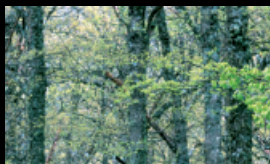
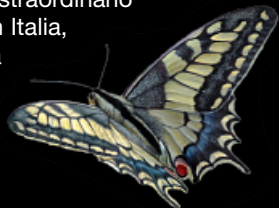




Allungata per mille chilometri da Nord a Sud, fra l'elevata catena alpina che la separa dall'Europa centrale e le acque del Mediterraneo, l'Italia presenta una ricchezza di situazioni ambientali che non ha paragone nell'intero continente europeo.



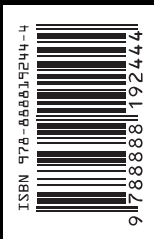
Se a questa ricchezza di habitat aggiungiamo le oltre 57.000 specie animali, le circa 6.700 specie di piante vascolari e le molte migliaia di specie riferibili ad altri grandi gruppi di organismi viventi, come i funghi e le alghe, potremo comprendere lo straordinario valore della biodiversità in Italia, ulteriormente impreziosita dall'elevatissimo numero di specie endemiche, il cui areale di distribuzione non supera i confini del nostro Paese.



Gli habitat e il popolamento vegetale e animale hanno dovuto però fare i conti con una presenza umana che si è spesso lasciata andare, soprattutto in un recente passato, ad un'azione distruttiva che ha inciso drammaticamente su ecosistemi fragili come gli ambienti litoranei, le torbiere, le risorgive.



La collana "Quaderni Habitat" si conclude con questo volume, che riepiloga i lineamenti principali della diversità ambientale dell'Italia. Il lettore è invitato a immergersi in questa realtà così ricca di situazioni uniche e di preziose presenze vegetali e animali, per condividere anche la responsabilità di una sua gestione sensibile e consapevole.



Gli habitat italiani

24 QUADERNI HABITAT

Gli habitat italiani

24 QUADERNI HABITAT
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
Museo Friulano di Storia Naturale



Gli habitat italiani

Quaderni habitat

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
Museo Friulano di Storia Naturale - Comune di Udine

coordinatori scientifici

Alessandro Minelli · Sandro Ruffo · Fabio Stoch

comitato di redazione

Aldo Cosentino · Alessandro La Posta · Carlo Morandini · Giuseppe Muscio

"Gli habitat italiani · Espressione della biodiversità"

a cura di Fabio Stoch

testi di

Edoardo Biondi · Ferdinando Boero · Benedetta Brecciaroli · Eugenio Duprè · Lucio Eleuteri ·
Simonetta Frascchetti · Giuseppe Giaccone · Thalassia Giaccone · Alessandro La Posta · Laura Pettiti ·
Fabio Stoch · Nicoletta Tartaglini

con la collaborazione di

Carlo Blasi

illustrazioni di

Alberto Gennari (102, 108, 113, 117, 118, 124, 130, 157, 161, 163, 164, 166, 167, 169, 170, 173, 175, 176)
e Roberto Zanella

progetto grafico di

Furio Colman

foto di

Nevio Agostini 97 · Archivio Museo Friulano di Storia Naturale, 55, 64/1, 64/2, 73, 77, 100, 131/1 · Archivio
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (Pandaphoto, F. Di Domenico) 174/2 ·
Archivio Naturmedia 69 · Archivio Unione Speleologica Bolognese (E. Altara) 99 · Andrea Artoni 22 · Mauro
Arzillo 187 · Paolo Audisio 58, 59/2 · Flavio Bacchia 174/1, 177 · Pietro Baccino 61 · Carlo Nike Bianchi
159/1 · Edoardo Biondi 47, 48, 49, 59/1, 63, 72, 76/2, 81, 82 · Alessandro Biscaccianti 191 · Ferdinando
Boero 137, 150, 151, 162/2, 171, 183 · Enrico Lana 91 · Francesco Luigi Cinelli 132, 133 · Carlo Corradini
13 · Corrado Venturini 17 · Adalberto D'Andrea 109, 110/1, 110/2, 193 · Vitantonio Dell'Orto 6, 7, 9, 11, 12,
24, 46, 56, 60, 74, 78, 80, 88, 104/1, 104/2, 105, 186, 188, 189, 190, 194 · Helmut Deutsch 127 · Dario
Ersetti 8, 54, 79 · Anna Flagiello 98 · Gabriele Fiumi 121/3 · Fulvio Gasparo 131/2 · Luciano Gaudenzio 122 ·
Giuseppe Giaccone 134 · Google Maps 10, 42 · Giuliano Mainardis 89, 119/2, 121/1 · Giuseppe Muscio
33, 41 · Francesco Orsino 76/1 · Ivo Pecile 44, 52, 62, 66, 67, 68, 70/1, 70/2, 71, 83/1, 83/2, 84, 85, 86,
116, 196 · Giuseppe Lucio Pesce 168 · Arnaldo Piccinini 103, 111 · Marco Relini 185 · Roberto Sauli 112 ·
Pino Sfregola 75 · Margherita Solari 50 · Fabio Stoch 57, 65, 87, 93, 106/1, 106/2, 107, 114, 119/1, 120,
123, 125, 126/1, 126/2, 128, 129, 144, 154, 158/2, 160, 180, 184, 192 · Luca Lapini 116/1 · Antonio Todaro
172/1 · Egidio Trainito 135, 136, 138, 139/1, 139/2, 140, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 152, 153,
155, 158/1, 159/2, 162/1, 165/1, 172/2, 178, 181, 182, 197, 43 · Damiano Vagaggini 115/1, 115/2 ·
Augusto Vigna Taglianti 101 · Francesco Zaramella 165/2 · Roberto Zucchini 121/2, 156

©2009 Museo Friulano di Storia Naturale · Udine

Vietata la riproduzione anche parziale dei testi e delle fotografie.

Tutti i diritti sono riservati.

ISBN 88 88192 47 6

ISSN 1724-7209

In copertina: Laguna di Marano con le Alpi Giulie sullo sfondo (Friuli, foto U. Da Pozzo)

QUADERNI HABITAT

Gli habitat italiani

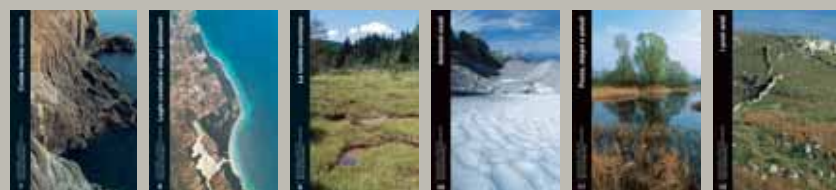
Espressione della biodiversità

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE
MUSEO FRIULANO DI STORIA NATURALE · COMUNE DI UDINE

Quaderni habitat



- 1** Grotte e fenomeno carsico
2 Risorgive e fontanili carsici
3 Le foreste della Pianura Padana
4 Dune e spiagge sabbiose
5 Torrenti montani
6 La macchia mediterranea



- 7** Coste marine rocciose
8 Laghi costieri e stagni salmastri
9 Le torbiere montane
10 Ambienti nivali
11 Pozze, stagni e paludi
12 I prati aridi



- 13** Ghiaioni e rupi di montagna
14 Laghetti d'alta quota
15 Le faggete appenniniche
16 Dominio pelagico
17 Laghi vulcanici
18 I boschi montani di conifere



- 19** Praterie a fanerogame marine
20 Le acque sotterranee
21 Fiumi e boschi ripari
22 Biocostruzioni marine
23 Lagune, estuari e delta
24 Gli habitat italiani

Indice

Introduzione 7
Alessandro Minelli · Sandro Ruffo · Fabio Stoch

Italia: forme e contenuti 11
Corrado Venturini

Habitat terrestri e d'acqua dolce: vegetazione 47
Edoardo Biondi

Habitat terrestri e d'acqua dolce: fauna 89
Fabio Stoch

Habitat marini: vegetazione 133
Thalassia Giaccone · Giuseppe Giaccone

Habitat marini: fauna ed ecologia 149
Ferdinando Boero · Simonetta Fraschetti

Conservazione della biodiversità 187
Alessandro La Posta · Eugenio Dupré · Lucio Eleuteri · Laura Pettiti ·
Benedetta Brecciaroli · Nicoletta Tartaglini

Bibliografia 195

Glossario 197

Indice delle specie 199

Introduzione

ALESSANDRO MINELLI · SANDRO RUFFO · FABIO STOCH

Allungata per mille chilometri da Nord a Sud, fra l'elevata catena alpina che la separa in modo netto dall'Europa centrale e le acque del Mediterraneo che essa divide in due grandi e ben diversi bacini, l'Italia presenta una ricchezza di situazioni ambientali che non ha paragone nell'intero continente europeo. A ciò contribuiscono in misura determinante anche la Sicilia, la Sardegna, l'Elba e la miriade di piccole isole che la circondano.

Questa ricchezza di situazioni ambientali si rispecchia in primo luogo nella diversità dei tipi di vegetazione, dalle forme più imponenti delle grandi fustaie di abeti e di faggi fino agli aspetti più discreti della vegetazione pioniera sui terreni vulcanici di nuova

formazione o presso il margine dei residui nevai e ghiacciai alpini. Se questa notevole varietà di habitat senz'altro colpisce chi viaggia attraverso il nostro Paese, meno facile da cogliere è la straordinaria diversità delle forme di vita animale. Ciò non dipende solo, o soprattutto, dalla limitata consistenza numerica delle popolazioni, ma è la naturale conseguenza delle modeste dimensioni e delle abitudini elusive che sono proprie della maggior parte delle specie della nostra fauna, soprattutto fra gli invertebrati. Ancor meno accessibile al viaggiatore che non sia dotato di speciali attrezzature è la diversità delle forme di vita che popolano le acque, sia quelle interne (torrenti e fiumi, pozze e laghi, grotte e risorgive), sia quelle marine, che già nell'ambito di una limitata fascia costiera raccolgono un vastissimo campionario dell'intero popolamento vegetale e animale del Mediterraneo.

Le attuali conoscenze sulle forme di vita presenti in Italia, compresi i mari circostanti, sono ancora incomplete. Lo documenta, anno dopo anno, l'incessante aggiungersi di nuove specie all'inventario della flora e della fauna del



Fioritura primaverile in un prato da sfalcio



Cascatelle in un torrente montano



La costa del Salento (Puglia)

nostro Paese. E non si tratta solo dei primi ritrovamenti italiani di specie già note in altre parti d'Europa o di specie "aliene" maldestramente introdotte in Italia dall'uomo, ma anche, e di frequente, della scoperta di specie nuove per la Scienza.

È significativo, nell'indicare la necessità di proseguire in questo prezioso sforzo conoscitivo, il fatto che nell'anagrafe della flora e della fauna d'Italia abbiano fatto il loro ingresso, in anni recenti, anche alcune nuove specie di piante appartenenti a generi "popolari", come *Primula* e *Gentiana*. Non meno significativo è il fatto che negli ultimi decenni la lista delle specie italiane di rettili e anfibi sia profondamente cambiata, a seguito di studi approfonditi che hanno

riconosciuto (o, più spesso, rivalutato) come 'specie buone' entità proprie della nostra penisola, o delle sue isole, che in precedenza erano considerate indistinguibili dalle specie affini presenti in altre parti d'Europa.

A dimostrare lo straordinario valore della biodiversità italiana, tuttavia, non sono solo le oltre 57.000 specie animali conosciute, alle quali si sommano circa 6.700 specie di piante vascolari e molte migliaia di specie riferibili agli altri grandi gruppi di organismi viventi, primi fra tutti i funghi e le alghe. Non meno importante è sottolineare l'alta percentuale di specie endemiche, cioè di specie il cui areale naturale non supera i confini del nostro Paese, restando anzi, quasi sempre, confinate in territori circoscritti: molte delle specie di recente riconosciute come nuove per la Scienza hanno un areale di distribuzione che non si estende al di là di un singolo massiccio montuoso o di un singolo bacino fluviale. Per l'intera fauna italiana, il tasso di endemismo è oggi stimato superiore al 10%, un valore che molto probabilmente è destinato a crescere in futuro, con la scoperta di nuove specie ad areale limitato. Per le piante a fiore, la percentuale delle specie endemiche supera il 13%. Queste percentuali, tra le più alte in Europa, sono spiegabili considerando le complesse vicissitudini paleogeografiche che l'Italia ha attraversato in milioni di anni di evoluzione: le specie endemiche rappresentano insostituibili testimonianze di questi antichi eventi e costituiscono uno dei più grandi "musei all'aperto" della storia del nostro Paese.

È facile comprendere il valore di un patrimonio naturale così ricco e diversificato, ma è altrettanto facile comprendere come la sua stessa ricchezza lo

abbia esposto e continui ad esporlo a drammatici rischi di sopravvivenza. Gli habitat e il popolamento vegetale e animale hanno dovuto fare i conti, nei secoli, con una presenza umana che non si è limitata ad alterare il paesaggio per fare spazio alle città e ai coltivi, o ad intaccare i boschi per soddisfare le sue esigenze di legna da ardere o da costruzione, ma si è spesso lasciata andare, soprattutto in un recente passato, ad un'azione distruttiva che ha inciso drammaticamente su ecosistemi fragili come gli ambienti litoranei, le torbiere, le risorgive.

Con la collana "Quaderni Habitat", la Direzione per la Protezione della Natura del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha voluto promuovere e diffondere la conoscenza delle più significative situazioni ambientali presenti in Italia. Per ciascuna di esse sono stati presentati, in forma monografica, i caratteri fisionomici dell'habitat, inquadrati nelle rispettive situazioni geografiche, geologiche e climatiche, per passare ad una caratterizzazione dei popolamenti vegetali e animali e concludendo con un esame delle alterazioni che l'uomo vi ha portato nel tempo, seguito da un'indicazione delle linee di conservazione e di gestione oggi adottate o almeno auspicabili. La collana si conclude con questo volume, che riepiloga in forma sintetica i lineamenti principali della diversità ambientale dell'Italia, invitando il lettore ad immergersi in questa realtà così ricca di situazioni uniche e di preziose presenze vegetali e animali, per condividere infine la responsabilità di una sua gestione sensibile e consapevole.



Fiume di risorgiva (Sile, Veneto)



Italia: forme e contenuti

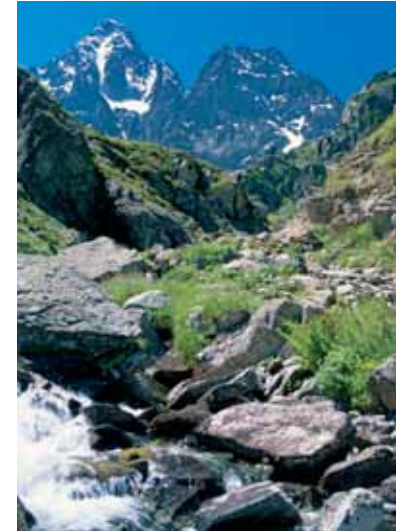
CORRADO VENTURINI

11

■ Un sintetico approccio geologico

La molteplicità dei paesaggi e *habitat* del territorio italiano è la diretta conseguenza non solo dell'orografia, della latitudine e del clima, ma anche della distribuzione dei principali tipi di rocce e sedimenti che contribuiscono a condizionarne la varietà.

In questo capitolo introduttivo si parlerà sinteticamente dell'Italia, della sua evoluzione geologica, delle sue rocce antiche e dei suoi sedimenti recenti, delle loro età, deformazioni e distribuzioni, nonché della mirabile forma della penisola, frutto della combinazione di molteplici eventi dinamici e sedimentari.



Il Monviso e le sorgenti del Po (Piemonte)

■ Il fascino di un profilo

Sono convinto che molti tra voi, raggiunta l'età scolare, siano rimasti piacevolmente stupiti nell'accorgersi che l'Italia, la nostra Italia, è sagomata a perfetto stivale, preciso in ogni particolare. Era l'inizio degli anni '60 e ricordo ancora con quanta enfasi ne ridisegnavo il profilo pensando alle forme anonime degli altri stati europei. La soddisfazione diventò massima quando le mie conoscenze geografiche valicarono l'Europa: indubbiamente il nostro stivale non era secondo a nessuno, a livello mondiale! Allo stupore si era intanto aggiunto l'orgoglio; molto simile a quello che accompagnava i trionfi della squadra del cuore. Alcuni anni più tardi le immagini dallo spazio avrebbero confermato e ribadito il primato estetico dell'Italia sul resto del mondo.

Le sensazioni d'un tempo intanto erano andate svanendo, sostituite da una sottile curiosità. Il perché, come e quando cominciavano a farsi largo chiedendo risposte. Il desiderio di conoscere, come spesso accade, accese una

L'Italia ha raggiunto la propria forma attraverso una successione di eventi geologici spesso spettacolari

passione. La passione, per scelta e volontà, si trasformò prima in studio poi in lavoro. E col lavoro da geologo arrivò infine la possibilità di comprendere la complessa catena di cause ed effetti alla base dell'attuale forma della nostra penisola.

Forma che è funzione diretta dell'evoluzione e distribuzione delle catene montuose e delle piccole e grandi pianure, dei volumi crostali instabili e fratturati e di quelli indeformati e saldi, dei sollevamenti e degli abbassamenti del territorio, delle zone di effusione magmatica e di quelle dove insistono gli accumuli sedimentari, delle rocce coese e dei sedimenti sciolti, delle litologie molto resistenti e di quelle facilmente erodibili, delle incisioni e dei trasporti fluviali, delle esarazioni e dei rimaneggiamenti glaciali.

Tutto questo distribuito non solo nello spazio, ma anche attraverso il tempo, in un avvicinarsi e sostituirsi di ruoli con sceneggiature al limite dell'incredibile che, con inesorabile, lenta determinazione, hanno coinvolto e stravolto quel grande palcoscenico tridimensionale sul quale, oggi, improvvisamente, ci troviamo proiettati. Noi, esseri umani dal duplice ruolo di soggetti ospitati negli ambienti che la geologia ha generato e di agenti modificatori e perturbatori del paesaggio naturale, in molti casi trasformato in paesaggio puramente antropico.

Per cercare di illustrare in poche pagine le complesse tappe geologiche che hanno portato l'Italia, isole comprese, all'odierna forma e assetto geologico, è indispensabile procedere attraverso sintesi ed esemplificazioni. Se il lungo



Il Monte Bianco dalla Val Ferret (Val d'Aosta)

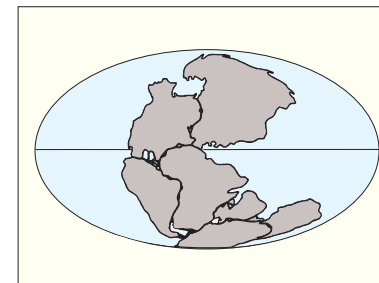
film dell'evoluzione geologica dell'Italia, iniziato da oltre mezzo miliardo di anni, fosse riassunto in un *trailer*, la voce fuori campo - accompagnata da immagini mozzafiato in rapida successione - potrebbe cominciare pressappoco così.

Siamo tornati al lontano Paleozoico, circa mezzo miliardo di anni fa. Per oltre 200 milioni di anni placche litosferiche dalle forme e dimensioni più varie hanno interagito allontanandosi, sfiorandosi, collidendo. Nelle numerose separazioni si generava nuova crosta oceanica, densa e sottile, coperta da oceani in lenta espansione. Nelle fasce di collisione la crosta continentale si ispessiva, leggera ed emersa o appena rivestita da mari poco profondi. Il Paleozoico sta ora volgendo al termine. Ci troviamo tra 250 e 350 milioni di anni dal Presente. È il momento della svolta. Tra i blocchi continentali emersi e mobili prevalgono gli avvicinamenti e con essi le collisioni, in grado di distruggere sistematicamente la crosta oceanica che li separa.

Il mito di tutti i geologi sta diventando realtà: il supercontinente Pangea. Un unico aggregato di placche a crosta continentale emersa, una gigantesca super-isola circondata da acque e crosta oceanica. Pangea, visto dalla Luna, appare come un'enorme bolla ocrea sul fondo azzurro cupo del vasto oceano Pantalassa.

Una patina verde in veloce espansione ne sta conquistando rapidamente la superficie. La grande collisione unificatrice ha generato una serie di catene montuose nelle zone di contatto e sutura tra le placche a crosta continentale. Le catene formano una grande fascia corrugata lunga oltre 5000 km. Sono i rilievi ercinici. Le rocce spinte più in profondità si sono intanto trasformate in rocce metamorfiche.

È da questo istante geologico, circa 300 milioni di anni fa, che la storia del territorio italiano può essere raccontata con ricchezza di particolari. Un'evoluzione incessante guidata da continui mutamenti che hanno impiegato centinaia di milioni di anni per dare forma all'Italia che oggi ci ospita.



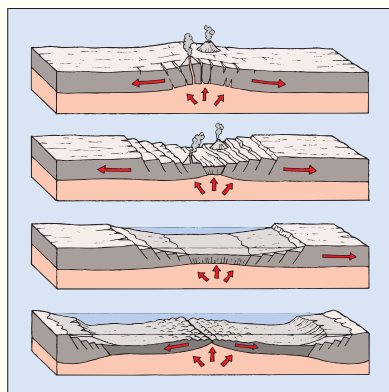
La distribuzione delle terre e dei mari circa 300 milioni di anni fa



Affioramenti di rocce paleozoiche lungo la costa della Sardegna

Troppo spesso le evoluzioni geologiche descritte ad uso dei non geologi danno per acquisiti dei concetti che non appartengono al patrimonio di conoscenze del lettore medio. È bene allora esemplificare alcuni presupposti geologici di base per comprendere meglio i passi che seguiranno.

Tutta la superficie terrestre è scomponibile in placche cosiddette litosferiche. Sono formate dalla crosta e dalla parte più superficiale del mantello. Le principali sono una dozzina e il loro spessore è compreso tra 40 e 200 km al massimo. Il limite tra due placche spesso si incontra in mezzo a un oceano. In tal caso coincide con la *dorsale* (limite costruttivo). È questa una stretta fascia di frattura dei fondali da cui fuoriesce in continuazione magma di origine profonda (astenosfera). Uscendo solidifica ai due margini della zona fratturata formando nuova crosta, densa e perciò ribassata (*crosta oceanica*). I due lembi della frattura sono divaricati e continuamente allontanati, dando la possibilità al fenomeno eruttivo di ripetersi. Le velocità del processo non superano i 10-14 cm all'anno. Praticamente le stesse della crescita di unghie e capelli!



"Gemmazione" di una placca attraverso la nascita (dall'alto verso il basso) di una dorsale

È così che le masse dei continenti (fatte di *crosta continentale*) - che sono in fondo le parti emerse e visibili delle placche - si spostano per migliaia di chilometri. Ricordiamo però che migrano solidalmente alle porzioni di crosta oceanica appoggiate al loro fianco, per noi invisibili sotto la superficie marina, e con le quali formano una placca litosferica unica.

Può essere utile paragonare una grande placca (Pangea, ad esempio) a una spessa lastra di ghiaccio cresciuta sulla superficie di una massa d'acqua marina. Immaginate ora una frattura mediana che la spezzi per tutto il suo spessore: lentamente si formano due distinte porzioni di ghiaccio "continentale" in divaricazione e, ben presto, in allontanamento. Man mano che questo si verifica, sul fondo della neonata fossa centrale (la zona di dorsale mediana) l'acqua gela e forma un livello di ghiaccio nuovo, sottile e - solo per il nostro esempio - più denso di quello dei lastroni in allontanamento.

