriamente famiglia di insetti predatori) e dai numerosi uccelli granivori. Anche il fogliame, abbondante in prati e praterie, è ovviamente una fonte alimentare di primaria importanza per gli insetti fitofagi e per vari ungulati. Il fogliame dei vegetali più abbondanti, le graminacee, non ha però un elevato valore nutritivo, è ricco di silice e può venir sfruttato solo da insetti fitofagi con robusto apparato masticatore: ne sono un classico esempio gli ortotteri, che sono molto abbondanti in questi habitat. Anche le foglie di un'altra famiglia di piante molto comune nei prati, le leguminose, sono poco appetibili ai fitofagi, inclusi i vertebrati, poiché contengono nei tessuti sostanze tossiche.

Gli insetti sono gli invertebrati più noti e facilmente osservabili nei prati. Tra questi, numerose specie trascorrono l'intero ciclo vitale in questi habitat, come gli ortotteri, gli omotteri, molti coleotteri e lepidotteri, mentre altri vi si ritrovano solo durante la fase adulta, essendo le larve legate a habitat limitrofi, quali aree cespugliate o boschive; ne sono un classico esempio molti imenotteri. Gli insetti praticoli tradizionalmente oggetto di studi ecologici e tassonomici e pertanto maggiormente utilizzati come bioindicatori sono gli ortotteri, alcune famiglie di coleotteri ed i lepidotteri diurni. Gli ortotteri (cavallette, grilli e locuste)



L'ortottero *Saga pedo*

manifestano un elevato grado di polifagia, tuttavia gli ortotteri sono particolarmente idonei ad essere utilizzati come indicatori ambientali, in quanto comprendono per lo più specie di dimensioni medie o grandi, pertanto ben visibili e spesso riconoscibili sul campo, nonché localizzabili grazie al loro canto. Si tratta inoltre di insetti che non si allontanano molto dall'habitat in cui vivono; numerose specie sono attere (prive di ali) o brachittere (ad ali ridotte) e pertanto incapaci di volare. Anche le specie macroterre (dotate di ali ben sviluppate) sono per lo più cattive volatrici, sebbene con eccezioni (si pensi alle locuste migratrici). Assieme agli ortotteri, nei monitoraggi ambientali è utile anche lo studio dei mantodei (mantidi),



Fauna dei prati e delle praterie; da sinistra verso destra e dall'alto verso il basso: mantide religiosa mentre divora una farfalla (*Erynnis tages*), biacco, ortottero (*Tylopsis liliifolia*), lepidottero esperiide (*Thymelicus acteon*) e papilionide (*Papilio machaon*); nella lente: gasteropode e coleottero carabide

predatori presenti in Italia con poco più di una decina di specie, che si prestano a caratterizzare soprattutto gli habitat xerici della pianura e della costa e le isole xerothermofile interne. Nonostante il loro interesse, gli ortotteri non hanno il giusto riconoscimento nella Direttiva Habitat; vi sono presenti infatti soltanto due specie, delle quali una (*Saga pedo*, allegato IV) è presente in Italia in prati aridi e nella macchia mediterranea, l'altra (*Brachytrupes megacephalus*, allegato II e IV) localizzata in formazioni erbose planiziarie della Sardegna sud-occidentale, Sicilia e qualche isola minore e considerata in serio pericolo di estinzione.

Tra i coleotteri, sono senz'altro i carabidi i meglio studiati; per essi è ampiamente documentata la correlazione tra i loro raggruppamenti di specie ed i principali fattori biotici ed abiotici che caratterizzano gli habitat in cui vivono. Si tratta di un gruppo ricchissimo di specie, tradizionalmente utilizzato come bioindicatore, ma gruppi altrettanto o più numerosi (quali gli stafilinidi, i curculionidi e gli scarabeoidei) potrebbero senz'altro



Scarabeo (*Scarabaeus laticollis*) che trasporta una pallina di sterco

essere utilizzati per scopi analoghi. La caratteristica che rende i carabidi un buon soggetto di studio per fini applicativi è in primo luogo la modalità di campionamento: campionamenti continui mediante trappole a caduta permettono

di ottenere dati di tipo (semi)quantitativo comparabili in habitat e regioni diverse. Inoltre questi coleotteri sono per lo più predatori polifagi, vivono a livello della superficie ed entro i primi centimetri di spessore del suolo, sono ben conosciuti dal punto di vista tassonomico e autoecologico e, soprattutto, si distribuiscono nell'ambiente secondo chiare preferenze di habitat (non solo praticoli, ma anche boschivi, costieri o sotterranei), tali da permettere l'identificazione di vere e proprie "carabidocenosi". Queste associazioni di specie non corrispondono in genere alle fitocenosi analiticamente individuate dai botanici, ma a raggruppamenti delle stesse. A questa grande utilità negli studi di ecologia teorica e applicata si associa la ricchezza di specie endemiche, talora molto localizzate, che rende i carabidi un gruppo di grande interesse conservazionistico. Alla loro riconosciuta importanza scientifica non ha fatto riscontro un adeguato riconoscimento legislativo: si pensi che nella Direttiva Habitat una sola specie è presente negli allegati II e IV. Si tratta del raro *Carabus (Chrysocarabus) olympiae*, che si ritrova esclusivamente in prati montani nel Biellese: l'utilità della scelta di questa specie, sicuramente apprezzata dai collezionisti e seriamente minacciata, al fine di tutelare gli ambienti praticoli è ovviamente quantomeno dubbia. Sono invece ampiamente rappresentati in Direttiva Habitat i lepidotteri, cioè le farfalle. Ordine di insetti molto noto, conta oltre 7.000 specie in Italia, molte delle quali strettamente monofaghe. Non sono i numerosi microlepidotteri di grande rilevanza conservazionistica ad essere tuttavia rappresentati in Direttiva; anche in questo caso la scelta delle specie, con poche eccezioni, si è indirizzata verso quelle più vistose (per lo più ropaloceri), che maggiormente

attraggono l'attenzione e fungono da "specie bandiera", con un criterio di scelta fortemente influenzato dalla nostra percezione della biodiversità. La maggior parte dei lepidotteri inseriti in Direttiva sono tipici di ambienti praticoli; andiamo dal bellissimo *Parnassius apollo*,



Parnassius apollo

che frequenta praterie e macereti montani, al ricercato *Papilio hospiton*, presente in Sardegna dove frequenta garighe e steppe mediterranee, allo sfingide *Proserpinus proserpina*, alla rara



Proserpinus proserpina

Argynnis elisa che frequenta gli ericeti sardo-corsi, alle rarissime *Erebia calcaria* (presente sporadicamente in nardo-calluneti e prati xerici calcicoli altomontani e subalpini dell'Italia nordorientale) e *Erebia christi* (presente in pochi prati mesofili subalpini e alpini del Piemonte settentrionale), per arrivare alla comune (ma endemica italiana)

Melanargia arge, delle garighe e formazioni erbose dell'Italia centro-meridionale.

Non mancano interessanti elementi legati ai prati umidi, veri e propri habitat relitti in via di rapida scomparsa. Vi annoveriamo *Coenonympha oedippus*,



Coenonympha oedippus

Lycaena dispar e *Maculinea teleius*, la cui sopravvivenza è legata non solo al mantenimento delle oasi relitte in cui vivono, ma anche alla regolamentazione degli sfalci (che non debbono incidere sui cicli riproduttivi), alla limitazione dell'uso ricreativo dei prati, al divieto di passaggio di mezzi motorizzati, al divieto di pascolamento. La Direttiva Habitat riconosce l'interesse comunitario per numerose altre specie praticole, tra le quali molti rettili che sono fra gli elementi più caratteristici, sebbene non esclusivi, di questi habitat. Per gli uccelli, inoltre, la Direttiva Uccelli prevede misure speciali di conservazione per quanto riguarda l'habitat di molti rapaci che cacciano nelle praterie come il capovaccaio (*Neophron percnopterus*), il grillaio (*Falco naumanni*) e il lanario (*Falco biarmicus*), oltre ad altre specie legate a questi ambienti, come la gallina prataiola (*Tetrax tetrax*), la calandra (*Melanocorypha calandra*) e la coturnice (*Alectoris graeca*), che in Italia popola principalmente rupi montane e terreni rocciosi e scoperti.