L'iniziale placca unica si è divisa in due placche distinte, separate da una frattura mediana che non cicatrizza. Da essa si scorge l'acqua che continua a generare nuovo ghiaccio "oceanico", sottile e più denso. Cristallizza continuando ad attaccarsi ai bordi ghiacciati della frattura. Tale tipo di crosta sottile si è inizialmente sviluppata saldandosi alla crosta ghiacciata "continentale", spessa e leggera, con la quale ora costituisce una massa unica. Procederanno solidalmente nel moto di traslazione come porzioni differenti, ma saldamente unite.

Un altro concetto: la *subduzione*. Così come nuova crosta oceanica si genera continuamente dalla fuoriuscita di magma lungo 40.000 km di dorsali terrestri, in altre parti del globo deve esistere antica crosta che in qualche modo affonda nel mantello per ristabilire l'equilibrio. Ciò avviene lungo le fasce di *subduzione* (limite distruttivo). Coincidono con le zone di collisione tra placche. Nello scontro

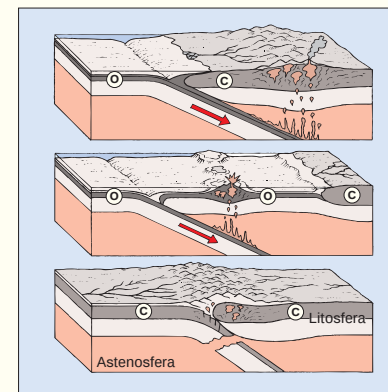
una delle due può venire spinta verso le profondità dove il mantello la assimila.

Se per qualche ragione sotto al ghiaccio dell'esempio le correnti marine cambiano direzione, si interrompe l'allontanamento tra le due "placche" e può persino prodursi convergenza. Nel frattempo sulle due "placche" è nevicato in più riprese. Sopra al ghiaccio "oceanico", sottile (e denso) della zona centrale ribassata, si sono accumulati numerosi strati di neve fresca. Lo stesso è accaduto in molte parti dei lastroni di ghiaccio "continentale".

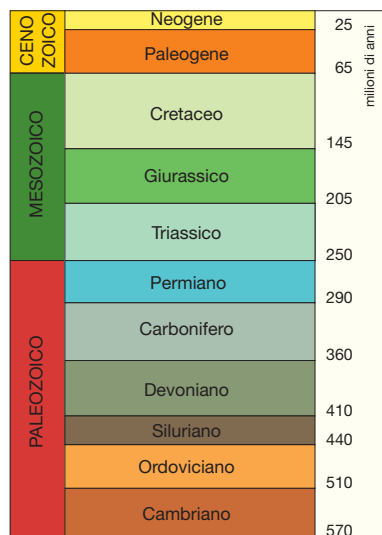
La convergenza in atto ora sta raccorciando le aree e deformando i volumi. Le porzioni di ghiaccio "oceanico" recente e sottile si spezzano facilmente lì dove si saldano a quello "continentale", a causa della differenza di spessore e densità. Si inflettono, inarcano e affondano (subducono), data la loro maggiore densità. Lentamente cominciano a scendere obliquamente sotto la massa di ghiaccio "continentale". Affondano e infine si sciogliono nelle profondità della massa d'acqua. Durante la collisione e subduzione può accadere che le coperture stratificate di neve fresca e leggera, si scollino dal ghiaccio "oceanico" e restino in superficie, spezzandosi e accavallandosi come tegole, o come carte da gioco, contro la massa del ghiaccio "continentale". Gli strati di neve soffice rappresentano i sedimenti, in gran parte argillosi, che nella realtà geologica si accumulano sui fondali oceanici formati da basalti e gabbri. La collisione allora può comprimere, deformare e affastellare i sedimenti oceanici (gli strati nevosi dell'esempio) assieme a una parte del sottostante ghiaccio sottile e denso (le rocce magmatiche basiche), spingendo il tutto ad accavallarsi sul lastrone di ghiaccio "continentale". Questo processo si chiama "obduzione", contemporaneo ma in opposizione a quello di subduzione.

Col procedere della collisione, quanto resta del ghiaccio "oceanico" scompare

in profondità. Quando tutto il ghiaccio "oceanico" con le sue coperture nevose è andato in subduzione (oppure in obduzione) sono di nuovo due masse di ghiaccio "continentale", più spesso e leggero, ad affrontarsi. Il ghiaccio "continentale" e quel po' di ghiaccio "oceanico" obdotto, assieme alle rispettive coperture nevose, formeranno allora una catena orogenetica. Nella realtà una delle due placche si infila e inflette lentamente sotto l'altra affastellando spessori chilometrici di rocce, piegate, spezzate, inarcate, raccorciate ed embricate come "tegole tettoniche". Nelle rappresentazioni in pianta dei sistemi deformati (orogeni) i limiti tra una tegola e l'altra - le superfici di faglia a basso angolo - sono indicati con un simbolo caratteristico: una riga continua con triangoli pieni appoggiati sulla "tegola che sta sopra" e si accavalla su quella sottostante. Dalla collisione tra due placche di ghiaccio "continentali" nasce infine una catena montuosa (orogenesi). Nell'esempio utilizzato è un insieme serrato di tegole embricate di ghiaccio e neve stratificata. Nella nostra realtà è il poderoso volume deformato rappresentato dalla catena alpina e da quella appenninica.



Processi di subduzione (o: crosta oceanica, c: crosta continentale)



Il tempo geologico: ere e periodi delle successioni più recenti con i relativi limiti in milioni di anni

■ La sfera di Rubik

Il settore circummediterraneo rappresenta una delle aree geologicamente più ingarbugliate - se così si può dire - dell'intero pianeta e l'Italia ne è il fulcro attivo. La complessità nasce dalla coesistenza di condizioni crostali di compressione, distensione, apertura e traslazione che risultano contemporaneamente attive in zone limitrofe e spazi spesso interferenti tra loro. A questo occorre aggiungere la diabolica abitudine che molte tra tali zone hanno di mutare nel tempo il proprio ruolo, da compressivo a distensivo o viceversa. Aggiungiamo poi che il tutto si verifica mentre le singole zone crostali traslano in modo spesso indipendente, seppure logico, muovendosi sulla superficie ter-

restre. Non basta, ci sono altre e non ultime complicazioni. Mentre questo accade alcuni settori sono deformati, sollevati ed erosi, e i loro prodotti si trasferiscono, sotto le più varie forme (ghiaie, sabbie e argille fluviali, ma anche gigantesche frane sottomarine), verso le zone più basse: pianure, delta, mari e oceani. Naturalmente tutto questo avviene mentre le placche si muovono, si scontrano, si distendono o sprofondano, aggiungendo ulteriori variabili a un sistema già molto complesso dove anche il clima impone i propri effetti. Si potrebbe continuare raccontando che nel vasto settore circummediterraneo, oggi come già 300 milioni di anni fa, esistono zone dove si sta generando nuova crosta - ad esempio nelle profondità sottomarine - e altre in cui, al contrario, porzioni di crosta antica sono spinte in profondità a distruggersi per fusione nel sottostante mantello (astenosfera). Altre ancora, in questo stesso istante, si stanno comprimendo e sollevando per poi, tra breve, innescare poderose scosse sismiche. Potete ben vedere che abbiamo a che fare con una sorta di "cubo di Rubik" geologico, anzi di "sfera di Rubik"! La differenza tra la situazione di iniziale Pangea e quella odierna è paragonabile a quella che esiste tra i "cubi di Rubik" ancora esposti in vendita e quelli - sicuramente caotici - abbandonati in fondo ai cassetti di molte delle vostre case. Eppure una differenza sostanziale esiste. Mentre nei "cubi di Rubik" sono le scelte casuali a determinare le infinite configurazioni, nel caso del contesto circummediterraneo tutto risponde a una mirabile catena di cause ed effetti il cui motore va cercato in profondità. In

quei lenti movimenti di denso materiale del mantello allo stato fluido che, in superficie, frammentano, trascinano e modificano le placche, più rigide e fredde (vedi scheda a pagg. 14-15).

Durante un secolo di accelerata attività di indagine e ricerca, gli sforzi sinergici di geologi prima e di geologi e geofisici poi, hanno portato alla comprensione dell'intricato *puzzle* geologico mediterraneo in generale e italiano in particolare. Proveremo a riassumere, in queste poche pagine e nei limiti delle indispensabili semplificazioni, i principali passi evolutivi della storia geologica italiana. Gran parte dei territori che oggi formano l'ossatura dell'Italia sono rocce che un tempo - sotto forma di sedimenti o prodotti magmatici - si accumulavano sui fondali dei mari, da poco a molto

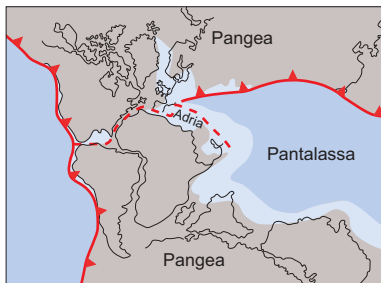
profondi, che hanno anticipato la formazione del Mar Mediterraneo odierno. Quasi sempre le rocce visibili sul territorio sono il riflesso e la conseguenza di una particolare condizione superficiale generata dalla dinamica crostale, ossia dai movimenti delle placche. Anche oggi è la stessa cosa.

Un paragone: un certo tipo di treno serve un territorio. Ha il suo percorso, le proprie fermate, gli orari di transito. Non l'abbiamo mai visto né siamo in grado di attingere informazioni dirette. L'unica possibilità è quella di prendere contatto, all'uscita delle singole stazioni, con i passeggeri. Ma attenzione, essi non ci parleranno mai del treno dal quale sono appena scesi o che dovranno prendere. Si limiteranno a raccontarci di loro e dei motivi per cui hanno scelto quel dato treno. Il resto spetterà a noi. I passeggeri sono le rocce e i sedimenti, il treno (o i treni) sono le placche in movimento.

A questo punto occorre tornare indietro nel tempo, quasi 300 milioni di anni fa, alla stazione di partenza della nostra storia. A quella Pangea e all'ampio golfo tetideo che ne lambiva e arcuava le coste orientali. Da lì risaliremo a grandi passi verso il Presente. Sarà opportuno dividere questa avvincente quanto complessa storia geologica in sette successive tappe evolutive. Sette magnifici momenti geologici i cui effetti - sovrapposti nei volumi rocciosi che rappresentano la materializzazione tridimensionale del tempo - giustificheranno tanto la distribuzione odierna delle rocce, dei rilievi, delle pianure, dei sedimenti e dei mari che circondano l'Italia, quanto la sua caratteristica e particolare forma.



La successione devoniana del Monte Coglians, lato nord (Alpi Carniche, Friuli Venezia Giulia)



Pangea e Pantalassa: due grandi protagonisti per uno scenario crostale che risale a quasi 300 milioni di anni fa

■ Evoluzione geologica dell'Italia

1. La disintegrazione di Pangea e l'Oceano Ligure-Piemontese.

Pangea aveva dunque acquistato dignità di superplacca. Questo accadeva circa 300 milioni di anni fa, nel Carbonifero. Fu il risultato di casuali assemblaggi di placche grandi e piccole che, attraverso collisioni reciproche, avevano generato catene montuose nelle rispettive zone di contatto. Il mega-

continente emerso riuniva in un blocco unico Antartide, Australia, India e S-America, saldate solidamente a N-America, Europa e Asia. Tutt'intorno il mare, l'Oceano Pantalassa.

L'ultimo evento collisionale che assemblò Pangea aveva anche generato una vasta fascia montuosa collisionale che, trasversalmente, interessava N-America (Appalachi), Spagna NW, Francia, Germania e Italia (N-Italia, Sardegna e Calabria, che a quei tempi occupavano tutte posizioni molto differenti rispetto alle odierne). Erano i rilievi cosiddetti ercinici (dalle montagne Harz, in Germania). Le successioni sedimentarie di queste aree subirono quasi ovunque deformazioni così intense da essere trasformate in rocce più o meno metamorfiche. Tali rocce, dopo una parziale esumazione ed erosione, formarono un vasto zoccolo di appoggio. Sopra ad esso si accumularono i successivi depositi tardo-carboniferi e, via di seguito, i prodotti permiani e quelli mesozoici.

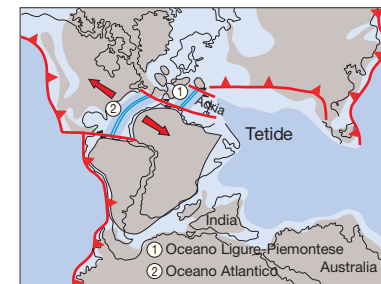
Tra la fine del Paleozoico e l'inizio del Mesozoico, prese forma un grande golfo marino che si allargava verso oriente. Fu l'avvento della Tetide mesozoica. Si affermò penetrando su precedenti aree di pianura, espandendosi verso occidente e meridione. Prevalenti strati calcarei e banchi carbonatici massicci si accumularono in spessori che raggiunsero alcune migliaia di metri. L'ambiente era di mare da basso a scarsamente profondo. Questi depositi, oggi incorporati nell'edificio alpino, caratterizzano vaste porzioni delle Alpi e Prealpi tri-venete (Dolomiti, Carnia e Tarvisiano) e, meno diffusamente, lombarde.

Nel frattempo, nelle aree di Emilia-Romagna, Toscana, Umbria, Marche e Puglia, assieme ai territori oggi occupati dal Mare Adriatico, si erano instaurati ambienti marini evaporitici. In essi si accumulavano depositi salini, solfatici e in parte carbonatici. Il loro aspetto poteva ricordare quello delle odierne coste sahariane occidentali, costellate di vaste lagune interne periodicamente invase dal mare. I depositi di allora, da una decina di milioni di anni incorporati nella catena appenninica, affiorano raramente e in modesti lembi, quantunque siano attestati da numerose trivellazioni profonde.

Al termine del Triassico qualche stretta fascia di mare profondo, localizzata per lo più nelle zone lombarde e liguri, cominciava a preannunciare il deciso cambiamento che di lì a pochi milioni di anni - un attimo in geologia - avrebbe dato una svolta sostanziale all'evoluzione geologica di Pangea in generale, e della futura Italia in particolare. Quello che per Pangea poteva essere fin qui considerato un valore aggiunto, il mirabile golfo mesozoico della Tetide, nel Giurassico inferiore (circa 200 milioni di anni fa) cominciò a rivelarsi un poderoso grimaldello geologico capace di favorire la disintegrazione del super-continente. Fu proprio nel Giurassico che la generalizzata instabilità crostale, maturata già dal Triassico medio, finì col produrre una serie di giganteschi sforzi tensionali. I suoi effetti si rivelarono disastrosi per la sopravvivenza stessa di Pangea.

In superficie, dalla futura Florida fin quasi a Terranova, il territorio iniziò a sprofondare lungo una stretta fascia estesa per migliaia di km. Sarà destinata ad allargarsi senza sosta fino ai giorni nostri, con velocità oggi prossime a 2-3 cm all'anno. Stava nascendo l'Oceano Atlantico centro-settentrionale e con esso il limite tra due nuove placche: da un lato N-America con Eurasia (Laurasia), dall'altro Africa, ancora tutt'uno con S-America, India, Antartide e Australia (Gondwana). Dalla frattura medio-oceanica, orientata circa N-S, effusioni basaltiche sottomarine profonde aggiungevano crosta oceanica di neoformazione, sottile e densa, appoggiandola alle rispettive neonate placche. L'Africa intanto aveva iniziato la propria deriva verso E.

Non fu solo l'Oceano Atlantico centro-settentrionale ad aprirsi e allargarsi. La stessa sorte toccò anche a un altro braccio di mare che rapidamente sviluppò identiche condizioni. Anch'esso produsse una profonda ferita crostale dalla quale prese ad uscire nuova crosta oceanica. A posteriori questo oceano minore fu identificato col nome di Oceano Ligure-Piemontese, in base alla posizione geografica oggi occupata dalle rocce che ne formavano i fondali. Inutile aggiungere che, essendo quest'oceano ormai scomparso da quasi 40 milioni di anni, è stato riconosciuto solo grazie ai suoi caratteristici resti, le tipiche rocce di crosta oceanica che ha prodotto (ofioliti), oggi incorporate nelle catene alpina e appenninica. La nuova situazione finì col delineare due nuove placche crostali (ma sarebbe più corretto chiamarle litosferiche) in allontanamento reciproco. Quella settentrionale, formata da N-America, ancora unita solidamente con Europa e Asia, e quella meridionale, formata da Africa, S-America e ...da un ridotto ma significativo settore denominato Adria. Quest'ultimo era una sorta di protuberanza



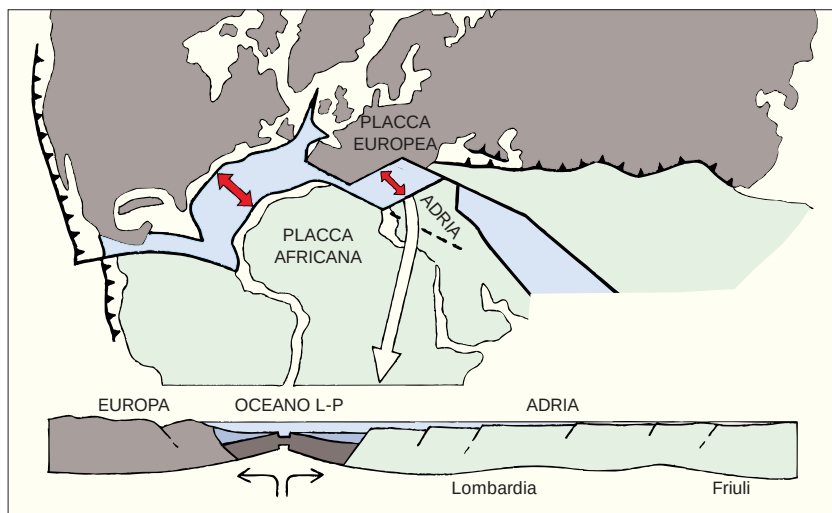
Circa 200 milioni di anni fa si apre l'Oceano Atlantico e con esso la sua versione ridotta: l'Oceano Ligure-Piemontese

settentrionale del continente africano, oppure, come una differente scuola di pensiero propone, una placca di ridotte dimensioni divisa dal blocco africano da estese faglie verticali e un esiguo corridoio marino profondo. In entrambi i casi era caratterizzata dalla medesima crosta continentale dell'Africa.

Comunque la si intenda, protuberanza o microplacca, dal Cretaceo medio in poi, circa 100 milioni di anni fa, il suo ruolo sarà quello di assorbire in prima persona gli urti e le collisioni tra Africa ed Europa. Una specie di cuscinetto che smorza i contrasti fisici tra due giganti geologici. Una sorta di paraurti che carena il lato settentrionale della placca africana e che, in quanto tale, sarà esposto alle potenziali deformazioni, intense e complesse, che non tarderanno a manifestarsi.

Diventa interessante notare anche un aspetto importante per i futuri sviluppi evolutivi. Sardegna e Corsica (insieme a Calabria e Sicilia orientale) non appartenevano ad Adria. Erano solidamente ancorate alla Provenza, circa nella zona tra Nizza e il Golfo del Leone, e facevano parte del margine meridionale della placca euroasiatica. Adria invece stava sull'altro lato, separata da Sardegna e Corsica (e dal loro vasto retroterra) tramite l'Oceano Ligure-Piemontese in fase di progressivo allargamento.

Nel Giurassico-Cretaceo inferiore Adria era un territorio posto a latitudini intertropicali. Risultava pressoché interamente coperto da mari da bassi a variamente profondi. Il suo aspetto poteva ricordare quello dell'attuale area caraibica. I depositi mesozoici accumulati nell'Oceano Ligure-Piemontese e sui territori di



Adria è la propaggine settentrionale della Placca Africana: la sezione evidenzia la separazione dalla Placca Europea con lo sviluppo di nuova crosta oceanica (Oceani Atlantico e Ligure-Piemontese)

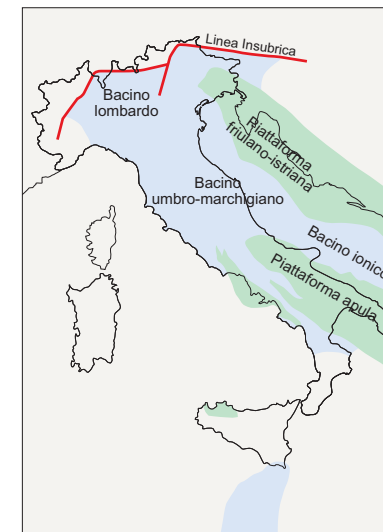
Adria andranno a formare, quasi 100 milioni di anni dopo la loro genesi, parte dei rilievi alpini e di quelli appenninici.

Intorno a 180 milioni di anni fa si era prodotta la fascia oceanica ligure-piemontese e si andava progressivamente ampliando con fondali che superavano i 2500 m di profondità. Sopra ad essi effusero abbondanti basalti, sotto forma di caratteristiche lave a cuscino, e più in profondità si intrusero i relativi magmi basici (gabbri), dando insieme origine e spessore a nuova crosta oceanica. In aggiunta si accumularono, come rivestimento sedimentario di mare molto profondo, cospicui spessori di argille e selci stratificate (diaspri).

Allontanandosi dalla zona oceanica e muovendosi verso Adria, i suoi territori sottomarini passavano da mediamente

profondi (Lombardia) a decisamente superficiali (Friuli). Attraversando questi ultimi (magari a nuoto, ma le basse isole a sabbia calcarea bianca erano numerose) ci saremmo imbattuti in piane di marea estese per centinaia di km, costellate di basse zone emerse e vegetate. Erano diffuse le lagune tropicali, dove transitavano dinosauri il cui passaggio è testimoniato da frequenti piste impresse nei fanghi calcarei scoperti dalle basse maree. I corrispondenti depositi sono i calcari a grana grossa, massicci e fossiliferi dei banchi organogeni biocostruiti e i calcari in gran parte fangosi e sottilmente stratificati delle lagune. Complessivamente questi depositi hanno formato successioni spesse alcune migliaia di metri. Caratterizzavano in particolare due ampi settori di Adria: il Friuli centro-meridionale, con Veneto meridionale, Venezia Giulia, Istria e fascia croata, e quasi per intero la Puglia e gran parte della Basilicata; li separava un braccio di mare mediamente profondo che occupava l'odierno Mare Adriatico.

Nel Cretaceo inferiore (circa 145-100 milioni di anni fa) Alpi e Appennini erano ancora impossibili da prevedere, anche se gran parte delle rocce destinate a formarne i rispettivi rilievi era già pronta. Le successioni rocciose non lo sapevano ancora, ma si trovavano collocate ai rispettivi blocchi di partenza. Tra poco lo *starter* avrebbe dato il segnale di via. Fino a quel momento si erano mosse al seguito di una *safety car* per un semplice giro di ricognizione. Solo ora la corsa vera e propria avrebbe avuto inizio. Stranamente si sarebbe svolta in ...senso contrario. La danza delle placche stava per cominciare.



Mari mediamente profondi e piattaforme (lagune e scogliere) durante il Mesozoico in Italia



Serpentini del margine appenninico: sono le tracce dell'antico Oceano Ligure-Piemontese (Castello di Roccalanzona, Parma)

2. Nella morsa delle grandi placche (Europa e Africa) nascono le Alpi.

Occorreva adesso, alla fine del Cretaceo inferiore (circa 100 milioni di anni fa), che qualcosa di poderoso accadesse per ottenere i risultati che oggi sono sotto gli occhi di tutti. Qualcosa capace di trasformare un oceano profondo quasi 3000 m - e con esso tutto l'insieme di ambienti marini meno profondi che lo delimitavano e le corrispondenti successioni magmatiche e sedimentarie - in catene montuose alte oltre 4 km. Ancora una volta la regia dei cambiamenti radicali dei nostri territori fu affidata all'Oceano Atlantico. Ad esso sarebbe toccata, seppure indirettamente, la trasformazione della situazione di distensione e apertura in un quadro di compressione e chiusura. A

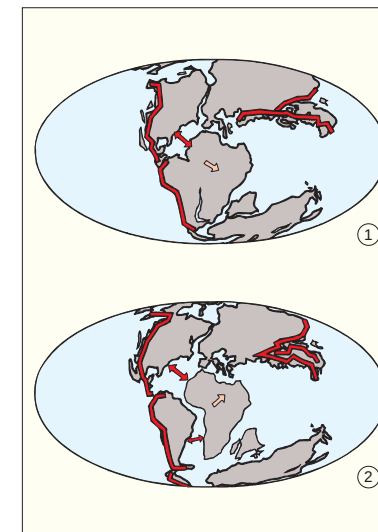
farne le spese, prima di tutti, sarebbe stato quell'Oceano Ligure-Piemontese che ormai sembrava destinato ad ampliarsi indefinitamente, seguendo la stessa sorte privilegiata del coevo Atlantico centro-settentrionale.

Fino a questo momento l'apertura medio-atlantica risultava ancora bloccata all'altezza di Florida e Caraibi. La sua propagazione verso S iniziò circa 130 milioni di anni fa, nel Cretaceo inferiore. Come conseguenza anche S-America e Africa iniziarono a separarsi. Tra loro, con le usuali modalità, cominciò a generarsi nuova crosta oceanica, con un processo che perdura tuttora. Raccontate così le cose non sembrerebbero creare modifiche né tantomeno problemi all'area di Adria. È però sufficiente prendere atto che la nuova apertura crostale non assecondava la traslazione in atto verso E del blocco africano, ma le imprimeva una componente di moto verso NE e N ...per cominciare a preoccuparsi. Fu quello il presupposto che diede il via alla rotta di collisione tra Africa ed Europa. L'effetto più eclatante che ne seguì fu la genesi del corrugamento alpino. Nell'area di Adria e dintorni il regime dinamico si invertì diventando compressivo. Fu come filmare un applauso al rallentatore. Quasi 200 milioni di anni prima, nel Carbonifero, due gigantesche mani rocciose si erano avvicinate fino a impattare, diventando tutt'uno. Poi, dopo la collisione e il primo fragoroso battito, si erano separate allontanandosi. Ora stavano per invertire il movimento e si apprestavano a riunirsi di nuovo. Il momento del secondo applauso sarebbe coinciso con la rinnovata fase di collisione crostale, culminata nella genesi della Catena Alpina.

Osserviamo ora, in estrema sintesi, il succedersi nel tempo e nello spazio dei principali effetti deformativi alpini che poi culminarono, in modo parossistico, a metà del Cenozoico, tra Eocene e Miocene (circa 50-5 milioni di anni fa). Sempre semplificando, possiamo notare che il regime di convergenza crostale cominciò col produrre una estesa ferita lungo il margine SE dell'Oceano Ligure-Piemontese. La sua crosta oceanica, larga ormai fino a 1000 km (!) e composta di rocce magmatiche basiche (gabbri e basalti) con prevalenti coperture sedimentarie argillose e silicee, cominciò a infilarsi obliquamente sotto Adria. Parte delle sue rocce non fu "digerita" in profondità ma, pur subendo intense deformazioni metamorfiche, fu in un certo senso piattata da Adria e strizzata sotto forma di giganteschi trucioli, prima contro e poi sopra il grande blocco europeo in progressivo avvicinamento.

Quello che accadde tra il Cretaceo superiore e il Miocene può forse essere intuito meglio se al blocco continentale europeo sostituiamo idealmente un elenco telefonico (Pagine Gialle, ad esempio) e al blocco africano (in questo caso il promontorio Adria) un secondo, differente e riconoscibile elenco (Pagine Bianche). Tra i due, appoggiati sul pavimento, poniamo un... Tutto-Città: le sue pagine rappresenteranno la sottile crosta oceanica dell'Oceano Ligure-Piemontese.

Togliamo a tutti le copertine per renderli più deformabili. Spingendo le Pagine Bianche di Adria verso le Pagine Gialle di Europa, i fogli superiori di Tutto-Città cominceranno a piegarsi deformandosi con facilità. Finirà che Bianche-Adria si accavallerà, come una gigantesca tegola, sopra Tutto-Oceano, schiacciandone e spiegazzandone intensamente tutte le pagine superiori. Nel frattempo le sue pagine inferiori si infilano sotto Bianche-Adria (subduzione). Quando Tutto-Oceano è completamente schiacciato tra i due elenchi, con le sue pagine inferiori ormai scomparse per subduzione sotto Bianche-Adria, i due elenchi entrano in contatto. A questo punto si assiste alla fase cruciale dello scontro titanico. Bianche-Adria procede a passo di carica (quasi un gladiatore romano contro i G(i)alli d'Europa) tenendo davanti a sé la fascia spiegazzata e ormai super-deformata di Tutto-Oceano come scudo. Nello scontro Bianche-Adria si getta letteralmente su Gialle-Europa e lo travolge. Tra i due blocchi rovesciati a terra, uno



130 milioni di anni fa si apre (2) l'Oceano Atlantico meridionale e l'Africa ruota in senso antiorario

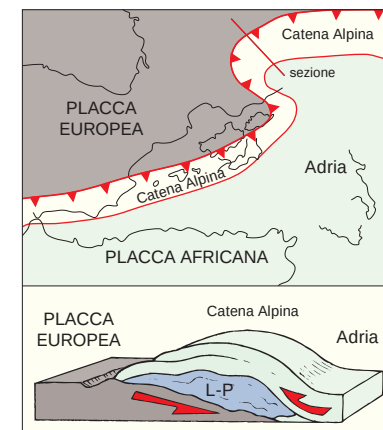


Sass de la Luesa nelle Dolomiti (Trentino-Alto Adige)

accavallato sull'altro, è interposto Tutto-Oceano, in condizioni ormai pietose. È più o meno in questo modo che si generarono la parte centrale e settentrionale della Catena Alpina, le cosiddette Alpi s.s. Nella collisione l'edificio a falde (Bianche-Adria) e il suo scudo (Tutto-Oceano) sono migrati rampando sotto forma di "tegole tettoniche" che lentamente si sono accavallate una sull'altra, come carte da gioco, verso Austria, Svizzera e Francia (Gialle-Europa). I due originari blocchi continentali, i due elenchi del telefono, sono ancora ben distinguibili sul territorio: basta saper leggerne le rispettive pagine! Ancora più evidenti e riconoscibili, grazie alle caratteristiche rocce di fondale

oceanico, sono le pagine di Tutto-Oceano, il fu Ligure-Piemontese. Oggi le sue rocce, metamorfosate durante il processo deformativo alpino, formano la larga fascia che in Italia corrisponde alle Alpi Marittime, tra Genova e Ventimiglia, e che continua poi nell'arco delle Alpi Occidentali (Cozie, Graie, Pennine e Lepontine). La storia deformativa alpina fin qui descritta non può considerarsi conclusa: siamo appena nell'Oligocene (circa 30 milioni di anni fa). La Catena Alpina a falde rampanti verso N e NW si era appena generata grazie alla estesa subduzione verso S (e SE) del blocco europeo che accompagnava la collisione crostale. Non c'era ancora traccia delle Alpi Meridionali, la porzione per così dire "italiana" dell'edificio alpino s.l. Quella parte che tra Lombardia e Friuli è oggi confinata a S della Linea Insubrica, la più antica e importante faglia delle Alpi Meridionali.

Lo sviluppo della Catena Alpina s.s., di età cretaceo-eocenica, è più facile da comprendere rispetto all'assetto odierno delle complessive Alpi s.l., comprensive anche delle cosiddette Alpi Meridionali. Questo perché la Catena Alpina di quei tempi si distribuiva in modo molto più regolare rispetto ad oggi. Occupava una fascia larga poco più di un centinaio di km che, giunta a S del territorio ligure occidentale proseguiva con una debole curvatura verso SW lambendo la Corsica, correndo esternamente alla Sardegna, per coinvolgere infine l'Andalusia (S-Spagna). La curvatura era debole perché a quei tempi Corsica e Sardegna risultavano ancora ...letteralmente attaccate alla Francia meridionale. Nel prossimo momento geologico evolutivo saranno proprio Sardegna e Corsica, fin qui ancora saldamente unite tra loro e al continente europeo - del quale formavano il margine occidentale - a rivestire il ruolo di protagonisti.



Questa è la strutturazione della Catena Alpina circa 50 Ma fa, prima che si formassero gli Appennini: la collisione fra Adria ed Europa aveva creato un sandwich con "fette" di Ligure-Piemontese

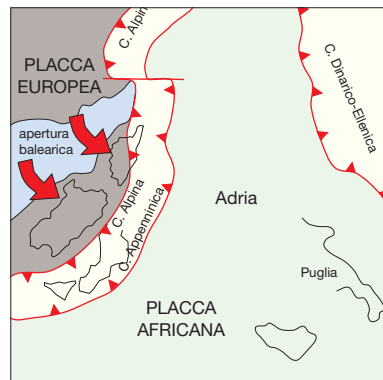
3. La rotazione del blocco sardo-corso e l'apertura del Mar Tirreno.

Nei primi anni '70 era molto diffuso un tipo di "soprammobile dinamico". Era formato da una fila di sfere d'acciaio, una adiacente all'altra e tutte sospese a un filo. Bastava allontanare la prima e poi mollarla per ottenere un effetto a quei tempi stupefacente. Come un pendolo la pallina tornava alla propria posizione iniziale trasmettendo la propria componente di moto all'ultima della fila. Questa, all'urto, schizzava via lasciandoci più che soddisfatti.

Consentitemi l'azzardato paragone crostale: un effetto per certi versi simile iniziò a svilupparsi, circa 30 milioni di anni fa, nella zona tra il margine meridionale europeo e Adria, e risulta tuttora attivo. Fu proprio allora, nell'Oligocene, che sul lato della placca europea si produssero estese fratturazioni e sprofondamenti crostali. Di lì a poco nell'area provenzale un frammento di placca si staccò dal continente andando alla deriva. Comprendevo Sardegna e Corsica, insieme alla porzione di Catena Alpina appena formata che, sviluppata in gran parte sotto il livello marino, ne bordava le coste sud-orientali.

Il movimento di deriva era arcuato: maggiore per la Sardegna e minore per la Corsica. Aveva il suo fulcro circa sul centro della futura Liguria. Il blocco crostale avrebbe costituito una sorta di enorme pendolo geologico destinato a bloccarsi sull'allineamento N-S solo 12 milioni di anni più tardi, dopo una rotazione antioraria di oltre 40°. Il blocco sardo-corso ruotava perché tra esso e la Provenza si stava aprendo e allargando il Bacino algero-provenzale ("apertura balearica"), un settore triangolare in via di sprofondamento e parziale oceanizzazione. Per il settore circum-mediterraneo questo fu l'inizio delle complicazioni che ora si riflettono, a distanza di milioni di anni, su chi cerca di spiegare e su coloro i quali si sforzano di capire.

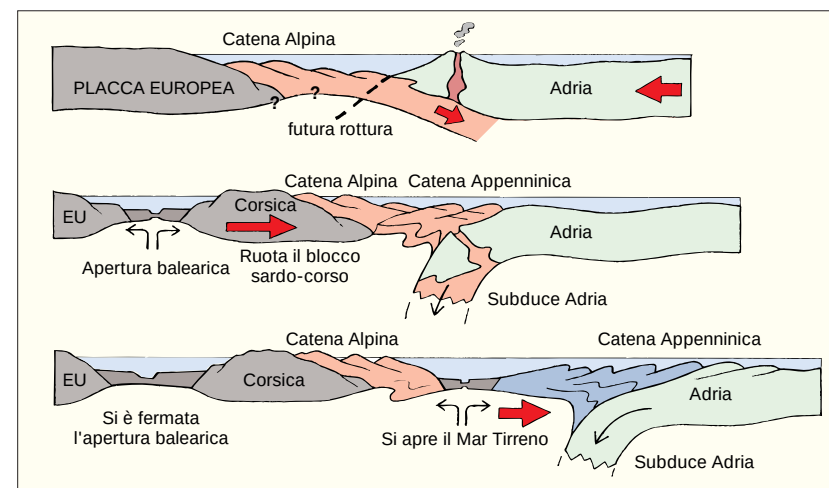
La Catena Alpina cretaco-oligocenica si era dunque accavallata verso NW sulla Corsica mentre, all'altezza della Sardegna, si era sviluppata esternamente ad essa, in massima parte sotto il livello marino. La catena formava tutt'uno con il blocco sardo-corso e con esso cominciò a ruotare in senso antiorario. Un frammento di quella Catena Alpina "sottomarina" formata al largo della Sardegna sarebbe diventato, molti milioni di anni più tardi, l'odierna Calabria (+Sicilia orientale). Tutto questo dopo uno spostamento di oltre un migliaio di km.



La rotazione del blocco sardo-corso dà il "la" alla genesi dei futuri Appennini, inizialmente saldati alle Alpi al largo della Sardegna e della Corsica

A quei tempi, durante la traslazione sardo-corsa (30-18 milioni di anni fa), le prime terre emerse che si incontravano verso oriente erano le aree dei Balcani che, insieme alla Venezia-Giulia, erano in buona parte già state piegate e sollevate. A S della congiungente Genova-Trieste i territori della futura penisola italiana erano ancora tutti sotto il livello del mare. Anzi, alcune tra le successioni sedimentarie che oggi formano le parti esterne dell'Appennino settentrionale dovevano ancora depositarsi! Fu il movimento antiorario del blocco sardo-corso a modificare la situazione, cominciando a predisporre le premesse primordiali per lo sviluppo di uno "stivale italiano", a quei tempi impensabile. Sardegna e Corsica, come una gigantesca ruspa, intanto traslavano comprimendo e affastellando di fronte a loro quanto restava dei depositi di crosta oceanica del fu-Oceano Ligure-Piemontese. Anche lungo il margine sardo-corso, prima della rotazione, la placca europea andava in subduzione affondando verso S (e SE). Le cose cambiarono quando il blocco sardo-corso, staccatosi dalla Provenza, iniziò a traslare con moto antiorario. La subduzione verso S a quel punto si inceppò, disattivandosi. Al suo posto (dato che qualcosa nella collisione con Adria doveva per forza andarsene in profondità!) se ne innescò una in posizione leggermente differente e, cosa importante, inclinata ...in senso opposto.

Questa volta fu Adria, con parte dei fondali oceanici liguri-piemontesi, a inflettersi e infilarsi sotto la Corsica e la Sardegna. La prova di questa inversione nella subduzione la forniscono le diffuse vulcaniti che, proprio durante la rotazione antioraria (30-18 milioni di anni fa, tra Oligocene e Miocene), effusero lungo il margine occidentale della Sardegna. Sono i prodotti di fusione della



Il Mediterraneo, tra 50 e 10 milioni di anni fa, diventa una scacchiera dove i pezzi col tempo aumentano e si muovono reciprocamente



L'apertura del Tirreno settentrionale separò le Alpi dall'embrione degli Appennini, innescando la rotazione antioraria di questi ultimi

crosta che, a causa delle perduranti compressioni crostali, aveva cominciato a sprofondare verso W, infilandosi sotto Sardegna e Corsica.

Come ulteriore conseguenza, sul margine di Adria cominciarono ad accavallarsi, questa volta verso E, enormi trucioli di materiale oceanico (definite dai geologi, e non a caso, Unità Liguri). Era l'abbozzo della Catena Appenninica, per il momento ancora sottomarina. Nel frattempo dai massicci emersi di Sardegna e Corsica (con le loro successioni erciniche e i graniti paleozoici) si stavano originando per erosione sabbie e fanghi che si depositavano verso E formando spesse successioni torbiditiche di mare profondo. Anche queste ultime, col passare del tempo, sarebbero state sollevate e giustapposte sul margine di Adria, contribuendo a formare l'embrione della Catena Appenninica.

Spesso occorre cercare in profondità i processi che governano e regolano quanto avviene in superficie. La subduzione alpina, diretta verso S o SE, nella zona del blocco sardo-corso alla fine aveva cessato di esistere. Contemporaneamente Adria, compressa dalla rotazione crostale di Sardegna e Corsica, aveva iniziato passivamente a flettersi. Il suo margine occidentale cominciava a incurvarsi verso il basso, come un materasso di gommapiuma spinto contro un muro. Di tutto questo per il momento facevano le spese i resti dell'Oceano Ligure-Piemontese, già in parte accavallati "alpinamente" sul margine europeo (Corsica) e ora, con la traslazione del blocco sardo-corso, strizzati "appenninicamente" tra quest'ultimo e Adria. Ed è qui che l'effetto "soprammobile dinamico" entra in scena.

Intorno a 18 milioni di anni fa (Miocene inferiore) il pendolo sardo-corso si bloccò sulla direzione N-S. È tuttora stabile nella medesima posizione, come conferma la pressoché assenza di sismi nel territorio sardo-corso. Circa 20 milioni di anni



fa al largo della Sardegna e della Corsica, in un braccio di mare sempre più stretto e sempre meno profondo, gli Appennini (in gestazione) e le Alpi (già adolescenti) si addossavano gli uni alle altre. Poco dopo (circa 15-10 milioni di anni fa, Miocene medio), l'embrione dell'Appennino settentrionale iniziò a ruotare in senso antiorario riprendendo lo stile di movimento del blocco sardo-corso, ...la sfera d'acciaio ormai immobile. Questa volta la ragione del nuovo moto antiorario va cercata altrove: nello sprofondamento e nell'apertura del Mar Tirreno settentrionale che solo allora iniziava a nascere. Sprofondando ed allargandosi, il Tirreno divide in due porzioni i territori sottomarini appena deformati (Alpi+Appennini). L'embrione di Catena Appenninica corrispondeva alla loro porzione orientale. Il fronte appenninico cominciò a sua volta a traslare. Migrando ruotava progressivamente verso E e NE. Nel suo spostamento e rotazione antioraria avrebbe col tempo incorporato fasce di territorio sempre più ampie ed esterne, trasformandole progressivamente in una vera e propria catena emersa.

Pochi milioni di anni più tardi (circa 4,5 milioni di anni fa) l'apertura crostale tirrenica si sarebbe propagata verso S, generando anche il Tirreno meridionale. Se nel primo caso le distensioni avevano favorito soltanto la messa in posto di piccole masse magmatiche (caratteristico è il plutone granitico dell'Isola d'Elba), nel caso del Tirreno meridionale la distensione fu così pronunciata che i fondali si abbassarono fino a raggiungere profondità prossime a -3500 m. Dalle relative fratture crostali fluirono abbondanti emissioni laviche basaltiche: si stava cominciando a generare nuova crosta oceanica! La distensione e l'apertura del Tirreno, tuttora in atto nel suo settore più meridionale, ebbero dunque effetti multipli e diversificati sullo scenario circum-mediterraneo:

- migrazione centrifuga della deformazione appenninica, che avanzò simultaneamente verso il Po, il Mare Adriatico e il Mar Ionio;
- divisione della Catena Alpina "mediterranea" in segmenti separati da faglie, che nel tempo sono traslati uno rispetto all'altro, anche fino a un migliaio di km, come è avvenuto per la Calabria+Sicilia orientale;
- formazione di nuova crosta oceanica nel Tirreno meridionale a partire da circa 4,5 milioni di anni fa (Pliocene inferiore).

Tutto questo accadeva al centro del Mediterraneo. Nel frattempo Africa ed Europa continuavano imperterrite la loro marcia collisionale. Se inizialmente, quando si era aperto l'Atlantico meridionale, la rotta dell'Africa era verso NE, col tempo era poi virata decisamente a N. Era accaduto a metà del Miocene, circa 15 milioni di anni fa. Intorno a 5 milioni di anni dal Presente il nuovo cambiamento: la direzione di spinta puntò a NNW e tale si è mantenuta fino ai giorni nostri. Anche se nel centro del Mediterraneo si sviluppavano distensioni, oceanizzazioni, rotazioni di blocchi e deformazioni, a livello più generale era l'Africa, con la propria deriva verso settentrione, a condizionare le grandi deformazioni alpine.

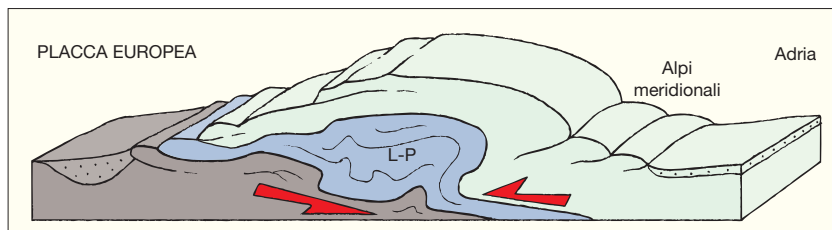
4. Le Alpi Meridionali si sollevano dalla pianura e gli Appennini dal mare.

Tra la fine dell'Eocene e tutto l'Oligocene (circa 35-25 milioni di anni fa) le Alpi s.s. subirono una fase di distensione. Lungo l'estesa Linea Insubrica e nelle sue vicinanze risalirono diffusi, ma localizzati, corpi magmatici associati a espansioni lavici. Si trattava solo di uno di quei momenti di calma che precedono la tempesta. Effettivamente nel successivo Miocene le compressioni crostali ripresero a pieno ritmo in tutto l'arco alpino. Questa volta però fu il territorio italiano, a S della Linea Insubrica, a farne maggiormente le spese. Sotto l'effetto della rinnovata spinta africana le sue successioni rocciose si piegarono e affastellarono, formando una serie di "tegole tettoniche", questa volta rampanti verso S. La nuova serie di embrici tettonici, ognuno spesso da qualche centinaio di metri ad alcuni km, si estendeva in pianta per decine di km. Le "tegole tettoniche" si accavallavano una sull'altra a medio-basso angolo rampando verso le future pianure padana e veneto-friulana, ossia verso la zona indeformata (Adria in questo caso) che, in quanto tale, in gergo geologico è denominata "avampaese".

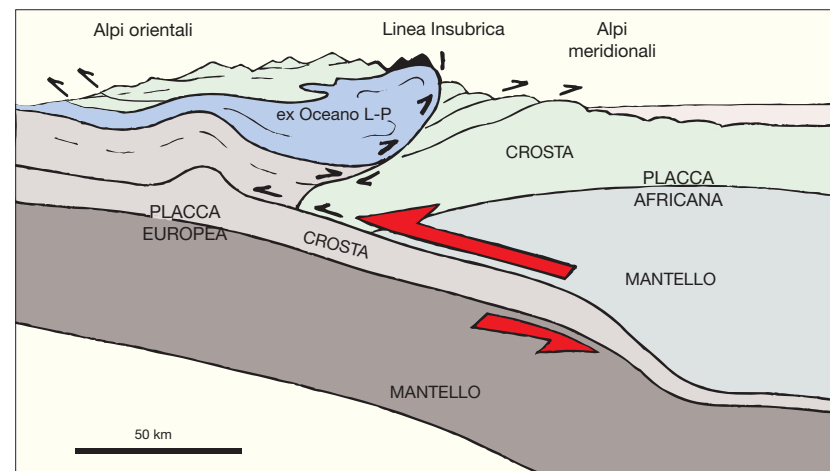
La deformazione finì per raccorciare i territori fino a un terzo della loro estensione originaria. Ne furono inizialmente coinvolte non solo le successioni del tardo Paleozoico e del Mesozoico, prevalentemente calcaree e dolomitiche, ma anche le antiche successioni paleozoiche che ne costituivano il basamento. Erano quasi ovunque formate da rocce metamorfiche, ad esclusione del territorio carnico, capace di conservare intatte le testimonianze fossili di rocce antiche fino a 450 milioni di anni fa.