Rampichino (*Certhia brachydactyla*)

La fauna delle foreste. La struttura della fauna che si insedia nei boschi è determinata sia da fattori climatici sia dalle interazioni biotiche tra animali e piante. Le faune delle diverse tipologie di foreste (dai boschi a sclerofille, ai boschi planiziani, alle faggete e peccete montane, passando per i querceti mesofili) sono povere di elementi esclusivi dei singoli tipi forestali, essendo composte prevalentemente, ma con le dovute eccezioni, da specie ad ampia diffusione dal livello del mare all'orizzonte montano. Il gradiente climatico, dalla pianura alla montagna, mostra un progressivo abbassamento della temperatura e della biodiversità, soprattutto per quanto riguarda gli invertebrati. Una minore presenza di invertebrati, prevalentemente insetti, si traduce in una minore disponibilità di risorse alimentari anche per i vertebrati che, grazie alla loro endotermia, sono influenzati in misura minore dai fattori climatici. Cambiano pertanto gli aspetti quantitativi più che qualitativi: si potrebbe dire che i fattori climatici giuochino un ruolo prevalente nello strutturare la biodiversità a larga scala, mentre la composizione della fauna forestale a scala locale è strutturata principalmente da fattori biotici. Negli ambienti forestali le specie arboree rappresentano indubbiamente la risorsa più importante sia come fonte alimentare sia come componente strutturale dell'habitat. Essendo le essenze arboree in genere longeve, su di esse si può instaurare una successione di faune diverse, a partire da quelle legate alla plantula appena nata, a quelle che sfruttano foglie e frutti negli individui maturi, a quelle che si insediano nelle cavità dei tronchi delle piante vetuste, a quelle che sfruttano il legno marcescente di quelle morte. Sebbene quantitativamente inferiore in termini di biomassa, le foglie degli alberi

costituiscono una fonte alimentare qualitativamente superiore a quella del legno, soprattutto per gli insetti. Vi sono innumerevoli specializzazioni tra gli insetti fillofagi; andiamo dai bruchi dei lepidotteri che attaccano le foglie direttamente con il loro robusto apparato boccale, alle larve minatrici, che scavano invece gallerie nello spessore delle foglie. Un meccanismo ancora più complesso è dato dai produttori di galle, in genere



Galla su roverella (*Quercus pubescens*) prodotta dal cinipide *Andricus caputmedusae*

imenotteri (ma anche acari e ditteri); attraverso uno stimolo chimico queste specie gallecole inducono le foglie a produrre escrescenze (che hanno in genere forme caratteristiche a seconda delle specie che le producono) al cui interno si sviluppano le larve. I più noti produttori di galle (sia fogliari che legnose) sono gli imenotteri cinipidi; molto caratteristici sono anche i loro parassiti. Oltre alle foglie degli alberi vengono sfruttati anche i fiori, i frutti, i semi. Non solo numerosissimi insetti, ma anche gli uccelli si cibano delle parti commestibili dei frutti favorendo la disseminazione. Il frutto della quercia, la ghianda, ospita ad esempio vari coleotteri curculionidi del genere *Balaninus*, che allo stadio larvale vivono al suo interno. La ghianda rappresenta una risorsa alimentare anche per alcuni mammiferi, come i cinghiali (*Sus scrofa*), e uccelli, quali le ghiandaie (*Garrulus glandarius*). Rispetto alle foreste

di latifoglie, quelle di conifere offrono minori risorse alimentari e sostengono pertanto una fauna più povera. Nei boschi di conifere, indipendentemente dalla quota, vengono a mancare le fioriture e fruttificazioni tipiche dei boschi a latifoglie. Il polline delle conifere, che viene disseminato dal vento, è pressoché inutile come fonte di nutrimento, mentre il nettare manca del tutto. Gli strobili (pigne), che sostituiscono nei boschi di aghifoglie i frutti, albergano una comunità di insetti molto specializzati, ma di fatto sono per la loro stessa natura una risorsa alimentare modesta. Infine, la consistenza coriacea delle foglie aghiformi ostacola l'azione dei filofagi, che sono ridotti a pochi elementi specializzati. Il legno vivo o morto delle latifoglie ospita un gran numero di specie di insetti xilofagi, ognuno con le proprie preferenze di microhabitat. I coleotteri scolitidi scavano gallerie sotto le cortecce; la loro azione provoca l'introduzione di miceli fungini e

crea le condizioni idonee all'insediamento di una comunità costituita da numerose altre specie (in particolare coleotteri e ditteri) che possono essere micetofaghe (cioè nutrirsi dei miceli fungini) o predatrici. Una ferita provocata sulla corteccia, permettendo la fuoriuscita della linfa, porta all'instaurarsi di un raggruppamento temporaneo di specie legate ai materiali in fermentazione, costituita da saprofagi accompagnati dai loro predatori. Tuttavia non per tutti gli alberi questo è possibile. Le conifere hanno un meccanismo di difesa molto efficace per contrastare questi attacchi, costituito dalle resine. Queste, dotate di proprietà cicatrizzanti, antibatteriche e antimicotiche, rappresentano una barriera efficace nei confronti di molti invertebrati, non solo per le loro caratteristiche chimiche, ma anche per la loro consistenza fortemente viscosa in grado di contrastare l'uso di zampe, antenne e parti boccali. Con l'invecchiamento dell'albero e con



Fauna delle foreste (querceto): dall'alto verso il basso e da sinistra verso destra: coleottero lucanide (cervo volante), elateride e carabide; toporagno; coleottero cerambicide, lepidottero ninfalide (*Inachis io*) e chilopode litobiide; picchio rosso maggiore; ditteri brachiceri e lepidottero tortricide (*Tortrix viridana*, adulto e bruco)

il formarsi al suo interno di cavità, alle specie legate al legno vivo cominciano a sostituirsi quelle che si associano al legno divenuto marcescente sotto l'azione di batteri e funghi. Si tratta delle faune saproxiliche, che comprendono in particolare numerosi ditteri e coleotteri che si sviluppano nelle cavità degli alberi senescenti. Alle specie legate, usualmente per una fase (quella larvale) del ciclo vitale ai vecchi alberi o ai tronchi marcescenti viene attribuito un elevato valore conservazionistico, perché la loro presenza testimonia la maturità dell'ambiente e la sua corretta gestione, fattori che consentono l'insediamento di faune più specializzate e di una importante componente a vertebrati. Basti pensare all'orso bruno (*Ursus arctos*), al tasso (*Meles meles*) o al cinghiale (*Sus scrofa*) che scavano spesso nei tronchi marcescenti per nutrirsi di invertebrati, soprattutto larve di insetti e termiti, oppure ai numerosi uccelli entomofagi, come i picidi. È per questo motivo che nell'allegato II della Direttiva Habitat troviamo un certo numero di insetti legati a foreste vetuste: basti pensare ai coleotteri con larve xilofaghe, come il lucanide *Lucanus cervus* (il noto cervo volante), i cerambicidi *Cerambyx cerdo*, *Rosalia alpina* e *Morimus asper funereus*, gli scolitidi del genere *Stephanopachys*, o il rarissimo buprestide *Buprestis splendens*, relegato in Italia a boschi di conifere sul Pollino, o ancora il raro cetoniide *Osmoderma eremita*. *Rosalia alpina* e *Osmoderma eremita* sono specie prioritarie; in particolare *Rosalia alpina*, legata alle faggete mature, per la sua vistosità è stata di recente assunta al ruolo di specie "bandiera" in numerose aree protette. Ma i tronchi dei vecchi alberi riservano anche altre sorprese. Sebbene un albero possa sembrare un luogo di interesse nullo per l'idrobiologo, in realtà le cavità

(dendrotelmi o *tree-hole*) che trattengono l'acqua piovana, di solito presenti negli esemplari vetusti di querce e faggi alla base del tronco e nelle ceppaie, costituiscono dei microhabitat peculiari. Numerosi insetti si riproducono e trascorrono la loro fase larvale esclusivamente nei *tree-hole*; tra essi annoveriamo alcuni ditteri ceratopogonidi, culicidi (zanzare appartenenti ai generi