Salvo locali variazioni, il processo di genesi e sviluppo delle deformazioni era sempre quello: ogni nuova piega e accavallamento nasceva "davanti" ai precedenti, come di norma (salvo eccezioni) avveniva in Appennino. Ogni nuova struttura compressiva che si formava coinvolgeva terreni che fino a un momento prima facevano parte dell' "avampaese", ossia quei territori, con i relativi sedimenti e rocce, ancora indisturbati in quanto esterni alla catena.

La ragione di una deformazione alpina con embrici tettonici (le "tegole") che rampavano verso l'Africa, e non verso l'Europa - come geo-logica vorrebbe per la Catena Alpina - trova ancora una volta la propria giustificazione nelle

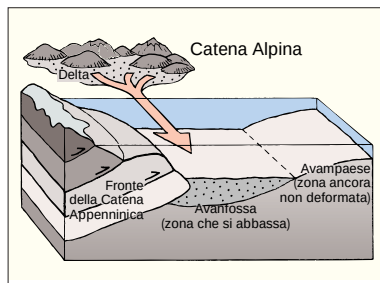


La Catena Alpina si complica; il margine S della grande struttura a sandwich si insacca e affastella: si generano le Alpi Meridionali



Meccanismo di sottoscorrimento crostale, attestato dalle recenti "radiografie" crostali profonde, in grado di spiegare la genesi delle Alpi "italiane", geologicamente note come Alpi Meridionali

situazioni profonde. La subduzione del margine europeo continuava (e continua tuttora) a immergere verso S. Si ricordi che il margine africano settentrionale - rappresentato ancora una volta dalle propaggini di Adria - già da parecchi milioni di anni si stava accavallando su quello europeo. Nello scontro aveva formato enormi - ma ancora regolari - "tegole tettoniche" rampanti verso NW e N. I depositi meno rigidi interposti tra i due blocchi continentali, i fondali del fu-Oceano Ligure-Piemontese, ne erano rimasti letteralmente stritolati. Il movimento delle "tegole tettoniche" rampanti verso l'Europa, nel Miocene iniziò a incontrare delle resistenze. Tutto l'insieme delle scaglie tettoniche embricate cominciò allora a subire un ripiegamento che si trasmise in profondità anche ai sedimenti oceanici già strizzati dalle precedenti compressioni. Intanto l'affondo di Adria (il paraurti africano) proseguiva. Il piegamento diede origine a un insaccamento capace di favorire una più incisiva penetrazione del "cuneo Adria". Questa, proprio come un enorme cuneo, prese ad infilarsi sotto la mega-piega, in profondità. Più che un paraurti sembrava il lento procedere del muso di una vecchia Citroën, il glorioso modello "a ferro da stiro" della fine anni '60. Anche la parte meridionale del mega-piegamento, quella rivolta verso la pianura padana per intenderci, in breve cominciò a rompersi in "tegole tettoniche" che questa volta rampavano verso S. Tutto questo accadeva a causa delle resistenze interne che gli ammassi crostali opponevano alla poderosa spinta verso N. Il volume roccioso coinvolto fu immenso: tutte le future Alpi Meridionali. Si trattava di una successione rocciosa spessa quasi 15 km e distribuita su un'area di circa 500x150 km. Negli spostamenti reciproci, i pac-



I depositi di riempimento delle avanfosse appenniniche derivano in massima parte dalle Alpi, sgretolate ed erose dai fiumi alpini

Al margine esterno della Catena Appenninica che stava avanzando, via via che la deformazione si spostava verso NE accadeva qualcosa di molto simile a quanto osservato alcuni milioni di anni prima (Eocene) nella Venezia Giulia, dove aveva preso forma la “Catena Dinarica”. Mentre si andava formando la “tegola tettonica” più avanzata del momento, il territorio davanti ad essa si abbassava sensibilmente. L’abbassamento (per subsidenza da carico e concomitante trascinalimento per subduzione) interessava una fascia parallela al settore in sollevamento e larga alcune decine di km. Queste fasce subsidenti - paragonabili nella forma a delle enormi e lunghissime vasche da bagno - sono chiamate dai geologi “avanfosse”, ossia depressioni che si producono davanti a una catena in avanzamento (e migrano con essa). Sono generate dal poderoso peso della catena che si sposta e che è in grado di flettere il territorio antistante, nonché dal concomitante incurvamento verso il basso del margine dell’avampaese che va in subduzione sotto la catena.

In Appennino - come era accaduto nella Venezia Giulia milioni di anni prima - si trattava di depressioni marine profonde che, in quanto tali, richiamavano con facilità sedimenti torbiditici. La più nota tra le avanfosse appenniniche fu quella che, durante il Miocene, venne riempita da una successione torbiditica potente fino a 4 km. Più tardi, dato che la catena continuava imperterrita la propria avanzata, finì per essere incorporata nelle deformazioni. La depressione di questa avanfossa correva lungo il margine appenninico di allora, più arretrato tra 50 e 100 km rispetto a quello odierno. Si sviluppava, allungata verso NNW, fin quasi a lambire le Alpi occidentali. Verso meridione, oltre la Romagna, si sfrangiava in entità multiple, sfasate come età, ma con significato geologico simile. La profonda avanfossa marina, generata al fronte dell’Appennino che avanzava, richiamava sabbie e fanghi prodotti dallo smantellamento delle Alpi occidentali.

Doveva essere davvero uno spettacolo particolare per la futura area padana occidentale: i brevi ma poderosi fiumi alpini miocenici convogliavano ghiaie, sabbie e fanghi fino a una serie di delta verosimilmente ubicati tra Milano e Ales-

chi di roccia si serrarono uno sull’altro, raccorciando l’originaria estensione dei depositi che intanto si affastellavano muovendosi lungo superfici di faglia a bassa inclinazione. Avevano preso forma le Alpi Meridionali. Nonostante tutto, la strutturazione delle Alpi Meridionali non è particolarmente complessa se paragonata a quanto, in quello stesso intervallo temporale, stava generandosi lungo il fronte degli Appennini.

sandria. I depositi deltizi sabbiosi frana-
vano poi, periodicamente, verso i fon-
dali meridionali del golfo padano, nella
“grande vasca” appenninica. Gli
ammassi di sabbie scivolavano diretta-
mente dai delta, dove si accumulavano
in grandi quantità, verso le profondità
sottomarine, per trasformarsi poi in
successioni torbiditiche. I processi di
scivolamento erano innescati dalle
ricorrenti scosse sismiche. A quei tem-
pi, intorno a 20-10 milioni di anni fa, la

Catena Appenninica stava cominciando timidamente ad emergere dal mare. Per il momento, immaginando di osservare la situazione dall’alto, avremmo notato solo una ghirlanda di isole allineate in direzione NNW-SSE: le culminazioni delle “tegole tettoniche” più avanzate, ma anche l’embrione del futuro stivale.

I depositi dell’avanfossa, in quanto tali, sono stati in seguito, durante il Pliocene, incorporati nella catena che progradava. Li troviamo oggi a formare ampie fasce di materiali marnoso-arenacei, organizzati nella caratteristica stratificazione piano-parallela e sottile, regolare e continua per spessori ed estensioni immense: i tipici caratteri delle successioni torbiditiche. Nell’ambito della catena odierna occupano circa la parte intermedia con caratteristici paesaggi che si riscontrano nell’alto Appennino Romagnolo, nella Laga marchigiana e, più a S, tra L’Aquila e Frosinone, con zone intercalate tettonicamente tra vaste estensioni di calcari meso-cenozoici. Ancora più a S depositi simili riappaiono in un’ampia zona tra Isernia e Vasto che si restringe attraversando il Molise e si chiude infine in corrispondenza di Melfi (Basilicata). Nel complesso si tratta di una concentrazione di riempimenti di avanfossa di età miocenica che occupa un segmento appenninico esteso per oltre 500 km.

La strutturazione dell’Appennino procedeva incalzante, alternando periodi di stasi ad altri di accelerazione deformativa. Scaglie e trucioli di successioni roc-
ciose, come gigantesche carte da gioco spesse quanto intere montagne, continuavano ad essere affastellati, uno sull’altro, utilizzando il materiale piattato da quanto restava dei fondali oceanici liguri-piemontesi e dalle successioni che formavano Adria, prevalentemente carbonatiche e di età mesozoica. Ne scaturiva una struttura a “tegole tettoniche” nella quale ancor oggi si riconoscono, evidenti, i brandelli dell’antico materiale del fu-Oceano Ligure-Piemontese (ofioliti) assieme alle abbondanti argille oceaniche di un tempo (oggi trasformate in montagne) e quelli, prevalentemente calcarei di piattaforma, sradicati lungo il margine di Adria. Nelle argille oceaniche trasformate nei rilievi appenninici (una massa enorme valutabile in migliaia di km³) non troviamo



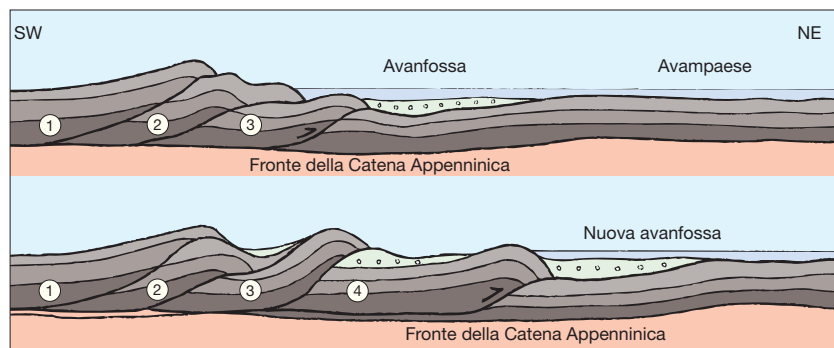
La Formazione Marnoso-Arenacea, successione torbiditica di età miocenica che affiora estesamente nell’Appennino settentrionale

oggi solo brandelli, anche giganteschi, di basalti e gabbri (ofioliti). C'è dell'altro, e quanto segue chiarisce meglio la cosa.

A tal proposito occorre aggiungere che mentre la catena si stava strutturando, ancora in condizioni per gran parte subacquee, c'erano alcuni settori - come quelli appenninici settentrionali e, in parte, centro-meridionali - nei quali abbondavano le argille oceaniche, con all'interno dispersi blocchi e zattere di rocce magmatiche e diaspri (selci). Una volta strizzate, sollevate e sospinte sopra ad Adria, le argille, grazie alla loro plasticità, fluivano in avanti sotto forma di enormi, lentissime colate subacquee. Col tempo avrebbero formato le cosiddette Argille Scagliose. Queste coltri gravitative si spostavano sollecitate dalle spinte compressive. Diventeranno le Unità Liguri della Catena Appenninica, a ricordo di quell'Oceano Ligure-Piemontese che le tenne in gestazione.

A complicare ulteriormente le cose spesso accadeva dell'altro. Sulla superficie delle gigantesche colate, che oltre a muoversi per compressione verso NE, scivolavano gravitativamente, potevano accumularsi centinaia di metri di sedimenti stratificati, spesso di mare basso. I movimenti tettonici poi coinvolgevano anche le nuove successioni (chiamate Unità Epiliguri, perché formate appunto sulla superficie di quelle Liguri) che cominciavano a viaggiare, sostenute - in modo molto precario - dalle sottostanti argille. Questo ne causava spesso la disarticolazione in enormi zatteroni rocciosi che traslavano galleggiando sulla massa argillosa. La Rupe di Bismantova, ma anche il ripido rilievo roccioso che forma gran parte della Repubblica di San Marino e il vicino scosceso San Leo, sono tutte "zattere" esemplificative di tali processi.

Quanto fin qui appreso sull'Appennino e sul modo di strutturarsi delle sue successioni rocciose è solo una piccola parte della complessa evoluzione che contraddistingue questa catena. Descriverne per sommi capi i caratteri e cercare di comprendere le ragioni del loro sviluppo e distribuzione, sia nel tempo sia nello spazio, completerà il complicato ma affascinante *puzzle* geologico italiano.



La Catena Appenninica settentrionale e centrale è un *bulldozer* che avanza verso NE

5. Gli Appennini: una gigantesca Ola.

Nel Pliocene (circa 5-2 milioni di anni fa) la Catena Appenninica settentrionale subisce un'accelerazione deformativa. Per visualizzare quello che accadde immaginiamo l'orogenesi come un'onda perturbante, gigantesca, lentissima, che attraversa la massa delle successioni rocciose, inarcandole e affastellandole al proprio passaggio.

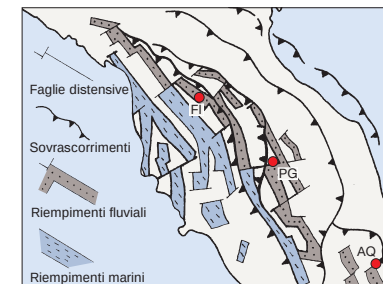
In Appennino la cresta dell'onda, con il suo ripido fronte deformato, si spostava progressivamente verso NE, accompa-

gnata dall'ormai nota rotazione antioraria. Come in un'onda, in cui la massa d'acqua, passata la cresta, si deprime abbassandosi, così anche nella realtà appenninica dietro alla parte frontale della catena si generarono diffuse distensioni. Durante il Pliocene inferiore nell'Appennino settentrionale il fronte della deformazione stava rapidamente avanzando verso le posizioni attuali. Nel tardo Miocene, sul retro della catena avanzante, l'intera Toscana aveva già subito generalizzati abbassamenti attivi su grandi aree rettangolari delimitate da faglie distensive. Nel Pliocene inferiore fu l'adiacente Umbria a subire la stessa sorte perché la fascia in distensione si spostava solidalmente con l'avanzamento del fronte della catena: come una gigantesca Ola.

Le depressioni toscane furono colmate da sedimenti di mare basso, quelle umbre e abruzzesi, più interne, da depositi fluvio-lacustri. In entrambi i casi i riempimenti (sabbie, limi, ghiaie) hanno lasciato il segno tangibile della loro presenza, tenendo conto che in Toscana e Umbria occupano quasi un terzo del complessivo territorio che ancor oggi conserva la morfologia sub-pianeggiante di un tempo.

Oggi il fronte in compressione, che nel tempo ha continuato a spostarsi verso NE, si è attestato a ridosso della pianura padana (e fin sotto la pianura stessa!). Nel frattempo le distensioni tipiche delle fasce di "retro-catena" si sono spostate parallelamente all'avanzare del fronte deformato. Sono ormai presenti anche nelle aree prossime al crinale morfologico dell'Appennino settentrionale (zona del Mugello). L'effetto Ola sta proseguendo senza soste, come dimostrano i recenti terremoti "distensivi" della zona aquilana.

Come se non bastasse, a complicare il quadro generale dell'evoluzione appenninica, gli ultimi 600.000 anni del Miocene (da 5.9 a 5.3 milioni di anni fa) avevano visto il Mediterraneo andare prima ripetutamente in secca e poi trasformarsi in una sorta di grande lago. Il clima tendenzialmente arido aveva favorito la deposizione di sali - in gran parte solfati (gessi) - nei laghi evapori-



Le ampie distensioni tettoniche delle porzioni interne della Catena Appenninica sono alla base dei paesaggi toscani e umbri, caratterizzati da strette fasce piatte alternate ad aree montuose

tici attivi durante la prima fase. I depositi gessosi, con spessori intorno a 150 m, si rinvenivano ancora in alcune zone appenniniche (Romagna, Marche, Calabria e Sicilia) e oggi fanno parte dei rilievi della Catena Appenninica. Nel Pliocene inferiore, con l'apertura dello Stretto di Gibilterra, sollecitata da distensioni tettoniche, il settore circum-mediterraneo tornò rapidamente alle abituali condizioni marine. Tra la Catena Alpina (Alpi Meridionali) e quella appenninica ormai ben strutturate, si apriva il grande Golfo Padano pliocenico, fotocopia sottomarina della futura Pianura Padana.

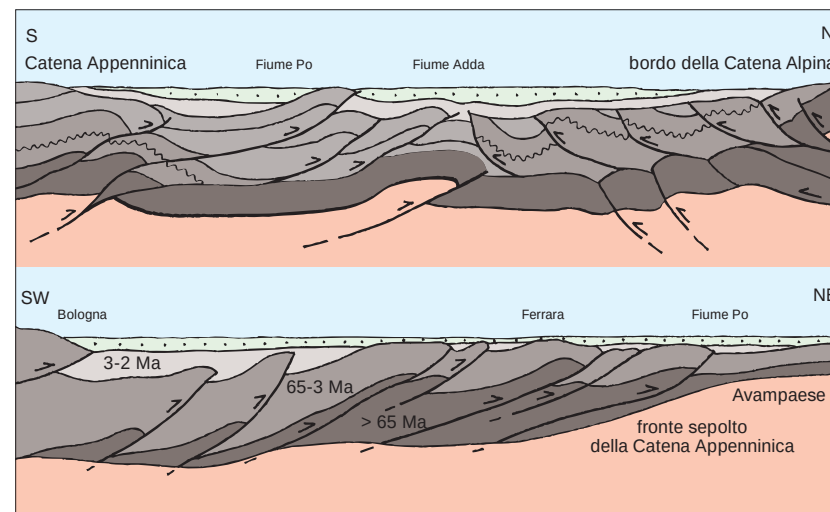
Nelle sue zone profonde si depositarono elevati spessori di argille plioceniche prodotte dall'alterazione dei settori emersi. Procedendo verso le coste, sia appenniniche sia alpine, i depositi fini lasciavano il posto alle sabbie e ghiaie di ambiente deltizio e costiero. I fronti deformati delle Alpi Meridionali e degli Appennini continuavano intanto ad avanzare, a fasi alterne, verso il Po e verso il Mare Adriatico. Quest'ultimo, grazie alla surrezione ed emersione appenninica, cominciava ad assumere dignità di mare indipendente.

Nelle zone più settentrionali dell'Appennino la deformazione, con le proprie "tegole tettoniche" più esterne, aveva ormai raggiunto la zona di Torino, impattando con le deformazioni delle Alpi Meridionali, ormai sensibilmente rallentate nella loro progressione verso S. Stessa cosa accadeva nel settore di Piacenza, oggi coperto dalle alluvioni padane. In entrambe le zone, a bassa profondità sotto la superficie della pianura, i profili sismici - una sorta di radiografia geologica - hanno messo in evidenza lo scontro fra i due sistemi di strutture, alpine ed appenniniche.

C'è da aggiungere che in Emilia Romagna il fronte appenninico più esterno non coincide con il limite tra pianura e rilievi ma si spinge - difficile da credere senza le prove delle prospezioni sismiche - fino sotto le zone di pianura, oltre Pavia, Parma, Reggio, Modena e, addirittura, Ferrara e Ravenna. Presso Ferrara solo 50 m di alluvioni padane coprono le "tegole tettoniche" più avanzate dell'intero settore appenninico emiliano-romagnolo! Sono strutture oggi sepolte dalle alluvioni, ma che danno spesso deboli segnali di riattivazione, come attestano le basse, ma ricorrenti, scosse sismiche con ipocentri sotto la pianura, davanti a Reggio e Modena. Sono situati lungo le



Il ritorno del Mediterraneo, ad inizio Pliocene (5,3 milioni di anni fa), coincide con il primo abbozzo di "stivale" italiano (beige: terre emerse)



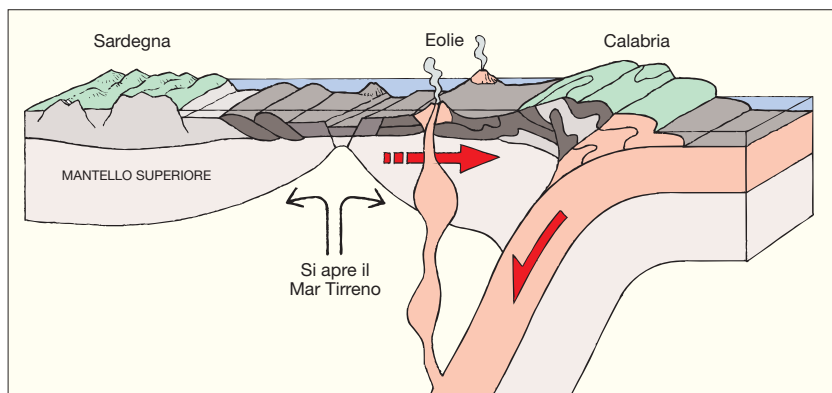
Alpi e Appennini sono ormai in contatto sotto la sottile Pianura Padana occidentale (in alto); invece sotto Ferrara una sottile Pianura Padana copre la parte più avanzata della Catena Appenninica (in basso)

faglie che delimitano le più avanzate tra le "tegole tettoniche" affastellate nel Pliocene medio-superiore.

È anche interessante notare, spostandosi verso S, che nel settore marchigiano le deformazioni più avanzate non si collocano lungo il limite costiero, ma direttamente in mare, almeno una trentina di km al largo. Scendendo ancor più a S, al contrario, il fronte deformativo più esterno ritorna progressivamente nell'entroterra, finendo per attestarsi tra Basilicata e Puglia, lungo il solco bradanico. Il territorio pugliese, assieme a gran parte dei fondali adriatici, all'Istria, alle antiche rocce coperte dalla pianura friulano-veneta, con i rilievi euganei e i Monti Lessini, di origine magmatica, e a una striscia di rocce sepolte sotto la Pianura Padana centro-orientale, costituiscono la porzione ancora indeformata di Adria, o placca Apula, come viene altrimenti chiamata.

Interessante è anche la condizione della Puglia, che con i suoi 5000 m di successioni rocciose, poggianti su un basamento metamorfico antichissimo e culminanti con calcari giurassico-cretacici, rappresenta la porzione italiana più orientale di Adria. Una porzione ancora indeformata e pertanto da considerare quale "avampaese" della Catena Appenninica, ossia la zona (paese) che sta davanti alla catena avanzante. La regione è stretta da un lato dall'Appennino che avanza e simmetricamente, dall'altro, dalla Catena Dinarico-Ellenica.

Nel frattempo anche il piede dello stivale stava sistemandosi nel posto giusto. Il ruolo era ritagliato apposta per la Calabria, frammento di Catena Alpina



La Calabria passata ai raggi X chiarisce meglio la sua evoluzione geologica

un tempo affiancata a ridosso della Sardegna. Poi, con l'apertura del Mar Tirreno meridionale (iniziata circa 6 milioni di anni fa), era stata spinta lontano, verso il meridione della penisola. Il suo tragitto - centrifugo rispetto all'apertura tirrenica - finì col sovrapporre nuove deformazioni alle rocce del blocco calabro in movimento. Si generarono in tal modo molte strutture deformative tipicamente appenniniche: "tegole tettoniche" rampanti verso la placca africana. Non erano le sole deformazioni ad interessare la massa crostale calabra. Nel viaggio di trasferimento gli effetti appenninici si erano progressivamente sovrapposti a quelli alpini: strutture rampanti all'opposto, verso la placca europea.

Queste erano state ereditate prima ancora che avesse inizio la rotazione del blocco sardo-corso, durante la fase iniziale del *serrage* tra Africa ed Europa, nel lontano Cretaceo. Se poi a tutto questo si aggiunge che le antiche successioni paleozoiche formanti la gran parte dei rilievi calabri, prima di essere deformate dalle spinte appenniniche, e prima ancora di aver subito quelle alpine, avevano anche sopportato quelle erciniche, attive circa 300 milioni di anni fa e responsabili di un vistoso metamorfismo... allora tutto questo ci porta a considerare l'alto prezzo pagato (in termini di *stress* geologico) per avere uno stivale perfetto in ogni sua parte.

La Calabria, non paga dello sforzo compiuto e dei danni riportati nel proprio movimento, si trascinò appresso anche la Sicilia NE (Monti Peloritani), accomunata da identiche vicissitudini geologiche.

Da notare che sia lungo il fronte deformativo bradanico (tra Basilicata e Puglia) sia lungo il fronte ibleo, si sono formate delle avanfosse, tuttora presenti, dovute non solo al carico delle "tegole tettoniche" in avanzamento, ma anche all'incurvamento verso il basso dalla placca in subduzione.

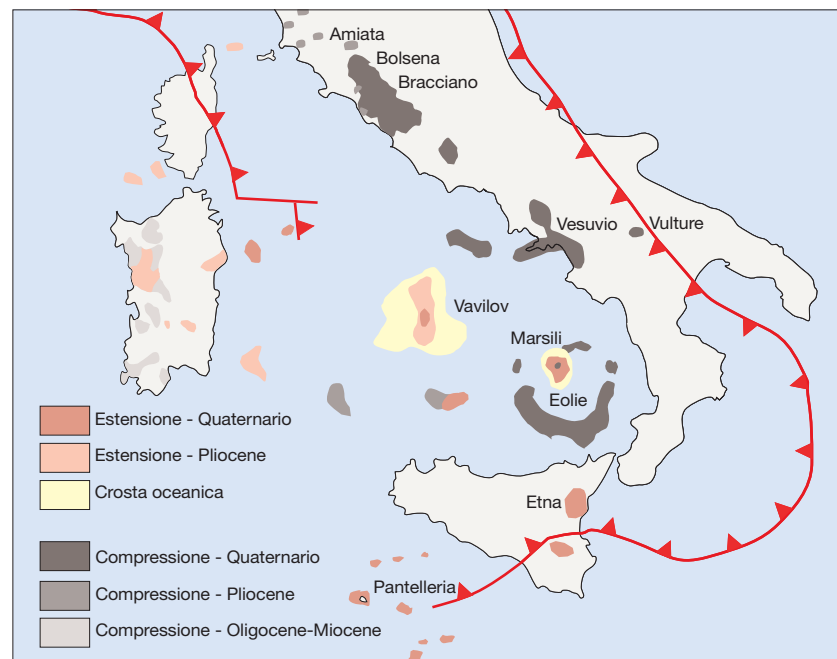


Sintesi geologica d'Italia che evidenzia i movimenti centrifughi, responsabili della formazione della Catena Appenninica e a loro volta causati dall'apertura (e "oceanizzazione") del Mar Tirreno

6. Subduzioni, oceanizzazioni e vulcanismo: un viaggio tra cause ed effetti.

Il panorama geologico italiano, affrontato e fin qui descritto seguendo l'avvicinarsi dei grandi processi geodinamici che ne hanno guidato l'evoluzione, seppur trattato in modo molto sintetico, non può ritenersi completo senza aver preso in considerazione gli effetti del vulcanismo recente. I prodotti vulcanici, oltre a coprire estesi territori con depositi lavici e piroclastici (lapilli e ceneri), si dimostrano particolarmente interessanti in quanto suggeriscono, a seconda del proprio chimismo, la condizione geodinamica alla base del proprio sviluppo (ad es. estensione e oceanizzazione, compressione e subduzione,...).

Un rapido sguardo a una carta geologica d'Italia consente d'individuare, oltre ai più noti Etna e Vesuvio, altri centri eruttivi, in gran parte estinti. Spesso hanno dato luogo a consistenti espandimenti lavici e piroclastici. Basta scendere lungo il margine occidentale della penisola, dalla bassa Toscana col M. Amiata, al Lazio, dove i laghi di Bolsena, Vico, Bracciano, Nemi e Albano ricordano le numerose caldere vulcaniche da collasso trasformate in invasi lacustri naturali. Più giù si incontrano le Isole Ponziane e Ventotene, situate di fronte al M. Circeo e al Golfo di Gaeta. Ancora più a S ci si addentra nel distretto vulcanico vesuviano con, oltre al cono principale, l'Isola d'Ischia e i Campi Flegrei.



Vulcanismo cenozoico: ogni deposito è in quel luogo e ha quell'età per una precisa ragione geologica



Manifestazioni vulcaniche attive nella Solfatara di Pozzuoli (Campania)

Nel loro insieme tutti questi apparati hanno formato una fascia più o meno continua di prodotti eruttivi che si allunga, in direzione appenninica, per ben 400 km, con larghezza intorno a 40 km. La massima parte degli apparati ha un'età inferiore a 2 milioni di anni (Pleistocene). È interessante notare che questo tipo di eruzioni è direttamente correlabile con la subduzione di Adria sotto la Catena Appenninica. La placca Adria, che risulta incurvarsi passivamente, sollecitata dallo spostamento verso NE degli Appennini, si è flessa ad alto angolo raggiungendo profondità e temperature che ne hanno causato la parziale fusione. I fusi, più leggeri, sono riusciti a farsi strada risalendo lungo le numerose faglie di distensione che interessano la parte interna e più antica della catena. Ne sono scaturite le tipiche eruzioni esplosive, caratteristiche di magmi prodotti in contesti di subduzione quando è coinvolta la crosta continentale.

Procedendo ancora più a S, il successivo distretto vulcanico che si intercetta è quello delle Isole Eolie. Ospitano Stromboli, l'unico vulcano italiano in costante attività. In apparenza formano una manciata di scogli vulcanici volumetricamente molto ridotti. Al contrario, valutando anche l'estensione sottomarina dei prodotti emessi, ci si rende conto che complessivamente occupano un settore ampio circa 4000 km². Un'area più vasta della Valle d'Aosta. Anche la genesi delle Isole Eolie è collegata a un processo di subduzione crostale con relativa fusione profonda e risalita di prodotti altamente esplosivi. Questa volta, ad infilarci in profondità e a subire i processi di fusione, sono i fondali del Mar Jonio. Fondali che, si potrebbe aggiungere, sono formati da una delle più antiche cro-

ste oceaniche del mondo, antica quasi 180 milioni di anni. La ragione di questa subduzione va cercata non solo nei movimenti della Calabria, che l'apertura del Tirreno meridionale continua a spingere verso SE contro e sopra i fondali jonici, ma anche in quella deriva verso NNW che caratterizza lo spostamento della placca africana e delle sue dirette... protuberanze adriatiche. Concludono il panorama vulcanico siciliano i prodotti dell'Etna, di Ustica, posta di fronte a Palermo, di Pantelleria e delle Isole Pelagie (Linosa e Lampedusa), a S di Trapani. Sono tutte effusioni basiche recenti accomunate da un regime di estensione crostale, comune tanto allo Stretto di Messina quanto al Canale di Sicilia, tratto di mare tra l'isola e la Tunisia. Sono distensioni interpretate come effetto secondario del trascinamento della crosta jonica che subduce sotto l'arco calabro. Inoltre, non vanno trascurati i vasti espandimenti lavici del Mar Tirreno meridionale, seppure nessuno tra questi emerga come isola. Essi, dai 6 milioni di anni fa in poi, hanno generato vere e proprie montagne sottomarine che in alcuni casi (come i Monti Vavilov e Marsili) si elevano dai fondali da 2 a 3 km, spingendosi a poche centinaia di metri dalla superficie marina. La mole del ripido cono del Monte Vavilov - 200 km al largo di Napoli ed Ischia - caratterizza un'area sottomarina formata esclusivamente da prodotti vulcanici di contesto estensionale che stanno generando nuova crosta oceanica. Invece il Monte Marsili, tuttora in attività al largo delle coste cilentane, con le sue propaggini orientali mostra prodotti vulcanici variabili, correlabili alternativamente con la risalita di fusi ora connessi a processi di estensione crostale (con oceanizzazione) ora a quelli della subduzione di Adria.



Il vulcano di Stromboli (Isole Eolie, Sicilia)

Concludendo la rassegna dedicata al vulcanismo recente e al suo significato geodinamico non si può trascurare la Sardegna, ricca in prodotti effusivi cenozoici, emessi negli ultimi 40 milioni di anni. Si affiancano ai diffusi graniti di età paleozoica i quali caratterizzano in special modo il quadrante NE dell'isola. Anche in questo caso attraverso il chimismo e i caratteri dei prodotti effusivi cenozoici si possono ricostruire i principali processi geodinamici che li hanno prodotti. Ad esempio le vulcaniti effuse tra 30 e 18 milioni di anni fa (Oligocene e Miocene), distribuite lungo la metà occidentale della Sardegna, sono state messe in posto, come già sottolineato (vedi pag. 26), durante la rotazione del blocco sardo-corso. Costituiscono i prodotti di fusione e risalita magmatica derivati dallo scontro con il margine della placca Adria, in subduzione verso W, che si infletteva sotto la Sardegna stessa. Nel medesimo momento geologico, come si ricorderà, al largo del blocco sardo-corso prendeva forma l'embrione sottomarino della Catena Appenninica, dovuta alla compressione esercitata dalla rotazione crostale.

In Sardegna l'altro ciclo di effusioni degne di nota è stato di età pliocenico-quaternaria (5 milioni di anni fa - Presente). I suoi prodotti più recenti datano a soli 100.000 anni fa. Sono distribuiti a macchia di leopardo, concentrati in prevalenza nella fascia centrale e NW dell'isola. Con i loro ampi espandimenti basaltici rappresentano il prodotto di una estensione connessa al generalizzato processo di apertura crostale tuttora in atto che ha il proprio fulcro attivo nell'area del Mar Tirreno meridionale e ha esteso i propri riflessi fino alle aree sarde.



Campo di lava alle pendici occidentali dell'Etna (Sicilia)



Il ghiacciaio dell'Ortles (Trentino-Alto Adige)

7. Ghiacciai e fiumi, pianure e delta: contenuti e forme modellano l'Italia.

Abbiamo seguito il lento e complesso dipanarsi di eventi deposizionali e deformativi. Abbiamo attraversato a grandi passi la storia geologica d'Italia, iniziata oltre mezzo miliardo di anni fa. Italia che è racchiusa e protetta dalla Catena Alpina ed è cresciuta e si è ampliata grazie a quella Appenninica. Archi montuosi che, durante la loro lenta surrezione, davano origine a nuovi materiali. In Italia ci sono aree, poco più del 20% sul totale dei territori emersi,

formate da sedimenti ancora sciolti, non deformati e generalmente recenti. Sono le aree di pianura, prodotte dall'accumulo di sedimenti fluviali, fluvio-glaciali, ma anche, in subordine, deltizi e litorali. La vasta Pianura Padana, incluse le sue propaggini veneto-friulana e romagnola, si estende per quasi 50.000 km² su un totale di circa 65.000 km² raggiunto complessivamente dalle pianure italiane.

La Pianura Padana può essere intesa alternativamente come contenitore di sedimenti, oppure come semplice forma superficiale acquisita attraverso le deposizioni più recenti. Nel primo caso è ancora la storia geologica dell'Italia a fornirci le indicazioni utili a comprenderne il riempimento. La fascia padana appartiene per gran parte al settore indeformato di Adria e ne costituisce la porzione più settentrionale. Geologicamente è serrata dall'avanzamento verso S delle Alpi Meridionali e verso NNE dell'Appennino settentrionale. Le due catene da qualche milione di anni hanno esercitato, e stanno esercitando tuttora, un carico non indifferente sui rispettivi bordi di Adria, provocandone la flessione.

Recuperando il concetto di "avanfossa" (vedi a pag. 32), la zona padana può essere considerata al tempo stesso tanto l'avanfossa delle Alpi Meridionali quanto degli Appennini. Valutando lo spessore dei sedimenti che dal Pliocene in poi l'hanno colmata, marini prima e continentali in seguito, emerge una sensibile differenza di spessore tra quelli accumulati verso il fronte appenninico e quelli appoggiati sull'opposto fronte alpino. Misurano meno di 1000 m quelli sul lato alpino, tra 3000 e 7000 m (!) di spessore quelli sul lato appenninico. Per trovare a ridosso delle Alpi spessori comparabili ai valori appenninici è necessario spostarsi sul lato opposto della catena, in Svizzera e Germania. Lì, lungo il fronte deformativo alpino più esterno, riescono a raggiungere anche 4000 m (dall'Oligocene). Il motivo dei sottili spessori misurati lungo il fronte alpino italiano (Alpi Meridionali) è dovuto al fatto che in quella zona... non c'è subduzione verso N. Di conseguenza manca il trascinarsi verso il basso

della placca e senza questo meccanismo il solo effetto da carico nella zona di "avanfossa" ha prodotto una flessione crostale sensibilmente inferiore.

Considerando invece la Pianura Padana semplicemente come una "forma" occorre concentrarsi sui suoi apporti più recenti, circa l'ultimo centinaio di metri. La loro analisi ci rivela la poderosa e incessante erosione delle acque superficiali operata su Alpi e Appennini durante il Pleistocene superiore (gli ultimi 100.000 anni circa), ma anche, avvicinandoci ai rilievi alpini, il contributo fornito dai ghiacci dell'ultima e più intensa tra le glaciazioni alpine, quella würmiana. Depositi fluvio-glaciali scaturivano dalle rispettive lingue glaciali attraversando i grandi apparati morenici che ancora costellano il limite interno dell'alta pianura: gli anfiteatri della Dora Riparia, di Ivrea, dei Laghi Maggiore, di Lugano, di Como, d'Iseo, di Garda, del Piave e del Tagliamento.

A causa del sensibile calo del livello marino (-130 m) indotto dalla ritenzione delle precipitazioni sotto forma di ghiaccio, gli apporti fluvio-glaciali e fluviali dell'epoca si spinsero a coprire tutto l'alto Mare Adriatico, trasformato per l'occasione in piana alluvionale. Durante l'ultima fase glaciale e fino all'acme della grande deglaciazione alpina, circa 20.000 anni fa (Pleistocene superiore), il Po confluiva nel Tagliamento e insieme formavano un delta con la linea di costa attestata appena a N della congiungente Pescara-Spalato. A motivo del drastico calo del livello marino, l'intero profilo della penisola faticosamente costruito in forma di perfetto stivale, e per di più conseguito solo poche centinaia di migliaia d'anni fa, ne risultò burlescamente stravolto, gonfiato a dismisura, forse irrimediabilmente

compromesso nella sua essenza. Fu la deglaciazione a mettere di nuovo le cose al posto giusto, ridimensionando gli eccessi. Da quel momento, e per i successivi 20.000 anni, i fiumi da una parte, le mareggiate dall'altra, aggiustarono il tiro. Aggiungendo, togliendo, limando e rifinando le coste dell'Italia e con esse il suo magico profilo.

Con poco sforzo aggiunto - il sollevamento marino aveva già fornito il contributo principale - tutto tornò a posto con l'avvento dell'Uomo moderno. E con esso di quello dell'era della cartografia, delle riprese satellitari e della geologia che avrebbero celebrato in maniera adeguata e degna le forme, i contenuti e l'evoluzione di questa nostra, per certi versi unica, irripetibile Italia.



L'Italia durante le fasi glaciali quaternarie (l'ultimo acme si verifica circa 20.000 anni fa; beige: terre emerse)



Habitat terrestri e d'acqua dolce: vegetazione

EDOARDO BIONDI

47

■ Flora e vegetazione

Mediante i concetti di flora e di vegetazione i botanici interpretano la copertura vegetale della Terra o di una sua parte. Flora e vegetazione sono oggetto di studio di una disciplina antica, poco divulgata a livello popolare: la geobotanica, che studia la relazione tra la vita vegetale e l'ambiente, i cui principali obiettivi sono l'analisi della biodiversità vegetale a tutti i livelli e degli habitat. Rientra inoltre nel campo della geobotanica la realizzazione di macro- e micro-modelli vegetazionali, bioclimatici e biogeografici funzionali, con capacità predittiva, di semplice impiego e di utilità pratica, anche con lo scopo di progettare un'adeguata gestione e conservazione dell'ambiente. Per raggiungere questi scopi la geobotanica si articola in diverse parti: floristica, biogeografica o corologica, bioclimatologica e vegetazionale o fitosociologica.

La flora viene definita dall'insieme delle entità vegetali (specie, sottospecie e varietà) che si rinvencono in un certo territorio, nel quale vi si riproducono naturalmente. Il concetto di flora è legato oltre che ad un'area geografica anche ad un preciso periodo in quanto la sua composizione varia nel tempo, sia per cause naturali che antropiche (introduzioni di specie esotiche o alterazione di specie e di ambienti). La vegetazione è invece concettualmente interpretabile come l'integrazione delle piante nei diversi ambienti nei quali si riuniscono, in funzione dei fattori ecologici ed antropici che li caratterizzano, originando comunità vegetali diverse. Pertanto, mentre la flora esprime l'aspetto qualitativo del manto vegetale della zona geografica considerata, la vegetazione ne rappresenta l'aspetto quantitativo e associativo, costituito da boschi, pascoli, ecc.

La flora e la vegetazione di un territorio sono inoltre espressione indiretta della diversità ambientale in quanto i territori caratterizzati da elevate varia-



Adonide gialla (*Adonis vernalis*)



Anemone dell'Appennino (*Anemone apennina*)

zioni di condizioni del suolo e del clima hanno una flora particolarmente ricca che darà origine anche ad aspetti vegetazionali diversi; per contro, quelli uniformi, costituiti, ad esempio, da monotone pianure, presentano flore e tipi di vegetazione assai più poveri.

Nel confrontare l'importanza di flore riferite ad ambiti geografici diversi è significativo considerare la loro ric-

chezza in termini relativi più che assoluti, utilizzando l'indice di diversità floristica, espresso dal rapporto tra la superficie del territorio (in km²) e il numero delle entità presenti. La Flora è quindi l'elenco di tutte le entità (specie e sottospecie) note per l'area geografica considerata, indicate con il proprio binomio o trinomio scientifico. A tale elenco può essere associata la chiave analitica dicotomica che permette l'individuazione delle singole entità e la loro descrizione. Così è ad esempio costituita la "Flora d'Italia" di Pignatti, pubblicata nel 1982 o quella precedente del nostro territorio nazionale di Adriano Fiori (1923-1929).

Negli ultimi anni sono inoltre comparse le cosiddette *checklist*, elenchi ragionati di entità nelle quali al nome scientifico possono venir aggiunti alcuni semplici riferimenti come l'elemento corologico e la forma biologica. In base alla recente Checklist d'Italia, edita nel 2005, la nostra flora conta ben 7634 entità delle quali 136 appartengono alle pteridofite, 34 alle gimnosperme e 7464 alle angiosperme. Tale ricco patrimonio floristico è variamente rappresentato dalle flore delle diverse regioni italiane, tra le quali le più ricche sono quelle che esprimono la maggiore diversità ambientale: Piemonte (3510), Toscana (3435), Friuli Venezia Giulia (3335), Veneto (3295), Abruzzo (3232), Lazio (3228).

Il "valore" della ricchezza floristica, oltre che dai fattori naturali e antropici, dipende dalle conoscenze, più o meno approfondite, che si hanno dei territori regionali per cui non necessariamente la classifica indicata esprime la reale diversità floristica a livello regionale. Purtroppo mentre in molti altri paesi si valorizzano gli studi floristici, in Italia la formazione dei giovani laureati in questo settore è sempre più carente. Si sta così perdendo una lunga tradizione e si determina un forte rallentamento nell'ampliamento delle conoscenze sulla flora italiana che, in base a quanto emerso dalla recente revisione sullo stato delle conoscenze, è ancora scarsa in molte importanti aree del territorio nazionale che rientrano nelle categorie "pressoché sconosciute" o con "conoscenza generica appena informativa".

■ Gli habitat vegetazionali

La Direttiva Habitat (92/43/CEE) ha segnato una decisiva svolta nelle prospettive di salvaguardia della biodiversità dei territori dell'Unione Europea, soprattutto perché individua come soggetti per la conservazione non solo le specie animali e vegetali (elencate nell'allegato II), ma anche gli ecosistemi, identificabili attraverso gli habitat (allegato I). Gli habitat sono definiti come "zone terrestri o acquatiche che si distinguono grazie alle loro caratteristiche geografiche, abiotiche e biotiche, interamente naturali o seminaturali". Viene dato così senso compiuto alla conservazione delle specie, in quanto vengono salvaguardate attraverso la gestione degli ecosistemi in cui vivono. La Direttiva riconosce inoltre la categoria di habitat prioritari (indicati con un asterisco nell'allegato I), per indicare quelli ritenuti gravemente minacciati di estinzione nel territorio della Comunità Europea. Una commissione di esperti ha definito il "Manuale interpretativo degli habitat dell'Unione Europea", il documento di riferimento scientifico per l'applicazione della Direttiva. Gli habitat sono riuniti in 9 macrocategorie: habitat costieri e vegetazione alofitiche; dune marittime e interne; habitat d'acqua dolce; lande e arbusteti temperati; macchie e boscaglie di sclerofille (matorral); formazioni erbose naturali e seminaturali; torbiere alte, torbiere basse e paludi basse; habitat rocciosi e grotte; foreste. Considerata l'importanza che la Direttiva Habitat ha acquisito in Europa, si ritiene utile seguire lo schema dell'allegato I in questa breve descrizione degli habitat terrestri e delle acque interne italiane.



Faggeta (Prati di Tivo, Abruzzo)

Il clima, inteso come la risultante delle condizioni meteorologiche medie in un dato luogo, influenza gli esseri viventi costituendo uno dei fattori determinanti la loro distribuzione sulla Terra.

Nel 1807, nel "Saggio sulla geografia delle piante", Von Humboldt riconosce per la prima volta che i vegetali si associano in funzione delle loro esigenze fisiologiche e quindi che le comunità di piante che danno origine ai diversi tipi di vegetazione sono fortemente condizionati nella loro distribuzione dai climi. Nasce così la bioclimatologia, la scienza che studia i climi in rapporto alla distribuzione degli organismi, detta fitoclimatologia quando si occupa specificamente del rapporto tra clima e piante. Sono stati così proposti sistemi di classificazione dei bioclimi basati sull'applicazione di parametri ed indici diversi, ottenendo come risultato differenti interpretazioni bioclimatiche.

Ricerche serrate condotte negli ultimi quindici anni dalla scuola spagnola di fitosociologia, hanno prodotto una classificazione del bioclimate della Terra, fondata su indici e parametri bioclimatici che prevede queste categorie: *macrobioclimi*, *bioclimi*, *varianti bioclimatiche*, *piani bioclimatici* e *orizzonti bioclimatici*. I cinque macrobioclimi riconosciuti sono: tropicale, mediterraneo, temperato, boreale e polare. Di questi nel nostro territorio si riconoscono solo il mediterraneo ed il temperato.

La ricerca del limite tra questi macrobioclimi lungo la penisola italiana ha nel tempo interessato molti ricercatori che hanno fornito interpretazioni tra loro molto diverse: la nostra penisola costituisce, infatti, una sorta di lungo e stretto ponte tra l'Europa e l'Africa, lungo il quale si opera la transizione tra aree attribuibili al macrobioclimate temperato e mediterraneo. Il concetto di mediterraneità, così come definito dalla scuola spagnola, prevede, esternamente ai tropici, un periodo di aridità estiva di almeno due mesi consecutivi: mese arido è quello in cui le precipita-



Macchia mediterranea a timo ed elicriso

zioni medie mensili sono inferiori, in termini numerici, al doppio delle temperature medie mensili. In base alla quantità di precipitazioni, la struttura della vegetazione potenziale mediterranea corrisponde a tipi molto diversi: boschi chiusi sempreverdi o decidui, boschi aperti, arbusteti, formazioni aperte semidesertiche, formazioni desertiche o iperdesertiche. Altro fondamentale elemento di questa classificazione è l'aver abbandonato il concetto di bioclimate delle alte montagne (oroclimate) come categoria o zona bioclimatica separata, in quanto strettamente correlato con quello delle aree pedemontane. Rispetto a queste variano infatti le temperature e le precipitazioni, espressione della zonazione verticale della flora e della vegetazione ed indicata dai piani bioclimatici che si susseguono in senso altitudinale.