Larva di zanzara, tipica abitatrice dei *tree-hole*

Aedes e *Anopheles*), chironomidi e sirfidi (*Myiatropa florea*), nonché il coleottero scirtide *Prionocyphus serricornis*. La presenza di cavità negli alberi è molto importante anche per le colonie di imenotteri sociali (vespe, api e formiche), che vi si insediano con il loro corteggio di commensali e parassiti. Inoltre numerosi sono gli uccelli che nidificano in questi microambienti, tra i quali ricordiamo l'allocco (*Strix aluco*) e il picchio rosso minore (*Picoides minor*). Le cavità sono frequentate anche da numerosi mammiferi; non solo scoiattoli (*Sciurus vulgaris*), ma numerose specie di chiroteri vi trovano spesso esclusivo rifugio per lo svernamento o il riposo diurno. Ricordiamo che tutti i pipistrelli sono inseriti negli allegati della Direttiva Habitat e sono tra i mammiferi a più elevato grado di minaccia in Europa. Anche il ghio (*Glis glis*), il moscardino (*Muscardinus avellanarius*) e il quercino (*Eliomys quercinus*) frequentano le cavità

degli alberi per trovarvi rifugio, seppure non in modo esclusivo: le ultime due specie sono incluse nella Direttiva Habitat. Una volta morto l'albero, le foglie morte e i tronchi marcescenti al suolo subiscono un'opera di demolizione fino alla mineralizzazione da parte di batteri, funghi, nematodi, anellidi e vari gruppi di artropodi, in particolare acari, isopodi, diplopodi e collemboli. Proprio i ceppi fradici che marciscono al suolo rappresentano pertanto un ambiente ricco di vita: nei legni e nei muschi che li ricoprono si concentrano molti saprofagi. Nel modesto volume di un tronco marcescente si origina un'intera catena alimentare comprendente, oltre ai decompositori, anche consumatori primari (su muschi e patine algali) e secondari (predatori o parassiti), questi ultimi rappresentati soprattutto da larve di insetti, coleotteri carabidi e stafilinidi, ragni e chilopodi. La comunità che comprende i decompositori e i loro predatori presenta una elevata diversità e si continua con quella della lettiera e del suolo profondo, che costituiscono habitat ben distinti. Appartengono alla fauna della lettiera nematodi, gasteropodi,



Il gasteropode limaciide *Limax* sp.

oligocheti, pseudoscorpioni, acari, ragni, isopodi, chilopodi, diplopodi, pauropodi, sinfili, collemboli e numerosi ordini di insetti, soprattutto coleotteri e imenotteri. Nel suolo al di sotto della lettiera

(ambiente endogeo) vivono invece numerose specie endemiche, che presentano caratteristiche adattative (microftalmia o anoftalmia, sviluppo degli organi di senso, depigmentazione) simili a quelle degli abitanti delle grotte.



Lo scorpione *Euscorpium tergestinum*, predatore delle comunità di lettiera

Il terreno ospita inoltre microambienti temporanei soggetti a rapide modificazioni nel tempo, costituiti da materiali in decomposizione quali sterco (soprattutto di mammiferi), cadaveri di vertebrati e invertebrati, funghi marcescenti. Il numero di specie ospitate da questi microhabitat è molto elevato e il loro ricambio è rapido. Ricca è anche la comunità ospitata dai corpi fruttiferi dei funghi (i funghi carnosi con gambo e cappello che siamo abituati a vedere nei boschi).

Non tutti i boschi presentano però una lettiera così ricca di specie; l'aridità del suolo dei boschi a sclerofille e la sua esiguità nelle aree rocciose hanno come conseguenza una minore diversità di criptofoiti. Al contrario la fauna della lettiera dei boschi planiziani, influenzata dal livello della falda e talora periodicamente allagata, è per questo motivo più povera di quella dei boschi collinari, ma si arricchisce di una peculiare comunità di specie interstiziali che vivono nel suolo imbevibile d'acqua (habitat ipotelminorico). Inoltre le caratteristiche della vegetazione si

ripercuotono su quelle del suolo: le foglie aghiformi delle conifere, ad esempio, si decompongono meno rapidamente di quelle delle latifoglie e si accumulano dando luogo ad una lettiera acida, alterata chimicamente dalle resine e spesso arida. La fauna di lettiera delle foreste di conifere è in genere ben più povera di quella che caratterizza le vicine faggete, e molto più povera di quella dei querceti mesofili pedemontani o dei boschi planiziani.

Con ovvie eccezioni, le specie animali legate allo strato arbustivo sono in generale le stesse che frequentano lo strato arboreo, mentre il popolamento dello strato erbaceo, quando presente, è piuttosto scarso. Esso diviene più ricco nelle cosiddette chiarie, cioè le radure, naturali o dovute all'azione dell'uomo, all'interno del bosco, dove si possono osservare numerose specie di lepidotteri, coleotteri, ditteri e imenotteri. Si tratta spesso di animali le cui larve si sono sviluppate a spese delle essenze arboree, ma talora si tratta di elementi che poco hanno a che fare con l'habitat forestale, provenendo invece dai prati e dai coltivi circostanti. Tra le specie più vistose che frequentano le radure dei boschi mesofili montani, il lepidottero *Parnassius mnemosyne* è inserito



Parnassius mnemosyne

nell'allegato IV della Direttiva Habitat; la rarissima *Euphydryas maturna*, specie

di allegato II di recentissimo rinvenimento in Italia (Piemonte occidentale), frequenta da adulta le radure di boschi mesofili montani, mentre la larva è legata all'essenza arborea *Fraxinus excelsior*. Non dobbiamo inoltre dimenticare che un particolare contributo alla diversità biologica nei boschi viene fornito dai cosiddetti ecotoni: con questo nome si indicano le aree di transizione tra ecosistemi differenti, come le strette fasce arbustive presenti tra i boschi e le praterie o i coltivi. Questi ambienti possiedono caratteristiche proprie e molte specie animali (ad esempio molti ortotteri, coleotteri, rettili e uccelli come l'usignolo, *Luscinia megarhynchos*) si associano regolarmente ad essi. Tra queste vanno ricordati anche numerosi lepidotteri, tra i quali specie incluse negli allegati di Direttiva. Frequentano i margini dei boschi xerici montani gli adulti di *Papilio alexanor* (allegato IV) diffuso nell'estremo lembo orientale delle Alpi Marittime e Liguri e con stazioni relitte in Calabria e Sicilia, mentre i margini igrofili di boschi mesofili montani erano frequentati dal licenide *Lycaena helle* (allegati II e IV). Purtroppo per questa specie (le cui larve sono legate alla poligonacea *Polygonum bistorta*), le ultime segnalazioni per l'Italia (Trentino-Alto Adige) risalgono agli inizi del '900, e molti autori considerano *Lycaena helle* ormai estinta nel nostro Paese. Ancora ben distribuite in Italia sono invece *Zerynthia polyxena*, che frequenta i margini di boschi mesofili montani inferiori o mediterranei, e *Maculinea arion*, i cui adulti sono presenti ai margini di boschi xeroteromici montani, mentre le larve frequentano prati e praterie con timo e origano; entrambe le specie sono inserite in allegato IV. Infine *Euphydryas aurinia* (allegato II) frequenta i margini di boschi mesofili planiziani nell'Italia settentrionale.



Il vespertilio maghrebinu (*Myotis punicus*), frequente nelle grotte della Sardegna

La fauna delle grotte. L'habitat cavernicolo è solitamente interpretato a misura d'uomo come quella parte di sottosuolo esplorabile, costituito dalle grotte (Habitat 8310 "Grotte non ancora sfruttate a livello turistico" dell'allegato I della Direttiva Habitat). Questa visione speleologica ed antropocentrica non rispecchia però la realtà: l'habitat cavernicolo comprende sia le cavità naturali propriamente dette, cioè percorribili dall'uomo, sia l'insieme delle fessure di medie, piccole e piccolissime dimensioni che si formano per dissoluzione nelle rocce carbonatiche, sia il cosiddetto ambiente sotterraneo superficiale che sfuma nell'epicarso, cioè nello strato superiore di disgregazione della roccia. Tutti questi habitat, che condividono buona parte della loro fauna ad invertebrati, sono caratterizzati dall'assenza di luce: ne consegue che la presenza delle piante è relegata in genere ai primi metri dall'entrata delle grotte. Se i vegetali sono praticamente assenti in questi ambienti, essi sono tuttavia i principali produttori della sostanza organica che viene veicolata nel sottosuolo dalle acque. Alla base delle piramidi alimentari dell'ambiente sotterraneo troviamo pertanto i detritivori, consumatori primari di sostanze animali e vegetali in decomposizione. Il livello successivo della piramide comprende invece i predatori.

Gli organismi che frequentano l'ambiente sotterraneo sono in realtà un insieme di specie che presentano differenti gradi di fedeltà a questo habitat. Gli organismi cavernicoli si definiscono: *troglosseni* quando la loro presenza in grotta è sporadica e accidentale; *subtroglotili* quando abitano le grotte regolarmente o solo in alcuni periodi della loro vita, ma rimangono legati alla superficie per alcune funzioni biologiche; *eutroglofilii* quando mostrano una netta preferenza

per le grotte e particolari adattamenti che consentono ad alcune popolazioni di vivere permanentemente nell'ambiente sotterraneo, pur potendo altre popolazioni della medesima specie vivere e riprodursi anche all'esterno; *troglobi* quando sono esclusivamente legati all'ambiente di grotta, mostrando gli adattamenti più spiccati (morfologici e fisiologici) all'ambiente cavernicolo e compiendo all'interno delle grotte il loro intero ciclo vitale.



Associazione parietale con *Dolichopoda baccettii* (Monte Argentario)

Per gli organismi acquatici sotterranei, si usano spesso con analogo significato i termini *stigosseni*, *substigofili*, *eustigofili* e *stigobi*, termini derivati dal mitico Stige, il fiume che le anime dei morti devono traghettare per entrare nell'Oltretomba. Tra gli adattamenti peculiari dei troglubi ricordiamo la riduzione o l'assenza degli occhi, la depigmentazione, lo sviluppo degli organi di senso, l'allungamento di arti e appendici, il metabolismo ridotto, l'aumento del volume delle uova e la riduzione del loro numero. Importanti inoltre sono la neotenia, ovvero il raggiungimento della maturità sessuale durante la fase larvale, e la progenesi, in cui alcuni caratteri dell'adulto vengono anticipati nello sviluppo: come conseguenza l'adulto, maturo sessualmente, conserva caratteristiche tipiche dello stadio giovanile o larvale. I troglubi nel corso dell'evoluzione hanno

dato origine, per isolamento, a numerose specie endemiche, la cui distribuzione è limitata ad una ristretta area geografica, spesso ad un solo massiccio carsico, talvolta ad una sola grotta. Non a caso si usa per l'habitat cavernicolo l'appellativo di "scigno di biodiversità": è questo uno dei motivi principali per i quali le grotte sono considerati come ambienti naturali meritevoli della massima tutela. Per quanto attiene alla fauna terrestre, è possibile individuare nelle grotte la presenza di diverse associazioni faunistiche ben evidenti. Nella zona prossima agli ingressi delle cavità si possono incontrare, a seconda del periodo dell'anno e del clima, animali che vi trovano occasionale o regolare rifugio: comuni sono i piccioni, i ghiri e, tra gli invertebrati, i molluschi e numerosi artropodi. Dalla zona di penombra fino alla parte iniziale della zona oscura si incontra la cosiddetta associazione parietale; si tratta di una eterogenea comunità che occupa le pareti e la volta

delle cavità ed è composta da specie per lo più subtroglifile, come ditteri, lepidotteri, ortotteri, ragni e opilioni. Le zone interne delle grotte possono essere utilizzate dalle colonie di chiroterri che, con le loro deiezioni, formano il cosiddetto guano che rappresenta una importante fonte di cibo per l'associazione guanobia, che comprende tra gli altri oligocheti, acari, collemboli, coleotteri colevidi e stafilinidi e larve di ditteri. Nelle zone più profonde delle grotte, dove la temperatura è costante, l'umidità è elevata ed il buio totale, si incontrano i veri cavernicoli. Si tratta principalmente di isopodi, diplopodi, collemboli, ragni, pseudoscorpioni e numerosi coleotteri, soprattutto carabidi e colevidi. Gli ambienti delle acque carsiche sotterranee costituiscono habitat molto particolari. La zona vadosa (ove prevale lo scorrimento verticale delle acque di percolazione, che spesso si accumulano nell'epicarso) ospita una fauna adattata



La fauna delle grotte (Carso Goriziano): da sinistra a destra e dall'alto in basso: *Troglocaris planinensis* (decapode), *Marifugia cavatica* (polichete), *Cypria cavernae* (ostracode, nella lente), *Proteus anguinus* (anfibia) e *Niphargus steueri* (anfipode)

alla vita nelle microfessure, che può essere rinvenuta nelle vaschette di stillicidio. Si tratta di organismi in genere minuti, dal corpo allungato o appiattito in relazione allo stile di vita (nematodi, oligocheti e soprattutto crostacei copepodi, sincaridi ed anfipodi). La zona satura invece, in cui prevale lo scorrimento orizzontale, ospita un numero più elevato di specie; vi troviamo, oltre ai gruppi in precedenza menzionati, anche i grossi crostacei (isopodi, anfipodi e decapodi) e, nella Venezia Giulia, il proteo (*Proteus anguinus*).



Proteo (*Proteus anguinus*)

Le cause di degrado dell'habitat cavernicolo consistono in interventi umani effettuati nelle immediate vicinanze delle cavità o anche lontano da esse, ma vicino alla fonte di infiltrazione delle acque o a sistemi di microfessure collegati con la grotta stessa. Tra queste sono rilevanti la presenza di scarichi fognari, di pratiche agricole e zootecniche intensive, di discariche nonché l'impermeabilizzazione del suolo che priva le grotte delle acque di percolazione e pertanto dell'apporto di nutrimento. Talora il disturbo umano viene perpetrato all'interno delle grotte, ed una delle minacce più serie a questi

ecosistemi deriva dalla loro apertura al turismo. Considerando la ricchezza in specie endemiche, i problemi di gestione sono rilevanti: sicuramente il punto debole delle scelte sinora effettuate è stato quello di tutelare prevalentemente singole cavità e non intere aree carsiche, non impedendo di fatto le attività antropiche più dannose. Per quanto riguarda la fauna, negli allegati II e IV della Direttiva accanto al proteo, specie prioritaria, troviamo tutti i chiroterri e, tra gli anfibi, i geotritoni (genere *Speleomantes*). Fortemente carente è invece la lista degli invertebrati, ove è stato di recente incluso solo il coleottero colevide *Leptodirus hochenwartii*,



Leptodirus hochenwartii

presente in Italia in una sola grotta del Carso triestino. Le grotte non si formano solo nelle rocce carbonatiche; il carsismo si sviluppa infatti anche nelle evaporiti (gessi) e nei conglomerati. Cavità particolari si formano poi in rocce non calcaree, per fratturazione, scorrimento di acque di interstrato, o ancora in seguito alle colate laviche. Di queste ultime (Habitat 8320 "Campi di lava e cavità naturali"), la cui fauna è ancora poco studiata, troviamo esempi bellissimi sull'Etna.



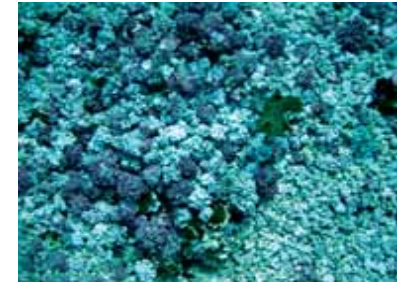
Habitat marini: vegetazione

THALASSIA GIACCONE · GIUSEPPE GIACCONE

133

■ La fitosociologia in ambito marino

La diversità dei vegetali marini bentonici o macrofitobentos sulle coste italiane è di 924 *taxa* criticamente accertati e di circa un altro centinaio la cui presenza richiede ulteriori studi. Circa una ventina di questi *taxa* è formata da specie aliene introdotte dalle attività antropiche o migrate dall'Oceano Indiano attraverso il Canale di Suez.



Fondo a rodoliti

Queste specie fanno parte di un contingente di 85 specie aliene del Mediterraneo che nell'ultimo ventennio sembrano essersi stabilmente insediate in questo mare, che ospita in totale 1351 specie di macroalghe e di angiosperme marine. Il manto vegetale strutturato dalle specie macrofitobentoniche è stato articolato con il metodo fitosociologico in 85 unità vegetazionali: 5 classi, 9 ordini, 11 alleanze, 53 associazioni, 10 subassociazioni.