Nello studio per la definizione delle tipologie del Fitoclimate d'Italia, recentemente realizzato nell'ambito delle ricerche finanziate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, sono stati rielaborati i dati mensili di temperatura massima e minima dell'aria e di piovosità per il trentennio 1955-85, relativi a 400 stazioni termopluviometriche, individuando così 28 classi climatiche. Una volta attribuite le singole stazioni alle classi, è stato possibile realizzare la Cartografia del Fitoclimate d'Italia.

In base a questa carta il macrobioclimate mediterraneo si estende su tutto il versante tirrenico, ad esclusione di parte della Riviera Ligure di Levante, comprende le grandi e piccole isole e risale il versante ionico e quindi l'adriatico fino a Pescara. È comunque evidente che lungo la costa adriatica fino al Monte Conero le condizioni di mediterraneità si estendono in una stretta fascia che raggiunge il versante meridionale del Promontorio. Il macrobioclimate temperato è invece essenzialmente localizzato nell'Italia settentrionale e lungo l'Appennino oltre che nelle zone più elevate delle grandi isole. Una cartografia sintetica (basata sull'Indice di Continentalità) ha permesso di ottenere 9 principali bioclimi:

Clima temperato oceanico presente nelle Alpi, lungo le alte quote dell'Appennino e in Sicilia altomontana.

Clima temperato semicontinentale presente nelle vallate alpine e nelle vallate interne dell'Appennino centro-settentrionale del settore adriatico.

Clima temperato oceanico-semicontinentale presente nelle Prealpi centrali e orientali, in aree collinari del medio Adriatico e nelle valli interne dell'Appennino fino alla Basilicata con esposizione tirrenica, con locali presenze in Sardegna.

Clima temperato subcontinentale tipico della Pianura Padana dal Piemonte alla foce del Po.

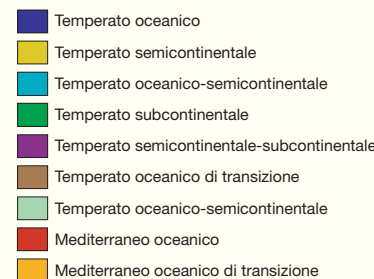
Clima temperato semicontinentale-subcontinentale localizzato a Sud del Po, nelle valli moreniche prealpine centrali e nelle pianure alluvionali orientali dell'Italia settentrionale.

Clima temperato oceanico di transizione presente nelle valli dell'Antiappennino tirrenico e ionico con significative presenze nelle grandi isole.

Clima temperato oceanico-semicontinentale di transizione localizzato prevalentemente nelle pianure e nei primi contrafforti collinari del medio e basso Adriatico e Ionio; presenze significative si hanno anche nelle zone interne delle Madonie e in alcune aree della Sardegna.

Clima mediterraneo oceanico contornante tutta l'Italia peninsulare dalla Liguria all'Abruzzo e estendentesi lungo le coste delle grandi isole.

Clima mediterraneo oceanico di transizione localizzato lungo le coste del medio e alto Tirreno, più frammentato nel basso Tirreno e in Sicilia, con una presenza importante nelle pianure interne e nei primi contrafforti della Sardegna.



Il paesaggio viene concepito come insieme di ecosistemi interagenti tra loro che si ripetono in condizioni simili: è pertanto la risultante dell'eco-mosaico, in cui *patch* diverse, considerate come spazi delimitati da propri caratteri, costituiscono un sistema complesso, in cui le componenti fisiche e biologiche di base sono state trasformate dalle attività umane.

Il paesaggio, come avvertito già da Giacomo Leopardi, è quindi profondamente "umanizzato"; ne deriva pertanto che nella sua analisi non è possibile tralasciare l'uomo che non deve pertanto essere visto come un invasore. Attraverso la vegetazione e le sue trasformazioni il fitosociologo riconosce, qualifica e quantifica l'intervento dell'uomo e la sua incidenza sulle caratteristiche naturali dei paesaggi. È quindi fondamentale la conoscenza delle potenzialità dei territori per la comprensione dei percorsi dinamici degli ecosistemi, sotto l'influenza delle attività antropiche per monitorarne, attraverso la vegetazione, la loro incidenza. La fitosociologia del paesaggio è quindi una scienza fondata sul presupposto che le associazioni vegetali sono validi bioindicatori. Tra le associazioni si possono instaurare rapporti diversi, che sono di tipo dinamico (quando rappresentano tappe successive di uno stesso processo evolutivo o regressivo definito dalla serie di vegetazione o *sigmetum*) o semplicemente di contatto (catenali). Nella serie di vegetazione una associazione vegetale si trasforma in un'altra: un'associazione di pascolo per abbandono si trasforma in una di arbusti, che a sua volta evolverà in una forestale.

La serie di vegetazione è costituita dall'insieme di tutte le associazioni (comunità) legate da rapporti dinamici, che si rinvengono in un territorio con le stesse potenzialità vegetazionali detto *tessella* o *tessera*: l'unità biogeografico-ambientale di base del mosaico.



Il mosaico del paesaggio dolomitico

Nella serie di vegetazione il numero di associazioni che la costituiscono può variare notevolmente sia per condizioni naturali che per effetto dell'uso del territorio. Si possono riconoscere comunità più o meno naturali come i boschi, comunità semi naturali stabili come le praterie perenni che si mantengono con le stesse caratteristiche finché vengono gestite con le stesse modalità e comunità semi naturali instabili o di breve durata e rapida evoluzione come la vegetazione infestante i campi.

Gran parte del dinamismo evolutivo vegetazionale è legato all'abbandono delle attività agricole e forestali. Il processo dinamico prende origine dall'ecotono (spazio di transizione) tra foresta e pascolo, che è occupato da una intricata vegetazione di arbusti e liane, a sua volta preceduto da formazioni erbacee. Entrambe queste fitocenosi si espandono, quando le attività antropiche vengono a cessare, invadendo la prateria.

Nella fitosociologia del paesaggio la serie di vegetazione ha lo stesso ruolo dell'associazione nella fitosociologia classica.

Si deve inoltre distinguere tra serie climatica o climatofila, che si sviluppa sul suolo che usufruisce solo dell'acqua delle precipitazioni, dalle serie edafofile, come la serie edafoigrofila, dei terreni che beneficiano di un maggiore apporto

di acqua, o la serie edafoxerofila, presente in situazioni di particolare aridità rispetto alle condizioni medie del luogo. Il modello è quello semplice di una valle nella quale sui versanti che la delimitano si rinvengono la serie climatofila, mentre nelle zone dove il suolo è povero o è stato eroso scoprendo la roccia si impianta la serie edafoxerofila; per contro nella zona centrale, quella del fondovalle, dove scorrono i corsi d'acqua e dove comunque il substrato è più umido rispetto agli altri luoghi del sistema, si rinvengono la serie edafoigrofila. Questo tipo di analisi porta alla definizione di un'unità di paesaggio denominata *geosigmetum* o geoserie, costituita da un sistema integrato di serie di vegetazione che si ripete in un settore di territorio con le stesse caratteristiche edafiche e climatiche, quali possono essere una vallata o una montagna o un tratto di costa.

Serie e geoserie di vegetazione sono modelli con i quali è possibile integrare aspetti ambientali diversi, in prima analisi quelli fisiografici quali caratteristiche geomorfologiche, natura delle rocce, esposizione, inclinazione, altitudine e caratteristiche dei suoli. Sono metodologie integrate che portano alla definizione di schemi dinamici che rappresentano un modo complesso e multidimensionale di studiare il paesaggio vegetale, attraverso elementi completamente interagenti tra loro.

La Carta della Vegetazione d'Italia è una raccolta monografica realizzata da un elevato numero di ricercatori (oltre 100) che hanno fornito il loro contributo a livello regionale, utilizzando tutti la stessa metodologia per la classificazione gerarchica del territorio. In questa, nella definizione degli ambiti omogenei a piccola scala, è stato previsto un processo deduttivo di sovrapposizione di

cartografie tematiche: climatiche, litologiche e morfologiche.

Questo processo ha portato ad individuare ambiti omogenei per caratteri fisici (le tessere) ai quali si associano serie di vegetazione legate a ben individuate tappe mature. Si tratta infatti di ambiti al cui interno si realizzano le eterogeneità proprie delle serie di vegetazione a cui appartengono. Al processo deduttivo delle sovrapposizioni cartografiche si integra quindi quello induttivo che porta a riconoscere e a definire i singoli modelli ecologici (associazioni vegetali) in modo da raccogliere nel suo insieme l'informazione floristica, ecologica e biogeografia.

Il progetto di Carta della Vegetazione d'Italia (scala 1:250.000), finanziato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, conta 258 serie forestali di cui il 92% endemiche del territorio nazionale, 23 serie

di arbusteto, 15 serie erbacee e camefitiche (alpine e oromediterranee), 4 serie idrofite e acquatiche e 4 serie psammofile costiere.



Gli habitat costieri. In Italia gli ambienti marini e costieri rivestono notevole importanza in quanto il nostro territorio è interessato da oltre 7300 km di coste, il 60% delle quali sono basse, di tipo sedimentario, mentre la parte restante è data da coste rocciose, per lo più alte, a falesia ed in minor misura piatte e poco elevate. Tale imponente sviluppo costiero avviene prevalentemente nell'area macrobioclimatica di tipo mediterraneo, tranne che nei settori peninsulari settentrionali di una parte della zona tirrenica settentrionale e di quella nord-adriatica. Nella prima l'arco ligure di levante costituisce una interruzione dell'area a macrobioclima mediterraneo che poi riprende in quella di ponente. Ben più estesa è invece la zona a macrobioclima temperato che interessa il versante adriatico italiano in cui la zona a macrobioclima mediterraneo si arresta all'altezza di Pescara per poi proseguire con una stretta fascia che via via si assottiglia sino al promontorio del Conero. A queste peculiari condizioni bioclimatiche se ne assommano altre, come quelle geologiche, geomorfologiche e sedimentologiche che, nel loro insieme, creano una eccezionale varietà ambientale, realizzando anche in siti estremamente limitati microhabitat di notevole rilevanza per le varietà di piante ed animali (Habitat 1130 "Estuari"). Purtroppo la fascia costiera è anche la parte del territorio nazionale che è stata maggiormente antropizzata, con un'elevata pressione di tipo urbanistico-infrastrutturale, industriale e turistico-balneare, che ha prodotto effetti assolutamente devastanti sui delicati equilibri che condizionano l'ecologia dei

sistemi costieri. Tra gli ambienti più devastati e artificializzati del nostro territorio costiero vanno annoverate le foci dei fiumi, costituite da una notevole varietà di ambienti determinata principalmente dalla commistione tra acque dolci e acque salate e dalla sedimentazione del materiale trasportato dai fiumi stessi, che comporta la formazione di substrati sabbiosi, limosi o ghiaiosi che determinano talora la costituzione di vaste aree intertidali.



Foce fluviale (costa adriatica della Puglia)

La vegetazione cormofitica è talora assente in tali zone, in rapporto con la qualità dei sedimenti e la frequenza delle maree, o presente con notevole eterogeneità, in funzione dei diversi gradienti ecologici che entrano in gioco. Si passa dalle formazioni prettamente marine, come quelle a *Zostera noltii*, a quelle che si sviluppano nelle lagune salmastre, come il *Ruppium maritimum*, o a formazioni ancora maggiormente alofile a salicornie, annuali e/o perenni, e a spartina marittima. Le lagune costiere

(Habitat 1150* "Lagune costiere") sono caratterizzate da acque lentiche, salse o salmastre, poco profonde con notevoli variazioni stagionali di salinità e di profondità delle acque. Le zone salmastre con terreno di tipo limoso-argilloso, inondate durante l'inverno e che in estate disseccano completamente lasciando il substrato ricoperto dal sale, sono prevalentemente colonizzate dalla vegetazione alofila costituita da comunità di piante annuali o perenni (Habitat 1310 "Vegetazione pioniera a *Salicornia* e altre specie annuali delle zone fangose e sabbiose"). Si tratta per lo più di tipologie vegetazionali paucispecifiche, data l'elevata specializzazione raggiunta da queste piante, che riescono a vivere su terreni salati dei quali indicano, con la loro presenza, i diversi livelli di salinità. Le salicornie annuali appartengono tutte al genere *Salicornia*, in senso stretto;



Salicornia veneta

tra queste in Italia si rinvencono specie diploidi e tetraploidi. Tra le diploidi si riconosce in Italia solamente *Salicornia patula* la quale forma comunità riferite all'associazione *Suaedo-Salicornietum patulae*, che si sviluppano in posizione più elevata rispetto alle tipologie vegetazionali formate dalle salicornie

tetraploidi e quindi su substrati che disseccano più rapidamente e sono pertanto maggiormente salati. Tra le salicornie tetraploidi, la specie più comune è *S. emerici*, rinvenibile nelle vasche delle saline, nelle depressioni naturali con acqua stagnante anche in autunno e nelle lagune aperte al mare. Al gruppo delle tetraploidi appartiene anche *Salicornia veneta*, presente nell'Adriatico settentrionale, ritenuta endemica di quest'area geografica prima che venisse ritrovata in due località della Sardegna e a Sud del promontorio del Gargano. Da ultimo, anche *S. dolichostachya* è pianta tetraploide, a prevalente distribuzione atlantica, rinvenuta in Italia al Parco del Circeo, nello stagno di Santa Gilla di Cagliari e recentemente anche nella Foce del Candelaro (Gargano). Tra le salicornie perenni rinvenibili in Italia, *salicornia fruticosa* (*Sarcocornia fruticosa*) e *salicornia glauca* (*Arthrocnemum macrostachyum*), nonostante siano da considerare in fortissima rarefazione, sono ancora presenti in diverse località mentre notevolmente più rara è la salicornia strobilacea (*Halocnemum strobilaceum*), della quale si conoscono solo quattro stazioni: Stagno di Santa Gilla (Sardegna), Foce dell'Ombro (Toscana), Sacca di Bellocchio e Salina di Comacchio (Emilia Romagna). Nell'Adriatico settentrionale si rinviene *Spartina maritima*, pianta atlantica che penetra nel Mediterraneo solamente in quest'area geografica in quanto soggetta a marcate oscillazioni di marea (anche oltre un metro di escursione). Si costituiscono così le praterie a *Spartina maritima* in cui compaiono *Limonium narbonense* e *Puccinellia festuciformis* ssp. *festuciformis*, ritenute entrambe differenziali delle fitocenosi adriatiche [Habitat 1320 "Prati di *Spartina* (*Spatinion maritima*)"].

Nelle aree più interne con ridotta presenza di sale si assiste alla comparsa di giuncheti che segnano la transizione verso le formazioni igrofile dulciaquicole [Habitat 1410 "Pascoli inondatai mediterranei (*Juncetalia maritimi*)"]. Partendo dalle aree più prossime alla costa il giunco di mare (*Juncus maritimus*) forma fitocenosi quasi pure o infiltrate, nelle zone più salate, dalle salicornie perenni mentre in quelle più interne, con substrato poco umido e con ridotta salinità, si associa con *Plantago crassifolia*, *Carex extensa*, *Agropyron elongatum* e *Juncus acutus* che tende a divenire dominante. A queste formazioni seguono quelle indicanti l'ingresso di acqua dolce, caratterizzate da comunità di graminacee o di ciperacee di grande taglia come la canna del Po (*Erianthus ravennae*), la cannuccia di palude (*Phragmites australis*) e il falasco (*Cladium mariscus*) che dominano comunità da dulciaquicole a subalofite. La lisca marittima (*Bolboschoenus maritimus*) si

rinviene soprattutto lungo le rive dei fiumi, frequentemente associata alla cannuccia di palude, mentre in prossimità della foce, nelle zone con acque salmastre, si presenta in popolamenti paucispecifici, costituiti da formazioni dense di individui che presentano l'infiorescenza contratta (*Bolboschoenus maritimus* f. *compactus*) ritenuta dalla maggior parte dei floristi insignificante, in quanto riconducibile a stadi individuali, da considerare però come utile bioindicatore.

Gli habitat delle dune marittime e interne.

Per comprendere le caratteristiche ecologiche delle spiagge è necessario interpretare i fenomeni biologici ed i gradienti ecologici su tutta la costa, evitando la separazione, artificiosa, tra ambiente sommerso ed emerso. Moltissimi dei fattori che riguardano la stabilità geomorfologica o la diffusione di comunità nel tratto emerso della spiaggia dipendono da fenomeni che trovano la loro origine in mare. La parte sommersa



Dune sabbiose (Puglia)

delle spiagge è caratterizzata da praterie di fanerogame marine, purtroppo in grave rarefazione, che svolgono un ruolo estremamente importante, oltre che come costruttrici di ecosistemi, anche per la stabilizzazione dei fondali. Tali comunità hanno infatti il compito di ridurre gli effetti dovuti al moto ondoso attraverso la massa costituita dal fitto fogliame, attenuando l'erosione e favorendo l'accumulo della sabbia per mezzo di un cospicuo apparato che si sviluppa all'interno del substrato costituente i fondali [Habitat 1120* "Praterie di Posidonia (*Posidonium oceanicae*)"]. Così la posidonia, potendo accrescere il proprio rizoma sia in direzione orizzontale che verticale, riesce a contrastare il progressivo insabbiamento originando nel tempo delle formazioni a "terrazzo", dette in francese *matte*, le quali contrastano i processi di erosione dei fondali. Dalla sfibratura delle foglie di posidonia spiaggiate, dovuta al movimento delle onde, si originano caratteristici corpi sferici detti "palle di

mare" o egagropile. Inoltre nelle anse costiere antistanti i fondali con praterie sommerse di posidonia, si concentrano grandi quantità di foglie le quali costituiscono le *banquette*, veri e talora enormi depositi maleodoranti di sostanza organica in lenta putrefazione, mal visti dai bagnanti. Anche le altre fanerogame che originano praterie sottomarine (*Cymodocea nodosa*, *Zostera noltii* e *Z. marina*) svolgono un ruolo fondamentale nella stabilizzazione dei fondali trovando le loro migliori condizioni in situazioni diverse per qualità granulometrica e di profondità delle acque. La parte emersa della spiaggia con le sue dune rappresenta un insieme di microambienti particolarmente insospitati per la vita vegetale. Il vento rende mobile la sabbia causando erosione, nebulizza l'acqua marina ed agisce inoltre sull'economia idrica interferendo sulla disponibilità di acqua per le piante. Le specie che colonizzano queste aree costiere sono pertanto notevolmente



Banquette a posidonia ed altri vegetali spiaggiate (Lazio)

specializzate per occupare precise nicchie ecologiche, spesso estremamente limitate in quanto i gradienti dei più importanti fattori ecologici subiscono significative variazioni nello spazio di pochi metri. Nei litorali sabbiosi emersi il substrato, nella zona regolarmente raggiunta dalle onde, non presenta forme di vita vegetale superiore (zona afitoica). Il materiale organico portato dalle onde si deposita sulla spiaggia e si decompone liberando le sostanze che arricchiscono poi il substrato sabbioso. Si sviluppano qui le comunità annuali alo-nitrofile, (Habitat 1210 "Vegetazione annua delle linee di deposito marine") tra le quali la più comune, in gran parte del Mediterraneo, è l'associazione *Salsola kali-Cakile maritima*, costituita principalmente dal cavastrello (*Cakile maritima*), dalla salso



Cavastrello (*Cakile maritima*)

erbacali (*Salsola kali*), dalla portulaca marina (*Euphorbia peplis*) e dal poligono marittimo (*Polygonum maritimum*). Nelle aree poco più interne della spiaggia compaiono i primi accumuli di sabbia, le cosiddette dune embrionali (Habitat 2110 "Dune embrionali mobili"), ancora soggette al rimaneggiamento causato dall'azione del vento e occasionalmente raggiunte dagli spruzzi dell'acqua marina. Le dune embrionali si originano soprattutto per la presenza della gramigna delle spiagge (*Agropyron junceaum* ssp. *mediterraneum*=*Elytrigia juncea* ssp.

juncea=*Elymus farctus* ssp. *farctus*), vera pianta psammofila, con adattamenti che le consentono di sopportare, o meglio, di opporsi, all'accumulo della sabbia trasportata dal vento. La parte aerea di questa pianta risulta poco voluminosa rispetto a quella ipogea, che ha rizomi notevolmente ramificati, tanto da creare un groviglio fittissimo, dal quale si dipartono numerose radici, capace di trattenere fortemente la sabbia. L'associazione vegetale cui dà origine sulla maggior parte delle spiagge italiane è l'*Echinophoro spinosae-Elymetum farcti*, cui partecipa anche un'altra gramigna delle spiagge, *Sporobolus pungens*, graminacea strisciante presente al piede delle dune embrionali, in aree raggiunte sporadicamente dall'acqua marina. Altre specie che determinano il formarsi di questi primi accumuli di sabbia sono il finocchio litorale spinoso (*Echinophora spinosa*), la santolina delle spiagge (*Otanthus maritimum*), l'erba medica marina (*Medicago marina*), la soldanella di mare (*Calystegia soldanella*) e il cardo delle spiagge (*Eryngium maritimum*). La vegetazione delle dune embrionali della Sardegna è invece attribuita all'associazione *Silene corsicae-Elytrigetum juncea*, con l'endemita sardo-corsa *Silene corsica*, specie psammofila con foglie crassulente e ricche di peli che catturano i granelli di sabbia. Sulle ben più elevate dune mobili [Habitat 2120 "Dune mobili del cordone litorale con presenza di *Ammophila arenaria* (dune bianche)"] che seguono quelle embrionali verso entroterra, la vegetazione è dominata dallo sparto pungente (*Ammophila arenaria* ssp. *arundinacea*), graminacea psammofila, con infiorescenza piumosa, ben adattata a contrastare efficacemente l'azione del vento e l'insabbiamento grazie a rizomi resistenti che si sviluppano con meccanismi simili a quelli della gramigna delle spiagge.