Applicando a queste unità vegetazionali l'ecologia del paesaggio, si percepiscono nel sistema fitale marino tre unità principali:

- il paesaggio ad alghe brune delle scogliere sommerse, coperte da un denso manto algale, articolato in fasce sovrapposte dalla superficie in profondità;
- i paesaggi sui substrati clastici coperti dai prati e dalle praterie ad angiosperme marine e/o da alghe verdi rizofitiche e polienergiche, ma anche da letti ad alghe rosse calcaree libere di rotolare sul fondo, formanti rodoliti, rodoidi e ciottoli rivestiti;
- i paesaggi biocostruiti dalle alghe calcaree fissate ai substrati duri e che costruiscono sia l'habitat delle piattaforme calcaree superficiali sia quello della biocenosi del coralligeno in profondità.

Questi complessi paesaggistici vegetazionali sono costituiti da vari habitat e sono oggetto di misure di conservazione da parte del Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente/Piano di Azione per il Mediterraneo (UNEP/PAM) con due piani di azione specifici: il primo, firmato a Malta nel 1999, ha come oggetto vari habitat della vegetazione marina ed il secondo, firmato ad Almeria nel 2008, intende proteggere la biocenosi del coralligeno e le altre biocostruzioni marine.

Coralligeno con *Lithophyllum stictaeforme* e *Parazoanthus* sp.



Lithothamnion corallioides

Nel Libro Rosso pubblicato da UNEP nel 1990, sono elencati: 48 specie vegetali, 11 popolamenti e 6 paesaggi marini ricchi di vegetazione, minacciati di estinzione e/o di grave alterazione in Mediterraneo. Con l'eccezione di 3 specie vegetali (*Caulerpa mexicana*, *Caulerpa scalpelliformis* e *Ptilophora mediterranea*, accantonate nel mare di Levante e nell'Egeo) non presenti nei mari italiani, tutte le altre specie, tutti i popolamenti e tutti i paesaggi sono presenti sulle coste italiane. Nell'elenco dei tipi di habitat marini, compilato

da un gruppo di esperti anche italiani e pubblicato nel 1998 da UNEP, sono elencate 83 associazioni vegetali (inclusi gli aggruppamenti ed i popolamenti) tutte segnalate sulle coste italiane. Di queste associazioni vegetali 38 sono classificate da UNEP nel 2000 come habitat prioritari per definire le ASPIM (Aree Specialmente Protette di Interesse per il Mediterraneo). In questo documento sono indicati in totale 61 habitat prioritari (a prevalente composizione vegetale o animale) e tutti sono presenti sulle coste italiane. Nell'Allegato I della Direttiva Habitat 92/43/CEE (modificato nel 1997) tra gli 8 habitat marini (tutti presenti nei mari italiani) alcuni sono considerati prioritari e tra questi: "Praterie di posidonie" e "Lagune costiere", caratterizzati dal prevalere di vegetali marini.

Nel Protocollo ASPIM/DB della Convenzione di Barcellona (1995) sono elencate nell'Allegato II 14 specie vegetali in pericolo o minacciate, 13 delle quali sono presenti negli habitat delle coste italiane; inoltre nell'Allegato V (Specie di interesse comunitario che potrebbero essere soggette a misure di gestione) della Direttiva Habitat sono riportate due specie di alghe rosse calcaree libere (*Lithothamnion corallioides*, *Phymatolithon calcareum*) che contribuiscono a formare l'associazione a rodoliti (habitat prioritario per definire le ASPIM) presente in molte regioni dell'Italia.

Gli aspetti vegetazionali tipicamente marini degli habitat italiani sono trattati in questo paragrafo seguendo i principi dell'ecologia del paesaggio. Il paesaggio ha in Mediterraneo, nel dominio pelagico, un ritmo nictemerale mentre nel dominio bentonico, ed in particolare nel piano infralitorale, la sua periodicità è stagionale (l'alternarsi nelle cinture dei vari orizzonti delle cistoseire in primavera-estate ed in autunno-inverno degli idrozoi e delle dictiotacee).

La Convenzione Europea del Paesaggio (Firenze, 20 ottobre 2000), firmata dagli Stati della Comunità Europea, definisce il paesaggio terrestre o *Landscap*

pe "...una determinata parte del territorio, così come percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni". Con qualche precisazione questa definizione si può estendere anche al paesaggio marino o *Seascape*. Nella definizione del paesaggio marino entrano due componenti: la componente fisica costituita prevalentemente dalla geomorfologia del territorio e la componente biotica formata nei fondali marini prevalentemente dal bentos (organismi fissati al substrato) vegetale e animale e nell'orizzonte dell'acqua anche dal necton (organismi nuotatori). Ma per la percezione del paesaggio è necessaria una terza componente: quella dell'osservatore che in mare è generalmente un operatore subacqueo.

Il primo documento letterario che descrive la percezione del paesaggio è inquadrato nella cultura dell'Umanesimo europeo. Francesco Petrarca, infatti, in una lettera scritta nel 1336 al suo consigliere spirituale Padre Dionigi da Borgo San Sepolcro, descrive la sua salita insieme al fratello sul Monte Ventoso presso Avignone e la sua scoperta della percezione del paesaggio naturale che lo circonda o che immagina, come un'armoniosa presa di coscienza del rapporto dell'uomo con la natura nella dimensione non solo estetica e sentimentale, ma soprattutto spirituale nel progetto di Dio che li sostiene entrambi. In questa lettera vi sono due elementi utili per inserire il *Seascape* nello studio dell'ecologia del paesaggio: la popolazione degli osservatori può anche essere fatta da una o due persone, come avviene nelle immersioni subacquee, e la componente naturalistica geomorfologica e biocostruita può anche non esse-



Prateria a *Posidonia oceanica*

re percepita in tutte le sue parti dall'occhio, ma in parte anche immaginata, utilizzando visioni memorizzate in precedenza.

Il paesaggio marino può anche essere emerso, ma allora non può essere il mare aperto, ma quello della fascia costiera con le sue unità fisiografiche, i suoi complessi biocenotici (comunità viventi) ed in particolare vegetazionali e le strutture antropiche finalizzate non solo a scopi residenziali, ma anche ai trasporti, agli insediamenti produttivi e turistici. Questo paesaggio marino emerso è percepibile dalle popolazioni e può esprimere anche elementi culturali che si integrano con quelli naturali.

Nel paesaggio marino sommerso del Mediterraneo, accessibile con addestramento e attrezzature di medio livello, si percepiscono tre unità principali:

- i substrati rocciosi del sistema fitale (o vegetale) coperti da un denso e articolato manto algale;
 - i substrati clastici, cioè non concrezionati, coperti dalle praterie ad angiosperme (piante superiori) marine e/o dai prati di alghe verdi polienergidiche (radicanti e senza organizzazione cellulare), ma anche da estese formazioni a rodoliti (alghe rosse calcaree rotolanti libere sul fondo sabbioso);
 - le formazioni organogene con prevalenza di alghe calcaree delle piattaforme a corallinacee in superficie e della biocenosi del coralligeno in profondità.
- Nel sistema afitale (senza vita vegetale) si hanno formazioni organogene a grandi coralli bianchi e gialli, ma la loro percezione è possibile attualmente soltanto attraverso lo schermo collegato ad una telecamera filo-guidata.



Biocostruzioni

Il paesaggio ad alghe brune delle scogliere sommerse. Il paesaggio vegetale sulle scogliere marine sommerse ha due componenti biotiche (fotofila e sciafila) in relazione ai valori di irradianza e al prevalere nei vari siti della luce incidente o della luce riflessa. Queste componenti variano la loro azione in funzione della profondità, della stratificazione termoalina, della tipologia e dell'intensità dell'idrodinamismo, della geomorfologia e natura (clastica o rocciosa) del substrato. Inoltre sono importanti le relazioni biotiche tra basifiti ed epifiti, tra strato elevato e sottostrato ed infine tra erbivori e prodotti antierbivori (sostanze allelopatiche), selezionati nel processo di coevoluzione dei vegetali marini con i loro utilizzatori (predatori). Nel mediolitorale possono

entrare, come componenti del paesaggio, principalmente due associazioni di alghe a tallo molle: il *Nemalio-Rissoelletum verruculosae* (la specie più diffusa è conosciuta come "spaghetti di mare") e nell'Adriatico settentrionale il *Fucetum virsoidis* (la specie strutturante è chiamata nelle regioni venete per le sue vescicole aerifere "l'alga che fa le ciocche"). La vegetazione fotofila dell'infralitorale e del circalitorale è caratterizzata da una successione di cinture e/o di prati ad alghe brune, le più diffuse delle quali sono specie endemiche del genere *Cystoseira*. Nei biotopi più superficiali, compresi tra la frangia infralitorale e 10-12 m di profondità, con irradianza tra 80 e 10% di quella incidente in superficie, si hanno



Associazione *Cystoseiretum strictae*

tipologie ed intensità di idrodinamismo da moto ondoso che determinano, fino a 2-5 m, il prevalere di cistoseire cespitose e, oltre queste quote batimetriche, di specie a cauloide unico. La componente multidirezionale e la capacità di sintetizzare sostanze antierbivore (terpeni ciclici con gruppi laterali metilici), unitamente alla capacità di resistere anche a periodi di emersione, hanno dato origine nella frangia infralitorale alla cintura vegetale più estesa in tutti i settori biogeografici delle coste italiane: l'associazione *Cystoseiretum strictae*. Quando al di sotto della frangia l'idrodinamismo diventa bidirezionale e oscillante si sviluppa l'associazione *Cystoseiretum crinitae*; immediatamente al di sotto l'idrodinamismo unidirezionale ondulato fa sviluppare il *Cystoseiretum sauvageauanae*. Questo paesaggio dell'infralitorale superiore e medio è favorito anche dall'instaurarsi di due fasce di alotermocline estivo-autunnale che in maniera più netta si formano nel medio e nel basso Tirreno e nel Canale di Sicilia. In altri settori biogeografici delle coste italiane la zonazione vegetazionale in questi ambienti si ferma alla prima o alla seconda fascia ed il resto dello spazio sommerso è colonizzato sia da altre alghe brune della famiglia dictiotacee sia da altre cistoseire cespitose e/o a cauloide unico, caratterizzate da una più ampia valenza ecologica o con distribuzione limitata (endemismi puntiformi). L'insieme di questa vegetazione ad alghe brune (appartenente all'alleanza fitosociologica *Cystoseiron crinitae*) è considerato uno dei paesaggi marini maggiormente minacciati dall'attività antropica ed è denominato "Foresta a *Dictyopteris (membranacea) polypodioides*" dal nome dell'alga bruna più diffusa in questi livelli in tutto il Mediterraneo.

La vegetazione della parte più profonda dell'infralitorale risente ancora dell'idrodinamismo da moto ondoso che a queste profondità (da 20 a 40 m) diventa unidirezionale fluente. L'intensità luminosa non scende al di sotto dell'1% di quella incidente sulla superficie ed il manto vegetale dello strato elevato è caratterizzato dall'associazione vegetale *Cystoseiretum spinosae*.

Al di sotto di questi valori di irradianza della luce incidente, comincia il circolitorale, caratterizzato in ambienti con correnti di fondo laminari dall'associazione *Cystoseiretum zosteroidis* e dalla sua subassociazione *Laminarietosum rodriguezii*.

In ambienti di stretto (in particolare nello Stretto di Messina oltre che nello Stretto di Gibilterra) con correnti pulsanti di forte energia, si afferma l'associazione *Cystoseiretum usneoidis* con la sua subassociazione *Laminarietosum ochroleucae*. Entrambe queste due associazioni a laminarie hanno un singolare significato corologico. *Laminaria rodriguezii*, infatti, è un relitto oligocenico



Laminaria rodriguezii

dell'Alto Oceano Pacifico che in questa era geologica comunicava con la Mesogea (il Mediterraneo di epoca

terziaria) attraverso un Oceano Artico temperato ed un mare asiatico di piattaforma continentale detto Via Turgai. *Laminaria ochroleuca* si trova diffusa nel vicino Atlantico e nel Mare di Alboran all'ingresso dello Stretto di Gibilterra. Nello Stretto di Messina è rimasta accantonata da circa 5 milioni di anni, cioè dalla trasgressione atlantica detta dei Trubi. Le fasce vegetazionali profonde formano un paesaggio sommerso e sono raggruppate nell'alleanza fitosociologica *Sargassum hornschurchii*. Le associazioni vegetali a cistoseire che si spingono a maggiori profondità (oltre 70-100 m) sono nell'Adriatico (ma anche in tutto il Mediterraneo orientale) caratterizzate da *Cystoseira corniculata* e *Sargassum trichocarpum*, mentre in Mediterraneo occidentale si sviluppa in maniera più estesa l'associazione *Cystoseiretum dubiae* alla quale si associa *Sargassum hornschurchii*.



Sargassum hornschurchii

Altre associazioni vegetali della classe *Cystoseiretea*, con distribuzione più limitata o presenti in ambienti "ruderali", cioè fortemente antropizzati, sono raggruppate nell'ordine *Ulvetalia*, altre sviluppate su fondali con sabbie limose e caratterizzate da specie sia indigene sia

aliene del genere *Caulerpa*, sono parte della classe *Caulerpetea*. Nel sottostrato della vegetazione relativamente fotofila o in ambienti caratterizzati dal prevalere della luce riflessa su quella incidente e comunque con debole irradianza, si sviluppa una vegetazione sciafila. Questa vegetazione è generalmente distribuita a mosaico e non forma paesaggi sommersi eccetto nelle ampie falesie subverticali che a volte si estendono per alcune decine di metri. Questa vegetazione sciafila è inserita nella classe *Lithophylletea*, per l'infralitorale fa parte dell'ordine *Rhodymenietalia* e per il circolitorale dell'ordine *Lithophylletalia*. Nell'infralitorale si distingue un aspetto vegetazionale sciafilo superficiale, descritto nell'alleanza *Schotterion nicaeensis*, presente nella frangia infralitorale e all'ingresso delle grotte semisommerse; un aspetto sciafilo intermedio documentato nell'alleanza *Peyssonnelion squamariae*, diffuso nelle pareti subverticali, ma anche nel sottostrato dei cistoseireti e dei posidonieti. Questi aspetti sciafilati sono dominati nell'infralitorale da alghe rosse laminari e nastriformi (*Peyssonnelia*, *Rhodymenia*,



Peyssonnelia squamaria

Schottera, ecc.), da alghe brune foliacee (*Zonaria*, *Lobophora*, ecc.) e da alghe verdi polienergidiche globose, filamentose e laminari (*Codium*, *Flabellia*, *Cladophora*, *Halimeda*, ecc.).

I paesaggi biocostruiti dalle alghe calcaree. I paesaggi ad alghe brune erette, ricordati nel paragrafo precedente, richiamano boschi e prati in miniatura; in questo paragrafo incontriamo i paesaggi biocostruiti dalle alghe calcaree, in sinergia con animali biocostruttori, che ricordano le scogliere coralline dei mari tropicali o i termitai, ma anche gli agglomerati urbani con architettura complessa. Le biocostruzioni con prevalenza di alghe calcaree con aspetto "monumentale", quindi con capacità di caratterizzare i paesaggi, si sviluppano sia in superficie, soprattutto nel mediolitorale, con le "piattaforme a corallinacee", sia in profondità con la biocenosi del coralligeno. Quest'ultima si sviluppa in maniera semplificata in ambienti principalmente boreali dell'infralitorale (Mar Ligure e Adriatico) ed in maniera matura e complessa in ambienti subtropicali del circolitorale (Mar Tirreno, Stretto di Sicilia, Mar Jonio). Le biocostruzioni algali si realizzano per

un sinergismo biotico tra le specie componenti che si accrescono sovrapponendosi e/o saldandosi. Si hanno anche fasi di fossilizzazione e di ricolonizzazione che possono avere durata plurisecolare e di millenni. La capacità di costruire l'habitat in queste specie algali è conseguente al meccanismo di mineralizzazione della parete cellulare, sotto forma di carbonato di calcio e magnesio e con forme cristalline, prevalentemente calcitiche nelle corallinacee ed aragonitiche nelle peissonneliacee e nelle udoteacee. Il fenomeno della calcificazione contribuisce ad equilibrare il deficit di anidride carbonica che accompagna la fotosintesi e a mantenere quindi il potenziale alcalino nell'acqua di mare. Le associazioni vegetali che determinano a livello del mare paesaggi biocostruiti sono, sulle coste italiane del Mediterraneo occidentale, il *Lithophylletum byssoidis* e in quelle del Mediterraneo orientale (compreso il Mar Jonio e il Mare