L'associazione più diffusa in Italia è l'*Echinophoro spinosae-Ammophiletun arundinaceae* alla cui costituzione partecipano: il finocchio litorale spinoso, il cardo delle spiagge, l'euforbia marittima (*Euphorbia paralias*) e il giglio delle spiagge (*Pancratium maritimum*). Anche per la vegetazione delle dune mobili, sulle coste sarde si realizza la vicarianza rispetto alla penisola con l'associazione a *Silene corsica* (*Silene corsicae-Ammophiletun arundinaceae*). Nel versante continentale della duna le condizioni di vita cambiano notevolmente in quanto si realizzano microambienti protetti dai venti salsi e quindi con sabbia meno mobile e pertanto più favorevoli per la vita vegetale. È questa la zona dei sistemi di dune semi-fisse, maggiormente stabilizzate, colonizzate da piccoli arbusti, le camefite, tra le quali, nelle aree a bioclina mediterraneo, la più frequente è la crucianella di mare (*Crucianella maritima*) (Habitat 2210 "Dune fisse del litorale del *Crucianellion maritimae*") cui si associano comunemente: il perpetuino profumato (*Helichrysum stoechas*), il perpetuino d'Italia (*H. italicum*) o il ginestrino delle spiagge (*Lotus cytisoides*) e talora il timo arbustivo (*Coridothymus capitatus*). In Sardegna, Sicilia e Calabria compare



Formazioni di gariga e macchie di ginepro coccolone sulle dune di Piscinas (Sardegna)

anche l'efedra distachia (*Ephedra distachya*), mentre solo nella prima si rinvengono la scrofularia delle spiagge

(*Scrophularia ramosissima*) e lo spillone delle spiagge (*Armeria pungens*). Aspetti di vegetazione terofitica fortemente diversificati si insinuano tra quelli della vegetazione psammofila perenne, dando origine ad un eccezionale mosaico. Questa fugace vegetazione costituita da minuscole piante rientra, con quella che colonizza le radure di macchie e garighe, nella classe *Tuberiaretia*, nell'ambito della quale la vegetazione effimera dunale si fa riferire all'ordine *Malcolmietalia* (Habitat 2230 "Dune con prati dei *Malcolmietalia*") che si presenta ricca in specie tra cui oltre a *Malcolmia ramosissima* e *Maresia nana* numerose specie dei generi *Cutandia*, *Matthiola*, *Silene* e *Ononis*. La zona della



Ononide screziata (*Ononis variegata*)

cosiddetta "duna grigia" occupata dalla vegetazione camefitica dell'alleanza *Crucianellion maritimae* e mosaicata con quella terofitica dell'ordine *Malcolmietalia*, è situata nel segmento dunale che più facilmente è alterato dall'attività antropica. Per questo motivo si assiste in Italia, come in tutto il Mediterraneo, alla forte riduzione delle sue caratteristiche floristiche e talvolta alla completa distruzione, conseguenza del rimodellamento meccanico dei sistemi dunali, realizzato a fini turistico-balneari o per l'impianto, del tutto improprio e quanto mai inopportuno, di specie esotiche arbustive e arboree. L'ulteriore consolidamento della duna porta più internamente alla costituzione di

macchie a ginepri proprie delle zone costiere (Habitat 2250* "Dune costiere con *Juniperus* spp."). Tra questi il ginepro coccolone (*Juniperus oxycedrus* ssp. *macrocarpa*), dai grossi galbuli sferici rosso-aranciati detti appunto "coccole", domina la macchia, colonizzando il versante a mare delle dune costiere italiane a bioclima mediterraneo. Sul versante interno delle dune mediterranee tende invece a dominare la macchia il ginepro turbinato (*Juniperus phoenicia* ssp. *turbinata*), un ginepro fenicio con galbuli più grandi ed ovoidali. Questa macchia in Sardegna e Sicilia, nelle stazioni più interne e distanti dal mare, viene sostituita da un tipo più evoluto e raro a quercia spinosa (*Quercus calliprinos*). Nelle coste nord-adriatiche a bioclima temperato, vi è una macchia a ginepro comune (*Juniperus communis*) con olivello spinoso (*Hippophae rhamnoides* ssp. *fluvialis*) dell'associazione endemica *Junipero communis-Hippophaetum fluvialitis* (Habitat 2160* "Dune con

presenza di *Hippophae rhamnoides*"), che si installa sul versante continentale dei cordoni dunali o nelle depressioni interdunali più distanti dal mare, nel litorale compreso tra Venezia e Ravenna. Sulle dune si possono rinvenire inoltre pinete costituite da pini termofili mediterranei (*Pinus halepensis*, *P. pinea* e *P. pinaster*) che occupano il settore più interno e stabile del sistema dunale. Sono formazioni raramente naturali, come alcune relittuali della Sardegna e della Sicilia, mentre più spesso sono completamente artificiali e ciò nonostante vengono considerate dalla Direttiva Habitat meritevoli di conservazione, qualora però siano posizionate nella zona del climax della lecceta (Habitat 2270 "Dune con foreste di *Pinus pinea* e/o *Pinus pinaster*"). Alle pinete da rimboschimento, ovunque presenti lungo le coste basse sabbiose della penisola e delle maggiori isole italiane, non va infatti necessariamente riconosciuto, in termini ecologici e di protezione degli habitat, un effetto positivo



La Pineta Granducale (Toscana) è frutto del rimboschimento a *Pinus pinea* lungo la costa tirrenica

in quanto spesso hanno accelerato i processi erosivi più che rallentarli. La salvaguardia dei rimboschimenti su sabbia dovrebbe pertanto riguardare solamente gli impianti realizzati in base a quanto previsto dalla Direttiva Habitat escludendo quindi dalla tutela tutti quelli effettuati, inopportuno, in posizione più avanzata nella successione dunale con potenzialità per formazioni tipicamente psammofile. Nella gestione delle pinete litoranee ben impiantate è necessario assicurare il giusto equilibrio tra presenza di pini e quella di specie naturali che si legano alle potenzialità del sito.

Gli habitat delle scogliere marittime e delle spiagge ghiaiose. Le coste rocciose sono insiemi di ambienti particolarmente ostili per la vita vegetale che vengono comunque colonizzati sfruttando nicchie ecologiche seppure notevolmente limitate. La parte più prossima al mare, solitamente non è colonizzata da vegetali superiori ma da alghe, in quanto raggiunta di frequente dalle onde, mentre nella zona di battigia immediatamente soprastante, raggiunta dagli spruzzi e costantemente battuta dall'aerosol marino, si impianta la prima vegetazione pioniera, di tipo casmofitico e alo-rupicolo, costituita per lo più dal finocchio di mare (*Crithmum*



Finocchio di mare (*Crithmum maritimum*)

maritimum) e da specie endemiche e microendemiche del genere *Limonium*, la

cui forte diversità è legata a meccanismi di riproduzione asessuata (apomissia) e alla bassa dispersione dei propaguli (Habitat 1240 "Scogliere con vegetazione delle coste mediterranee con *Limonium* spp. endemici"). Se la falesia è elevata o cambia l'esposizione rispetto ai venti marini, sulla stessa si verifica la riduzione, più o meno graduale, del gradiente di salinità a cui si lega la comparsa di una vegetazione intermedia, sempre rupicola ma costituita da piante alofile più o meno facoltative (le alo-tolleranti), che danno origine a tipologie di vegetazione riunite nell'alleanza *Anthyllidion barbae-jovis*, il cui nome deriva dalla barba di Giove (*Anthyllis barba-jovis*), arbusto di oltre un metro dai bellissimi fiori bianchi. Nella parte sommitale della falesia, dove la pendenza della costa si riduce, si riviene la vegetazione di gariga camefitica che si sviluppa su suolo iniziale, con formazioni dominate da entità diverse di perpetuini (*Helichrysum italicum*, *H. italicum* ssp. *microphyllum*, *H. stoechas*, *H. siculum*, *H. rupestre*). Fa parte di queste formazioni anche la vegetazione particolarmente diffusa sui graniti della Sardegna settentrionale ad euforbia delle Baleari (*Euphorbia pithyusa*) (Habitat 5320 "Formazioni basse di euforbie vicino alle scogliere"). Più internamente queste tipologie vegetazionali vengono sostituite da altre, affrancate dall'aerosol marino, che si sviluppano su suolo via via più evoluto e rappresentate da varie tipologie di macchia mediterranea o da garighe secondarie, di sostituzione post-incendio delle stesse. Sulle coste rocciose e in quelle sabbiose, si possono sviluppare specie esotiche tra le quali alcune sono fortemente invasive e dalle stupende fioriture come quelle del fico degli Ottentotti (*Carpobrotus acinaciformis*), specie sud-africana con foglie crassulente, ricche di parenchima acquifero nel quale viene immagazzinata una grossa quantità di acqua.



Corso d'acqua alpino con alveo incassato (Torrente Arzino, Prealpi Carniche, Friuli Venezia Giulia)

Gli habitat d'acqua dolce. In un fiume si individuano numerose fitocenosi che permettono di esaltare l'alto grado di specializzazione ecologica raggiunto dalle piante in questi ambienti. Nella zona della sorgente e dell'alto corso sono presenti pochi vegetali superiori in quanto prevalgono le alghe e i muschi che si attaccano alle pietre e ai grossi massi. L'alveo incassato nella roccia non consente lo sviluppo della vegetazione ripariale per la ridotta presenza di depositi alluvionali mentre salici arbustivi, pionieri, si accrescono tra i massi dei greti ghiaioso-sabbiosi dei torrenti e dei fiumi a regime torrentizio. Sulle Alpi e sugli Appennini centro-settentrionali, questa vegetazione è dominata dai salici arbustivi pionieri, tra i quali il più comune e spesso dominante è *Salix eleagnos* (Habitat 3240 "Fiumi alpini con vegetazione riparia legnosa a *Salix eleagnos*").

Tale fitocenosi si trova sporadicamente a contatto, su substrato limoso-fangoso, con la rara tamerice alpina (*Myricaria germanica*) che dà origine insieme a popolazioni giovanili di *Salix eleagnos* a comunità riferite all'associazione *Salici-Myricarietum germanicae* (Habitat 3230 "Fiumi alpini con vegetazione riparia legnosa a *Myricaria germanica*").

Tra gli arbusti, è inoltre possibile rinvenire, in aree limitate delle stesse zone, l'olivello spinoso che va a caratterizzare l'habitat nelle sue facies più aride. I depositi alluvionali, formati nel tempo a seguito del trasporto del materiale eroso dal fiume, si presentano organizzati in terrazzi degradanti verso l'attuale alveo e costituiti da formazioni ghiaiose, ghiaioso-sabbiose e ghiaioso-argillose con intercalazioni di lenti sabbiose e argilloso-limose.

I boschi ripariali che colonizzano i terrazzi più recenti sono individuabili come fitocenosi potenziali con caratteristiche ecologiche molto diverse alle quali va riconosciuta un'impotenza strategica nella

conservazione della biodiversità che deve prevederne la salvaguardia e la loro ricostituzione nel tempo [Habitat 91E0 "Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)"]. La vegetazione che si sviluppa sul terrazzo attuale, il più prossimo al fiume, con substrato prevalentemente sabbioso o sabbioso-ciottoloso, è dominato dal salice bianco (*Salix alba*). È questo un bosco che riesce



Il salice bianco (*Salix alba*) domina la vegetazione dei terrazzi fluviali attuali

a sopportare a lungo le piene del fiume, però in acque non stagnanti, su suoli idromorfi, pressoché privi di humus, a causa delle successive deposizioni di materiale alluvionale che ne bloccano l'evoluzione pedogenetica. I boschi di salice bianco hanno un evidente carattere pioniero soprattutto per la disseminazione che è di tipo anemocoro e per la forte capacità di rigenerazione vegetativa della specie edificatrice. Tali boschi sono stati attribuiti in gran parte dell'Europa centrale e meridionale all'associazione *Salicetum albae* che comprende anche le analoghe fitocenosi dell'Italia settentrionale. Nell'Italia centrale l'associazione viene vicariata dal *Rubus ulmifolii-Salicetum albae* che si differenzia per la presenza di un buon contingente di specie a distribuzione mediterranea ed euromediterranea mentre nell'Italia meridionale in questi boschi è presente il salice pedicellato

(*Salix pedicellata*), a portamento arbustivo (alto al massimo 8 m), che caratterizza l'associazione *Salicetum albae-pedicellatae* (Habitat 92A0 "Foreste a galleria di *Salix alba* e *Populus alba*"). Ai saliceti, localizzati sui terrazzi leggermente più elevati dei fiumi, fanno seguito le ontanete di ontano nero (*Alnus glutinosa*) diffuse in Italia lungo la catena



Ontano nero (*Alnus glutinosa*)

appenninica con l'associazione *Aro italici-Alnetum glutinosae* la quale è sostituita nell'Appennino meridionale dall'associazione vicariante *Euphorbio-Alnetum glutinosae*.

I pioppeti a pioppo bianco (*Populus alba*), dell'associazione *Populetum albae* occupano i terrazzi più alti rispetto ai saliceti, dove le ondate di piena arrivano più raramente e per brevi periodi e dove la falda freatica non è mai affiorante. Questa comunità, che si localizza solitamente nei tratti medi e inferiori dei fiumi, è stata notevolmente danneggiata dalle attività antropiche ed è oggi pertanto scarsamente presente nell'Italia settentrionale. L'associazione *Salici albae-Populetum nigrae* inquadra invece un consorzio forestale caratterizzato da pioppo nero (*Populus nigra*) e salice bianco che colonizza i terrazzi recenti che attingono dalla falda freatica del corso d'acqua, su substrato calcareo, conosciuto per alcune aree dell'Italia settentrionale. Pioppeti con carattere

pioniero, su substrati misti ad alta componente ciottolosa, a prevalenza di pioppo nero e con pioppo canescente (*Populus canescens*) sono stati rinvenuti nel meridione d'Italia ed attribuiti all'associazione *Roso sempervirentis-Populetum nigrae*. Particolarmente raro è il bosco ripariale a dominanza di platano orientale (*Platanus orientalis*), principalmente distribuito sulle sponde dei fiumi greci e che da noi assume un importante significato biogeografico. Si rinviene lungo i corsi d'acqua perenni che scorrono in valli strette incassate nella Sicilia nord-orientale, nella pre-Sila catanzarese (Calabria orientale) e nel Cilento (Campania) [Habitat 92C0 "Foreste di *Platanus orientalis* e *Liquidambar orientalis* (*Platanion orientalis*)"]. Residuali in alcune aree alluvionali sono inoltre i boschi meso-igrofilici planiziali a frassino meridionale (*Fraxinus oxycarpa* ssp.



Frassino meridionale (*Fraxinus o. angustifolia*)

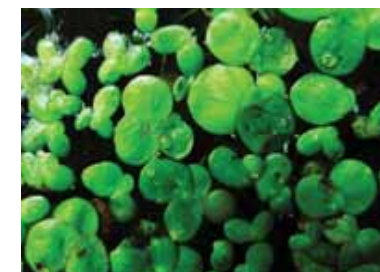
angustifolia) che tendono stagionalmente ad impaludarsi a causa della falda idrica elevata. Di queste rare formazioni sono state descritte alcune associazioni presenti in diverse località della penisola italiana e nel Friuli Venezia Giulia. Il letto dei fiumi nelle zone pianeggianti della Pianura Padana e della parte settentrionale della penisola italiana, quando presentano un substrato limoso-ciottoloso di notevole consistenza, del tipo *braided* (cioè caratterizzato da canali

di magra larghi e poco profondi, separati da isole ghiaiose, configurazione soggetta a nette trasformazioni nei periodi di piena), presentano una vegetazione che è stata riferita all'associazione *Polygono lapathifolii-Xanthietum italici*. Si tratta di un tipo di vegetazione nitrofila, legata al forte carico di inquinanti organici che usualmente interessa i corsi d'acqua, la quale si rende evidente nel periodo estivo-autunnale, corrispondente a quello di massima magra del fiume. Sui substrati fangoso-limosi, inondati per lunghi periodi dell'anno, in autunno compaiono dense formazioni igro-nitrofile, attribuibili per gran parte all'associazione *Bidenti-Polygonetum mitis* mentre lungo le sponde dominano dense popolazioni, parzialmente sommerse, a crescita d'acqua (dell'associazione *Nasturtietum officinalis*) cui segue, in posizione più arretrata, la vegetazione a sedano d'acqua (*Helosciadetum nodiflori*), la quale spesso riesce a colonizzare completamente il letto dei canali e dei piccoli corsi d'acqua, affluenti del fiume principale (Habitat 3270 "Fiumi con argini melmosi con vegetazione del *Chenopodium rubri* p.p. e *Bidention* p.p."). I corsi d'acqua a carattere torrentizio delle regioni meridionali italiane presentano sovente ampi greti ciottolosi denominati in Calabria e Sicilia fiumare, ma presenti, con analoghe forme, anche in altre regioni, come la Sardegna o la Toscana. Nei letti di magra di questi torrenti si sviluppa una vegetazione camefitica che interessa i greti ciottolosi, solo raramente raggiunti da eccezionali piene. Tra le piante colonizzatrici si rinvergono specie del genere *Helichrysum* (*H. italicum*, *H. stoechas*), *Artemisia* (*A. campestris*, *A. variabilis*, *A. alba*) e *Santolina* (*S. insularis*, *S. etrusca*). Le fitocenosi cui danno origine sono state attribuite nelle varie zone fitogeografiche a diverse

associazioni diffuse dalla Pianura Padana alla Sicilia (Habitat 3250 "Fiumi mediterranei a flusso permanente con *Glaucium flavum*").

Nelle anse fluviali che rimangono isolate durante i periodi di magra, così come negli stagni e nelle pozze con acque più o meno profonde, si rinvergono formazioni idrofite natanti e/o sommerse, ma radicanti.

Tra le prime si possono ricordare le paucispecifiche a lenticchie d'acqua delle associazioni *Lemnetum minoris* e



Lenticchia d'acqua (*Lemna minor*)

Lemnetum gibbae. Le idrofite sommerse costituiscono generalmente fitocenosi monospecifiche, talvolta compenstrate tra loro, tra le quali si ricordano quelle a brasca comune e delle lagune (*Potamogeton natans* e *P. pectinatus*) che sono maggiormente legate alle acque stagnanti mentre la brasca nodosa e la palermitana (*P. nodosus* e *P. pusillus*), sono frequenti in quelle moderatamente correnti. Ai margini delle anse fluviali e delle pozze, come lungo le sponde dei canali e dei corsi d'acqua, sono frequenti formazioni di elofite di grande taglia come le lisce (*Thypha latifolia*, *T. angustifolia*, *Schoenoplectus lacustris* e *S. tabernaemontani*) mentre nelle zone più vicine alle rive, soprattutto in prossimità delle foci divengono dominanti le formazioni a cannuccia di palude (*Phragmites australis*).

Gli habitat di torbiera. Le torbiere sono zone umide di eccezionale rilevanza ambientale con vegetazione formata in prevalenza da sfagni e muschi e in cui si accumulano nel tempo notevoli quantità di torba, sostanza organica morta legata all'attività vitale della torbiera, che è definita attiva quando il processo di produzione della torba è in atto mentre è morta quando tale processo è terminato. Le torbiere sono tradizionalmente suddivise in alte, basse e di transizione. Nelle torbiere alte gli sfagni costituiscono la massa della vegetazione. Queste briofite hanno la capacità di modificare profondamente il substrato in cui vivono in quanto si accrescono nella parte apicale mentre in quella basale, più vecchia, la pianta muore progressivamente, decomponendosi con difficoltà per l'ambiente anaerobico. In tal modo si origina la torba che accumulandosi progressivamente nel tempo trasporta sempre più in alto lo strato vitale degli sfagni che supera così

il livello del piano idrografico del bacino. In queste condizioni la sopravvivenza della parte attiva degli sfagni si mantiene per la presenza dell'acqua meteorica, non potendo assorbire in maniera significativa quella della falda. Le torbiere basse o piane sono per contro alimentate da acque di risorgiva e la vegetazione è prevalentemente formata da piante superiori quali ciperacee e graminacee. Le torbiere di transizione presentano invece caratteristiche intermedie tra i due tipi in quanto formate da uno strato di sfagni e da altre specie delle torbiere alte insieme a piante superiori. L'Habitat 7110* "Torbiera alte attive" si riferisce quindi alle torbiere ricche di sfagni per lo più rappresentati da: *Sphagnum magellanicum*, *S. imbricatum* e *S. fuscum* ai quali si associano specie diverse di carici come *Carex nigra* (= *C. fusca*), *C. limosa*, *C. echinata*, *C. pauciflora*. Numerose sono anche le cosiddette piante carnivore del genere

Drosera (*D. anglica*, *D. intermedia*, *D. x obovata*) e del genere *Utricularia* (*U. intermedia*, *U. minor*, *U. ochroleuca*). La vegetazione delle torbiere alte dell'ordine *Sphagnetalia medii* costituisce mosaici con quelle di transizione, dell'ordine *Scheuchzerietalia palustris* (Habitat 7140 "Torbiera di transizione e instabili") e con le torbiere basse dell'ordine *Caricetalia fuscae* [Habitat 7130 "Torbiera di copertura" (* solo se attive)]. Nell'insieme delle torbiere a sfagni si rinvengono frequentemente aree di degradazione dovute sia all'attività antropica che a condizioni naturali. In queste aree degradate si insinua una vegetazione pioniera che dà origine a praterie di ciperacee tra le quali le più comuni sono quelle del genere *Rhynchospora* (*R. alba* e *R. fusca*) e a cui partecipano altre specie come quelle già ricordate del genere *Drosera* (Habitat 7150 "Depressioni su substrati torbosi dell'alleanza *Rhynchosporion*"). La maggior parte delle torbiere a sfagni italiane sono distribuite sulle Alpi e in misura assai ridotta sull'Appennino settentrionale. In Italia centro meridionale e nelle isole le torbiere a sfagni sono rarissime e spesso rappresentate da popolamenti di sfagni molto impoveriti, come le stazioni di sfagni del Monte Limbara in Sardegna o delle Madonie in Sicilia. Le principali minacce che si attuano contro le torbiere riguardano la variazione del loro bilancio idrico, sia attraverso le opere di bonifica che di escavazione per l'estrazione della torba e, talora, per la costituzione di piccoli laghi. Assai spesso purtroppo questi ultimi vengono realizzati in aree protette, in applicazione di una non chiara interpretazione del concetto di salvaguardia ambientale, al fine di favorire la presenza di popolamenti di anatidi assai spesso costituiti da specie ampiamente distribuite nel mondo.