Biocostruzione con *Cladocora*

Adriatico) anche la sua subassociazione *Lithophylletum trochanteris*. Nel mediolitorale la costruzione organogena è realizzata soprattutto dall'attività di *Lithophyllum byssoides*, *Lithophyllum trochanter* (raramente associato in Italia a *Tenarea tortuosa*), *Neogoniolithon brassica-florida*, *Lithophyllum papillosum* e, all'ingresso delle grotte semisommerse, da *Phymatolithon lenormandii*. Alla base della parte vivente di queste costruzioni si trova spesso, in endobiosi, un tappeto di alghe azzurre o cianobatteri. Nella parte alta dell'infralitorale l'associazione *Ceramio-Corallinetum elongatae* può costituire estese cinture biocostruite. Varie alghe calcaree incrostanti ricoprono le rocce sommerse, ma non sviluppano paesaggi biocostruiti. La biocenosi del coralligeno sulle coste italiane dell'infralitorale e del circolitorale forma il paesaggio biocostruito più esteso ed il più spettacolare sia per la ricchezza in biodiversità (316 specie vegetali) sia



Lithophyllum byssoides

per la fantasia di forme e di colori. L'associazione vegetale responsabile di questa biocostruzione è il *Lithophyllo-Halimedetum tunae*. Le alghe calcaree che contribuiscono maggiormente alla biocostruzione sono *Lithophyllum stictaeforme*, *Mesophyllum alternans*, *M. lichenoides* e *Halimeda tuna*. Dati sperimentali hanno ottenuto misure di produzione di calcare compresi tra 465 g/m² di carbonato di calcio per anno in comunità infralitorali con dominanza di *Halimeda tuna* e di *Mesophyllum alternans* e 170 g/m² in popolamenti circolitorali con dominanza di *Lithophyllum stictaeforme*. Il contributo dato allo sviluppo in spessore della formazione organogena da parte delle alghe calcaree varia con le condizioni ambientali ed è anche in funzione dell'erosione causata dagli erbivori specializzati ed in generale dei demolitori che agiscono sia sulle superfici sia sullo spessore delle porzioni calcificate. I tassi di maggiore sviluppo della concrezione

organogena (tra 0,006 e 0,83 mm/anno) si sono misurati in ambienti del circolitorale superiore, caratterizzati da fenomeni di risalita di acque profonde, fresche e limpide. Il paesaggio biocostruito percepito dall'osservatore in immersione è il risultato di un equilibrio dinamico tra le specie ingegnere (*bioconstructor species*) e le specie demolitrici (*bioeroder species*) e tra queste in particolare le alghe tranofite (*microborer species*): cianobatteri dei generi *Schizothrix*, *Entophysalis*; cloroficee dei generi *Ostreobium*, *Phaeophila*, *Eugomontia*; fucoficee dei generi *Laminaria* e *Phyllariopsis*. La biocostruzione algale



Phyllariopsis purpurascens

ospita in epibiosi numerose specie vegetali. L'insieme di questi popolamenti danno origine ad associazioni vegetali sia di strato elevato sia di sottostrato. Nel sottostrato, in ambienti con prevalente componente blu dello spettro, si sviluppa l'associazione *Rodriguezelletum strafforelloii*. Questa associazione si realizza tra alghe cianofile del genere endemico *Rodriguezella* e numerose alghe rosse filamentose e foliacee. Nello strato elevato si sviluppano varie associazioni e subassociazioni vegetali caratterizzate da *Fucales* e da *Laminariales*. Sul coralligeno dell'infralitorale si impiantano aspetti impoveriti dell'associazione *Cystoseiretum spinosae* ed in quello del circolitorale del *Cystoseiretum zosteroidis*.

I paesaggi vegetali sui substrati clastici.

Sui fondali sabbiosi e ghiaiosi della biocenosi del detritico costiero e della biocenosi delle sabbie grossolane e ghiaie fini sotto l'influenza di correnti di fondo dell'infralitorale e del circolitorale si sviluppano varie facies dell'associazione a rodoliti costituita sulle coste italiane principalmente dalla facies a *Lithothamnion minervae* e dalla facies a peissonneliacee libere dell'associazione *Phymatolitho-Lithothamnietum coralliodis*. Questi letti a rodoliti formano estese coperture algali, elementi di un paesaggio paragonabile a quello della biocenosi del coralligeno. Questi "reefs mobili" ospitano una elevata biodiversità (oltre 100 specie di vegetali) e per importanza possono essere paragonati ai prati con angiosperme marine dell'infralitorale. Le alghe rosse calcaree libere che caratterizzano questa associazione vegetale sono specie costruttrici di un habitat che può estendersi al largo delle coste per alcuni chilometri quadrati e formare un vasto paesaggio sommerso. Frammenti impoveriti di questo aspetto vegetale possono trovarsi anche nei canali di comunicazione tra le lagune ed il mare e nei canali sabbiosi interposti tra i cordoni di posidonia in ambienti con correnti intense unidirezionali. In rapporto ai valori di irradianza, di idrodinamismo e di tasso e granulometria di sedimentazione, si sviluppano facies con prevalenza di corallinacee ramificate: cilindriche (correnti turbolente), sferoidali (correnti pulsanti), ellissoidali (correnti oscillanti). In ambienti con acque torbide e con frazione limosa nei sedimenti predominano le peissonneliacee calcaree libere. Quando l'idrodinamismo diventa debole e occasionale le rodoliti possono venire ribaltate, per favorire la loro crescita, anche da frequenti bioturbazioni di animali (crostacei, echinodermi,

molluschi e pesci) e si accrescono in forme complesse e cavernose denominate *boxwork*. Soprattutto su queste grosse rodoliti può estendersi la vegetazione ad alghe molli descritta sopra per le formazioni calcaree della biocenosi del coralligeno. Quando queste grosse rodoliti vengono ricoperte anche dalle specie costruttrici si forma un aspetto del coralligeno denominato "coralligeno di piattaforma". Le specie di alghe calcaree che costruiscono i letti a rodoliti sono una dozzina.

La vegetazione ad angiosperme marine è l'elemento costitutivo del paesaggio sommerso dell'infralitorale delle coste italiane ed è descritta dalla classe *Zosteretea*. Il fondale di elezione è costituito da sabbie, ma *Posidonia oceanica* può vegetare anche su roccia e crearsi una copertura di sedimento attraverso la filtrazione del suo feltro fogliare. Le angiosperme marine o talassofite che vivono sulle coste italiane sono cinque: *Posidonia oceanica*,

Cymodocea nodosa, *Zostera marina*, *Nanozostera noltii*, *Halophila stipulacea*.

Posidonia oceanica è l'unica specie endemica (del Mediterraneo) e forma estese praterie su fondali coperti da sabbie grossolane con ricca componente organogena e si estende dalla superficie fino alla profondità in cui la luce incidente non scende al di sotto dell'1% di quella del livello zero. Quindi, in rapporto all'idrodinamismo la prateria può assumere differenti disposizioni spaziali: a cordoni paralleli (correnti unidirezionali), a colline (correnti circolari), a mosaico di chiazze vive e radure spoglie (movimenti deboli). All'interno di baie verso terra si può formare una barriera densa (*reef barrier*) con una laguna interna, colonizzata da altre angiosperme e/o da caulerpe.

La prateria a posidonia forma l'associazione vegetale *Posidonietum oceanicae*. Sui suoi rizomi si sviluppa l'associazione sciafila *Flabellio-Peyssonnelietum squamariae* e sulle



Prateria a *Halophila stipulacea*



Egagropile di posidonia

foglie l'associazione di alghe epifite *Myrionemo-Giraudietum sphacelarioidis*. *Posidonia oceanica* è considerata la specie costruttrice dell'habitat di un complesso ecosistema che copre superfici sommerse paragonabili a quelle della macchia mediterranea sulle coste emerse. Questa percezione di un paesaggio forestale sommerso da parte delle popolazioni rivierasche del Mediterraneo è molto antica. In un frammento arrivato fino a noi del libro sulla Natura di Aristotele, si parla di una foresta di "querce marine" che producevano ghiande galleggianti (i frutti di posidonia), ricercate e mangiate dai tonni. La loro migrazione in Mediterraneo coincide casualmente con il rilascio in primavera dei frutti maturi di posidonia. Questi pesci, considerati in antichità come maiali marini, secondo il testo del filosofo e naturalista greco, dopo essersi rimpinzati delle ghiande marine, ritornavano nell'Oceano Atlantico, lasciando sulle spiagge del Mediterraneo a fine estate grosse palle fibrose, considerate da Aristotele escrementi e che invece sono i resti delle fibre fogliari di posidonia aggrovigliate dal moto ondoso. La presenza delle praterie a posidonia è all'origine di alcune toponomastiche della fascia costiera: a Grado, nel Friuli Venezia Giulia, i pescatori chiamano "tresse" i fondali con resti di vecchi posidonieti; in Sicilia, i luoghi descritti da Verga nei Malavoglia, formano il villaggio marinaro, fuori delle mura che cingevano anticamente Catania (quindi *ex arce*) e presso un deposito costiero di posidonie spiagiate (foglie intrecciate dette "trezze") che porta il nome di Acitrezza; in Sardegna la città di Alghero prende il nome dalla prateria antistante formata dall'"Alga", come veniva chiamata posidonia anche nelle carte nautiche della Marina.

Quando la sedimentazione è costituita da sabbie fini o l'ambiente è fortemente instabile nei parametri ambientali, *Posidonia oceanica* è sostituita da prati a *Cymodocea* che dà origine all'associazione *Cymodoceetum nodosae*. In presenza di sedimenti con

Prateria a *Cymodocea nodosa*

significativa componente limosa in ambienti calmi si sviluppa l'associazione *Nanozosteretum noltii*. Più rari sono in Italia e limitati all'Adriatico settentrionale i prati dell'associazione *Zosteretum marinae* confinata alle foce dei fiumi o nei pressi di sorgenti sottomarine di acqua dolce. Dopo il taglio dell'istmo di Suez dal Mar Rosso è penetrata in Mediterraneo ed è arrivata nel 1998 in Italia *Halophila stipulacea*. Questa specie forma un aggruppamento vegetale su vasti tratti delle coste orientali e settentrionali della Sicilia e si estende anche fino in Campania. Come altre specie aliene invasive, la specie si moltiplica fino ad oggi solo vegetativamente; inoltre sono state osservate in fioritura soltanto piante maschili (la pianta è dioica). La specie forma praticelli densi o si associa con altre angiosperme e con la vegetazione a caulerpe. Si comporta come una specie eurivalente sia per la granulometria del sedimento sia per le esigenze fotiche, termiche e idrodinamiche. Questa sua caratteristica

fa prevedere una rapida estensione dell'areale anche lungo le coste italiane. Sempre sui substrati clastici, ma anche su roccia coperta da un sottile strato di sedimento, si stanno diffondendo rapidamente lungo tutte le coste italiane alcune specie aliene con comportamento invasivo. Con il metodo fitosociologico sono stati descritti i popolamenti a caulerpe ed alghe rosse che formano feltri, ormai insediati stabilmente sui fondali marini da oltre un decennio. In effetti questi popolamenti hanno cambiato profondamente i paesaggi sommersi, facendo percepire visivamente all'osservatore subacqueo anche gli effetti dei cambiamenti climatici attraverso il fenomeno complesso della tropicalizzazione della biodiversità del Mediterraneo. *Caulerpa racemosa* è stata segnalata nel 1924 a Tunisi da un veterinario dell'Armata francese per raccomandare di integrare la dieta dei cavalli con questa erba marina che con i suoi sali minerali e le sue vitamine

migliorava il manto degli equini. Ma per molti decenni i prati rimasero accantonati nella baia di Tunisi. Nell'ultimo ventennio del 1900 entra in Mediterraneo la varietà *cylindracea* di *Caulerpa racemosa*. Questa specie esplode in maniera invasiva da Sud a Nord, cominciando dalle coste italiane. Il *Caulerpetum racemosae* è ormai inserito su buona parte della vegetazione dell'infralitorale e del circolitorale superiore. La specie ha colonizzato anche aree desertificate dall'eccessiva pressione antropica (aree portuali, zone antistanti insediamenti industriali e urbani), anche se dal punto di vista delle catene trofiche si è inserita bene nell'anello delle risorse per gli erbivori ed è addirittura commercializzata (ristoratori livornesi) come insalata, seguendo l'esempio dei giapponesi che da secoli l'hanno inserita nella loro dieta. La presenza nel citoplasma di caulerpenina (una doppia molecola dell'indolo), che fuoriuscendo forma acido indolacetico (ormone della crescita



Caulerpa racemosa

vegetale), causa un rapido ripopolamento vegetale dei fondali con una biodiversità in epibionti paragonabile a quella dei posidonieti.

Più insidiosa è l'invasione del *Caulerpetum taxifoliae* formato da un ceppo selezionato negli acquari europei e sfuggito in mare da circa trent'anni. Questa specie contiene principalmente nel citoplasma, come la specie indigena *Caulerpa prolifera*, una concentrazione alta di caulerpina, un diterpene con effetti allelopatici sugli erbivori che quindi la evitano. Il successo recente dei caulerpeti in Mediterraneo, come è stato dimostrato sperimentalmente, è dovuto all'arrivo, attraverso le acque di zavorra, di un batterio anaerobio endosimbionte delle caulerpe che ne facilita la diffusione vegetativa, ottimizzando l'uso del loro metabolismo mixotrofo, trasportando dai sedimenti eutrofizzati molecole organiche nel citoplasma. A seguito delle caulerpe, sulle quali si trovano con frequenza in epibiosi, sono arrivate in Mediterraneo e anche si sono diffuse su fondali marini italiani due specie di alghe rosse filamentose che crescono formando estesi grovigli feltrati: *Acrothamnion preissii* e *Womersleyella setacea*. Queste due specie hanno ampliato il loro habitat in epibiosi e si stanno sviluppando in maniera invasiva sulle specie costruttrici delle formazioni organogene. Quando i loro feltri vanno in putrefazione possono causare anossie sul fondo con danni alla biodiversità. Tutte queste specie aliene invasive non hanno ancora iniziato il processo di naturalizzazione in maniera integrata. Questo è confermato dall'assenza di riproduzione sessuata e dalla frequenza di moltiplicazione vegetativa o per sporificazione. Spesso il loro andamento invasivo è marcatamente stagionale e questo limita in parte i danni dell'eccesso di proliferazione. Comunque la sostanza organica da loro sintetizzata

spesso viene spostata nelle catene trofiche dalla catena degli erbivori a quella dei detritivori. I prodotti antierbivori che ne limitano l'utilizzazione, infatti, vengono detossificati dai processi ossidativi dopo l'uscita dal citoplasma nell'ambiente dell'acqua e dei sedimenti. Una specie di alga rossa filamentosa, *Lophocladia lallemandii*, si comporta come invasiva solo in estate ed in autunno, vive come epifita sulle cistoseire quando queste sono in riposo vegetativo, ma ha creato problemi alla fruizione delle spiagge per gli enormi accumuli di masse spiaggiate, principalmente sui litorali della Sicilia meridionale. Anche *Codium fragile* ssp. *tomentosoides* si comporta



Codium fragile

da specie invasiva in lagune e sulle barriere di protezione dall'erosione costiera, ma le sue esplosioni non hanno lunga durata; l'insediamento pertanto non risulta localmente stabilizzato. Negli ambienti lagunari adibiti ad acquacoltura si insediano ed esplodono varie specie di alghe aliene; i casi più spettacolari sono in atto nella Laguna Veneta dove nelle acque superficiali *Sargassum muticum* e *Laminaria japonica* hanno cambiato il paesaggio dei canali lagunari. Spesso queste esplosioni non hanno lunga durata e si ha un avvicendamento in funzione dell'area di reclutamento delle specie allevate e dei loro epibionti.