Praterie naturali e semi-naturali, ghiaioni e pareti rocciose. Nelle aree più elevate delle montagne le piante riducono progressivamente la loro taglia e gli alberi non riescono a salirvi per il rigore del clima, inadatto per produrre una rilevante biomassa come quella arborea in quanto la stagione ottimale per la fotosintesi si accorcia considerevolmente. Si passa così dalla vegetazione forestale a quella degli arbusti contorti di buona parte del piano subalpino a quella delle praterie primarie del piano alpino. Più in alto la vegetazione diviene assolutamente sporadica per poi scomparire completamente nel deserto nivale. È questo il regno delle crittogame, ovvero delle piante a minore organizzazione strutturale, dove si incontrano le più straordinarie forme di vita, quella associativa dei licheni, organismi simbiotici che riescono a produrre sostanza organica anche a temperature estremamente basse, di decine di gradi sotto lo zero. In realtà anche in queste zone, costituite da pietraie e rocce che si alternano ad aree in cui il ghiaccio si mantiene per tutto l'anno, in condizioni sicuramente al limite per la vita, resistono alcune cormofite particolarmente adattate. Tra queste il ranuncolo glaciale (*Ranunculus glacialis*), la specie che in



Ranuncolo glaciale (*Ranunculus glacialis*)

Europa raggiunge le quote più elevate, si rinviene sulle Alpi anche italiane dove



Torbiera (Valle Aurina, Trentino-Alto Adige)

sale ben oltre i 4000 m (4200 m sul Cervino) ed è presente sulle maggiori cime della catena, in ambienti in cui si considera che la stagione adeguata per il suo sviluppo vegetativo si riduca ad appena tre mesi. Periodo brevissimo nel quale tra l'altro il tempo non si mantiene costante, variando considerevolmente e interrompendo più volte le condizioni favorevoli. Per superare queste difficoltà le piante adattate a tali ambienti hanno una maggiore efficienza fotosintetica e si collocano nelle situazioni morfologiche che possono creare le condizioni microclimatiche più calde. Oltre al ranuncolo glaciale, sulle Alpi si possono rinvenire altre specie quali il millefoglio del calcare (*Achillea atrata*) o il millefoglio nano (*A. nana*), l'androsace alpina (*Androsace alpina*), endemica alpica, o l'androsace di Vandelli (*A. vandellii*) sostituita, nel piano nivale del Gran Sasso e della Majella, dall'androsace degli Abruzzi (*A. mathildae*). Un'altra endemica centro appenninica, la piverina

di Thomas (*Cerastium thomasi*) insieme alla draba di Bertoloni (*Draba aspera*) e all'arabetta alpina (*Arabis alpina* ssp. *alpina*), colonizza la vetta più elevata dell'Appennino - il Corno Grande (2912 m) nel massiccio del Gran Sasso d'Italia - costituendo l'associazione *Arabico alpinae-Cerastietum thomasi*. La vegetazione del piano alpino è anch'essa fortemente condizionata dalle situazioni climatiche avverse che la costringono a localizzarsi principalmente nelle depressioni geomorfologiche, le cosiddette vallette nivali, dove trova anche le migliori condizioni edafiche. La permanenza più prolungata della neve in queste zone concave favorisce la sopravvivenza delle piante in quanto le protegge dai forti abbassamenti termici, fungendo in parte da isolante termico; inoltre la sua lenta fusione determina condizioni diverse in relazione ai gradienti dei principali fattori ecologici. In questi ambiti si rinvencono gli straordinari salici nani come il salice erbaceo (*Salix*



Ghiaione in parte stabilizzato dalla vegetazione (Val Venosta, Trentino-Alto Adige)

herbacea) piccolo arbusto con fusti striscianti e in parte sotterranei, elemento artico-alpino, in Italia presente sulle Alpi e nell'Appennino centrale (dai Monti della Laga, al Gran Sasso, alla Majella). Sulle Alpi la vegetazione cui dà origine è stata indicata come *Salicetum herbaceae*, vicariata al Gran Sasso d'Italia dall'*Armerio majellensis-Salicetum herbaceae*, della quale sono differenziali: *Armeria majellensis*, *Carex kitaibeliana* e *Gnaphalium hoppeanum* ssp. *majellensis*. All'associazione *Carici kitaibelianae-Salicetum retusae* è stata invece attribuita, sempre al Gran Sasso, la vegetazione a salice retuso (*Salix retusa*), un altro salice con rami in parte prostrati, formanti un denso tappeto sulle aree più umide dei versanti. La Direttiva Habitat non prevede uno specifico habitat per tali formazioni che possono essere incluse nell'Habitat 6170 "Formazioni erbose calcicole alpine e subalpine". Sulle pareti rocciose più o meno verticali vive una notevole quantità di piante adattate alle diverse microcondizioni; si tratta principalmente di casmofite, che sviluppano il loro apparato radicale nelle fessure delle rocce. Sono invece definite comofite se colonizzano la roccia nuda, ma necessitano di una minima quantità di terra che può trovarsi depositata sulle microemergenze delle rocce (esocomofite) o nelle fessure più o meno ampie delle stesse (casmocomofite). Infine le vere litofite sono solo le piante che vivono sulla nuda roccia, quali alghe, muschi e licheni. La parte più vistosa ed attraente della vegetazione delle rupi di alta montagna è legata all'ordine *Potentilletalia caulescentis* che riunisce le comunità casmofitiche delle fessure delle pareti calcaree o molto ricche in basi, nelle regioni a macrobioclima temperato e mediterraneo. Di tale ordine sulle Alpi sono diffuse le comunità che vengono riunite nell'alleanza *Potentillion*

caulescentis, in cui si rinvencono specie tra le più belle e significative degli endemiti alpici mentre le comunità che colonizzano le pareti rocciose delle Alpi Marittime e delle Alpi Apuane vengono riferite dell'alleanza *Saxifragion lingulatae*. Lungo il resto della catena appenninica calcarea, sino alla Sicilia, si sviluppano le comunità dell'alleanza *Saxifragion australis*, vicariante il *Potentillion caulescentis* delle Alpi. La comunità delle pareti calcifughe afferiscono all'ordine *Androsacetalia vandellii* che colonizzano le rocce non carbonatiche con le alleanze *Androsacion vandellii* delle rocce



Androsace di Vandelli (*Androsace vandellii*)

silicatiche delle Alpi e *Asplenion serpentini* delle pareti serpentinicole. In ambito mediterraneo l'ordine *Asplenetalia glandulosi* comprende le comunità di vegetazione casmofitica delle rupi calcaree afferenti all'alleanza *Asplenion glandulosi* a distribuzione mediterranea, diffusa nella parte nord-occidentale della regione mediterranea e presente in Italia solo nelle aree sommitali della Sardegna. In quest'isola sono inoltre importanti le comunità del *Centaureo filiformi-Micromerion cordatae* delle montagne calcaree del settore centrale mentre le numerose associazioni rilevate nella parte meridionale della penisola italiana, lungo le coste tirreniche e i versanti ionici della Calabria oltre che

in Sicilia, appartengono all'alleanza calcicola *Dianthion rupicolae*. All'ordine *Centaureo-Campanuletales* e all'alleanza *Centaureo kartschianae-Campanulion pyramidalis* vanno per contro riferite le comunità a distribuzione anfiadriatica presenti in Italia nella regione carsica. Per quelle garganiche è stata invece riconosciuta l'alleanza endemica *Asperulion garganicae*. La vegetazione delle rupi calcaree viene riferita all'Habitat 8210 "Pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica" mentre quella delle rocce silicee viene inclusa nell'Habitat 8220 "Pareti rocciose silicee con vegetazione casmofitica". Le conoidi di deiezione, alla base delle pareti rocciose, vengono anch'esse colonizzate da piante specializzate che, a tappe successive, riescono a fermare i clasti e a renderli via via più stabili. Sui ghiaioni calcarei la vegetazione trova maggiori difficoltà ad attecchire in quelli con grosse pezzature. Anche in questo caso si rinvergono piante ben adattate tra le quali l'erba storna rotundifolia (*Thlaspi rotundifolium*) che da il nome



Erba storna rotundifolia (*Thlaspi rotundifolium*)

alla classe *Thlaspietea rotundifolii* alla quale afferiscono le comunità dei ghiaioni calcarei sia delle Alpi sia degli Appennini. Nelle montagne silicatiche i ghiaioni sono molto più stabili, ma anch'essi interessati dalla presenza di una flora specializzata [Habitat 8120

"Ghiaioni calcarei e scistocalcarei montani e alpini (*Thlaspietea rotundifolii*)"]. Pianta stolonifera, per lo più graminacee e ciperacee, riescono a determinare la definitiva stabilità delle conoidi calcaree e dolomitiche, dando origine a prati a sesleria calcarea (*Sesleria caerulea*) e a carice sempreverde (*Carex sempervirens*) le quali nelle prime fasi di colonizzazione formano zolle erbose che poi si chiudono in pascoli densi e ricchi di specie ricoprenti le zone più assolate e calde, dal piano orotemperato al criorotemperato, con l'associazione *Seslerio-Semperviretum*. È una delle più importanti formazioni pascolive primarie delle Alpi che si presenta in aspetti diversi in rapporto alle fasi di sviluppo e nel quale si rinvergono la pulsatilla delle Alpi (*Pulsatilla alpina*), l'anemone narcissino (*Anemone narcissiflora*), la biscutella montanina (*Biscutella laevigata*) oltre ad altre numerose e tipiche specie delle praterie alpine tra le quali va ricordata la stessa stella alpina (*Leontopodium alpinum*), il simbolo della flora delle Alpi.



Stella alpina (*Leontopodium alpinum*)

Alle quote maggiori e sulle vette si sviluppano i firmeti del *Caricetum firmae*, vegetazione pioniera, resistente al freddo e al gelo, dal caratteristico aspetto di prato a pulvini che si incontra tra 2000 e 3000 m di altitudine. Nell'affermazione di questo pascolo giocano un ruolo

fondamentale le specie pioniere come la sassifraga verde azzurra (*Saxifraga caesia*) che insieme alla carice rigida (*Carex firma*) costituiscono la base di queste formazioni a cuscino, a cui si associano i vigorosi salici nani (*Salix retusa* e *S. reticulata*) che collegano tra loro le zolle stabilizzandole. Un ruolo particolare giocano inoltre nell'affermazione del firmeto i popolamenti più o meno stabili di camedrio alpino (*Dryas octopetala*) che



Camedrio alpino (*Dryas octopetala*)

colonizzano le radure dando origine ad una prima formazione che evolve ulteriormente con l'ingressione di cappellini delle Alpi (*Agrostis alpina*). Sulle zone pianeggianti, con suolo più profondo, si sviluppano le formazioni continue della ciperacea elina (*Kobresia myosuroides*=*Elyna myosuroides* =*E. bellardii*), pianta di origine asiatica che durante le glaciazioni si è diffusa, insieme ad un gruppo di specie simili, nell'Antartide e nelle montagne europee. L'elina dà origine agli elineti, praterie steppiche, dal colore bruneggiante che ricoprono terreni ben evoluti, nelle posizioni morfologiche pianeggianti o comunque meno acclivi rispetto a quelle in cui si sviluppano i seslerieti e i curvuleti. Nell'Appennino centrale gli elineti del piano criorotemperato sono stati riferiti all'associazione *Leontopodium nivalis-Elynetum myosuroidis* in cui

sono presenti oltre alla stella alpina dell'Appennino (*Leontopodium nivale*), specie subendemica dell'Appennino centrale e del Montenegro, anche la silene a cuscinetto (*Silene acaulis* ssp. *bryoides*), la cespica dell'Epiro (*Erigeron epiroticus*) e la genziana delle nevi (*Gentiana nivalis*).

Nelle montagne silicatiche le praterie primarie sono per lo più nardeti, pascoli magri, acidofili, a nardo (*Nardus stricta*), graminacea cespitosa con spighe unilaterali molto caratteristiche, di colore violaceo scuro. Floristicamente queste praterie sono più povere delle precedenti e meno importanti in termini pastorali poichè il nardo non è appetito dal bestiame bovino.

Sulle Alpi, alle quote indicate, si rinvergono principalmente due tipi di nardeto: il *Curvulo-Nardetum* tra 2200 e 2500 m di quota che costituisce un aspetto di transizione con il *Curvuletum* nel quale si evidenzia la commistione di specie di questa associazione con quelle dell'*Aveno-Nardetum* delle quote inferiori (1800-2000 m), il più ricco di specie, tra le quali prevalgono le artico-alpine. Scendendo si incontrano i nardeti prevalentemente secondari in connessione con le praterie da sfalcio delle zone subpianeggianti. L'associazione più diffusa sulle Alpi e nell'Appennino settentrionale è il *Geo montani-Nardetum strictae* che inquadra una prateria continua di stazioni pianeggianti o debolmente acclivi derivante dalla distruzione della faggeta e per successivo pascolamento. Tali nardeti vengono riferiti all'alleanza *Nardion strictae* che, nell'Appennino centrale, viene vicariata dal *Ranunculo pollinensis-Nardion strictae* differenziata da un buon contingente di entità endemiche tra cui il ranuncolo del Pollino (*Ranunculus pollinensis*) e l'erba lucciola italiana (*Luzula italica*=*L. spicata* ssp. *italica*).

Questi nardeti sono frequenti e talora anche estesi in condizioni geolitologiche adatte come sui Monti della Laga mentre sui rilievi calcarei dell'Appennino centrale la loro distribuzione si lega a particolari condizioni geomorfologiche come il fondo di doline, zone pianeggianti con suolo profondo e lisciviato e pertanto con pH acido (Habitat 6230* "Formazioni erbose a *Nardus*, ricche di specie, su substrato siliceo delle zone montane (e delle zone submontane dell'Europa continentale)". Le praterie secondarie più diffuse in Italia appartengono alla classe *Festuco-Brometea* che raggruppa la vegetazione prevalentemente emicriptofitica e mesoxerofitica, dei substrati ricchi in basi con suoli generalmente profondi, rinvenibili nella regione eurosiberiana e in quella mediterranea, però nelle stazioni umide-subumide o comunque con suoli profondi e quindi con maggiore capacità di ritenzione idrica. La classe presenta tre distinti ordini: *Festucetalia vallesiacae*, *Scorzonero-*

Chrysopogonetalia e *Brometalia erecti*. Le praterie dell'ordine *Festucetalia vallesiacae* sono steppiche, spesso arricchite in camefite e specie arbustive, sviluppate su suoli molto superficiali con humus sottile, spesso in corrispondenza di stazioni ventose ed esposte, delle vallate alpine a clima continentale (Habitat 6240* "Formazioni erbose steppiche sub-pannoniche"). Quelle dell'ordine *Scorzonero-Chrysopogonetalia* sono formazioni xeriche, presenti in Italia nel settore nord-orientale del Friuli e lungo il bordo meridionale delle Alpi, fino al Lago di Garda (*Scorzonerion villosae* e *Saturejion subspicatae*) e nel settore sud-orientale della penisola, nel Gargano e alta Murgia (*Hippocrepido glaucae-Stipion austroitalicae*). Le comunità più mesofile delle praterie dell'ordine *Brometalia erecti* rientrano nell'alleanza *Bromion erecti* con i pascoli meso-eutrofici di graminacee che si sviluppano su suoli profondi non idromorfi, del piano bioclimatico



Area soggetta a pascolo

mesotemperato e supratemperato delle Alpi e degli Appennini, in quest'ultima catena presente nella suballeanza *Polygalo mediterraneae-Bromenion erecti*, con optimum nell'Italia centrale. La vegetazione a maggiore biodiversità è però quella costituita da praterie da xerofile a semimesofile che afferiscono all'alleanza *Phleo ambigu-Bromion erecti* endemica dell'Appennino calcareo e delle Madonie. Di questa si riconoscono tre suballeanze: *Phleo ambigu-Bromenion erecti*, la tipica, ampiamente diffusa nei piani bioclimatici mesotemperato e meso-submediterraneo dell'Appennino centrale, *Brachypodenion genuensis*, delle praterie presenti nel piano bioclimatico supratemperato con penetrazioni in quello orotemperato dell'Appennino centro-settentrionale e *Sideridenion italicae* di quelle diffuse nei piani bioclimatici supramediterraneo e submediterraneo dell'Appennino centro-meridionale.

La Direttiva Habitat vuole salvaguardare anche la biodiversità indotta dall'opera millenaria dell'uomo che, mediante le tradizionali gestioni agro-silvo-pastorali, ha generato una straordinaria varietà di ambienti con la conseguente forte espansione della nicchia ecologica di molte specie. Ne sono l'esempio i popolamenti di orchidacee che hanno trovato nelle praterie secondarie la possibilità di diffondersi in modo straordinario in quanto possiamo presumere che in condizioni naturali le stesse avrebbero trovato il loro habitat solo sulle cenge erbacee naturali delle zone rupestri. È necessario pertanto trovare forme di compatibile coesistenza dell'uomo con il proprio ambiente. Nella fattispecie la cessazione dell'utilizzo su vaste aree delle praterie secondarie, ha determinato l'avvio di spontanei processi di recupero della vegetazione che porterà, attraverso la

costituzione di arbusteti e di formazioni preforestali, al ritorno del bosco. Si perderà così un patrimonio di biodiversità determinata dall'uomo che la stessa Direttiva intende salvaguardare con l'Habitat 6210 "Praterie semi-naturali aride e facies arbustive su substrati calcarei (*Festuco-Brometea*)" (*siti



Orchidea screziata (*Orchis tridentata*), presente nelle praterie aride

importanti di orchidee)". L'asterisco indicante la priorità dell'habitat è posto in riferimento alle orchidee in quanto rientrano in questa categoria solo quei siti che ospitano un ricco corteggio di tali specie o anche una sola popolazione di queste, considerata però importante a livello comunitario. La sopravvivenza di queste belle piante è infatti dovuta all'elevato grado di specializzazione da loro raggiunto che si basa sulla simbiosi con funghi micorrizici e l'intensa collaborazione con insetti pronubi. Tale insieme di condizioni biologiche crea estrema precarietà per cui le popolazioni di orchidacee tendono a rarefarsi e a scomparire. La conservazione delle stesse richiede un'accurata gestione del territorio che prevede interventi volti a contrastare i processi di naturale recupero della vegetazione arbustiva e arborea sulle praterie non più utilizzate, usando le tecniche delle tradizionali pratiche agro-pastorali, riguardanti principalmente il pascolamento e/o la fienagione.



Il Bosco della Zelata nel Parco del Ticino (Lombardia)

Foreste, boschi e macchie. La foresta vergine che ancora in epoca romana ricopriva vaste porzioni del territorio italico è stata variamente trasformata nel corso dei secoli e ha subito profonde riduzioni anche in rapporto alle vicende demografiche e alle condizioni socio-economiche. Volendo far riferimento solo al periodo post-unitario, legato al reale sviluppo industriale italiano, si vede come nell'Italia settentrionale siano state abbattute elevatissime superfici boschive per ottenere terre coltivabili. Scompaiono così le ultime grandi foreste planiziarie della Pianura Padana e gran parte di quelle collinari.

Nel Mezzogiorno le aree di latifondo improduttivo sono state espropriate e vendute a privati. In pochi anni un'area corrispondente ad un terzo della superficie globale del paese è stata adibita ad usi produttivi, di tipo agricolo. Lo sviluppo della linea ferrata determina un'ingente richiesta di legname per le traversine con conseguente forte riduzione delle fustaie, soprattutto di querce. Conseguenza di questi interventi è il degrado del territorio con un dissesto idrogeologico tra i più forti mai registrati. Si ritiene così necessario agli inizi del '900 avviare campagne di rimboschimento e promulgare leggi per la tutela del patrimonio forestale. È del 1923 la legge forestale (n. 2367) volta alla protezione del patrimonio idrogeologico, capace di determinare una svolta fondamentale nella gestione del bosco e di imporre una serie di limitazioni e controlli che risulteranno estremamente utili. Il maggior recupero del bosco avverrà però a partire dagli anni '50 del secolo scorso, quando vaste superfici del nostro territorio montano saranno abbandonate. In queste condizioni si registra una vera e propria esplosione del verde, in quanto il bosco recupera autonomamente raggiungendo dimensioni via via sempre più rilevanti.

Cresce nel frattempo anche nella popolazione la sensibilità per le problematiche connesse con la conservazione dell'ambiente e si riduce la speculazione sulle aree naturali mentre l'esodo dalla montagna verso la costa determina un incremento insopportabile dell'urbanizzazione in queste zone. La situazione attuale del nostro Paese evidenzia comunque una consistente copertura forestale, di ben 8675 ha, corrispondente al 28,8% del territorio nazionale, costituita da 6436 ha di boschi (2577 ha di foresta montana e 858 ha di bosco comune) e 2240 ha di arbusti, boscaglia e macchia mediterranea.



Leccio (*Quercus ilex*)

Se tale copertura forestale viene però rapportata alla popolazione, ne risulta una media per abitante inferiore ai 2000 m², da considerare insufficiente, soprattutto nelle regioni meridionali in cui tale valore scende sensibilmente. Si ritiene quindi assolutamente necessario permettere l'espansione del bosco e nel contempo migliorare la gestione forestale, rendendola attenta e capace di esaltarne, oltre alle funzioni economiche, anche quelle di difesa ambientale e di conservazione dell'alto valore di biodiversità che potenzialmente esprime. In poche parole è necessario realizzare scelte selvicolturali che facciano riferimento alle concezioni della "selvicoltura sistemica" in base alla quale

la gestione forestale vuole assicurare, prioritariamente, la perpetuità del bosco e garantirne la funzionalità biologica e quindi la sua biodiversità.

La vegetazione boschiva nel bioclima mediterraneo italiano è rappresentata dalle formazioni arbustive e arboree della classe *Quercetea ilicis* che interessano sia le zone calde ed aride del piano termomediterraneo, sia le più fresche ed umide del meso-mediterraneo. Nel primo prevalgono le formazioni sclerofilliche di macchia, anche primaria, dell'ordine *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* con le alleanze: *Oleo-Ceratonion*, della vegetazione che occupa i terreni più o meno evoluti e *Juniperion turbinatae*, per quella che si impianta sui terreni sabbiosi. Solo nelle isole siciliane, del canale di Sicilia, si rinviene l'alleanza a prevalente distribuzione nord-africana del *Periplocion angustifoliae*. L'alleanza *Oleo-Ceratonion*, comprende boscaglie e macchie termoxerofile, costituite da specie termomediterranee in cui compaiono l'olivo selvatico o olivastro (*Olea europaea* var. *sylvestris*), il carrubo (*Ceratonia siliqua*) anche il lentisco (*Pistacia lentiscus*), la palma nana (*Chamaerops humilis*),



Palma nana (*Chamaerops humilis*)

l'alaterno (*Rhamnus alaternus*), il the siciliano (*Prasium majus*), l'asparago bianco (*Asparagus albus*) e l'euforbia arborea (*Euphorbia dendroides*). Alle caratteristiche dell'alleanza *Juniperion*

turbinatae si è già fatto cenno mentre l'alleanza *Periplocion angustifoliae* è differenziata da specie rare in Italia quali la periploca minore (*Periploca laevigata* ssp. *angustifolia*) rinvenuta solo nelle isole del Canale di Sicilia e l'efedra fragile



Efedra fragile (*Ephedra fragilis*)

(*Ephedra fragilis*) (Habitat 9320 "Foreste di *Olea* e *Ceratonia*").

Le leccete, ampiamente distribuite sulla penisola e sulle maggiori isole, occupano i terreni delle province biogeografiche Italo-Tirrenica, Appennino-Balcanica e Adriatica svolgendo un ruolo di cerniera tra l'area tirrenica a occidente e quella adriatica a oriente. La loro composizione floristica evidenzia tali condizioni biogeografiche in quanto si presentano ricche di specie a prevalente distribuzione orientale, con qualche infiltrazione di tipo occidentale, soprattutto delimitata all'arco ligure e alla Sardegna. In base alle più recenti revisioni sintassonomiche, le leccete italiane vengono riferite all'alleanza del *Fraxino orni-Quercion ilicis* della quale vengono riconosciute due suballeanze: *Fraxino orni-Quercenion ilicis*, dei territori peninsulari e siciliani, e *Clematido cirrhosae-Quercenion ilicis*, a distribuzione sardo-corsa (Habitat 9340 "Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia*"). I boschi attribuiti a questa alleanza contengono una consistente varietà di arbusti sempreverdi quali le filliree (*Phillyrea media*, *P. latifolia*, *P.*

angustifolia), il laurotino (*Viburnum tinus*), il terebinto (*Pistacia terebinthus*), il mirto (*Myrtus communis*). Diffuse sono pure le liane come lo stracciabraghe (*Smilax aspera*), la robbia (*Rubia peregrina* var. *longifolia*), le clematidi (*Clematis flammula* e *C. cirrhosa*). Oltre a queste specie che tipicamente si rinvencono ovunque lungo le coste del Mediterraneo, nelle leccete dell'alleanza italo-illirica è costantemente presente l'orniello (*Fraxinus ornus*) ed è frequente l'alloro (*Laurus nobilis*).



Alloro (*Laurus nobilis*)

L'ingressione di altre essenze arboree è inoltre indicativa della maggiore mesofilia di alcune associazioni, tra queste sono particolarmente significative: il carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e l'acero di Ungheria (*Acer obtusatum*) oltre alle querce semidecidue submediterranee o mediterranee come la quercia di Virgilio (*Quercus virgiliana*) e quella di Dalechamp (*Q. dalechampii*). Nel sottobosco sono inoltre generalmente presenti il ciclamino primaverile (*Cyclamen repandum*) prevalente nei territori tirrenici mentre il ciclamino napoletano (*C. hederifolium*) è diffuso nel settore orientale della penisola e in Sicilia. In Sicilia si rinvencono associazioni termofile, calcicole, differenziate da un elevato numero di specie dell'ordine *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*, tra cui: la palma nana, l'olivastro, l'euforbia arborea e il camedrio femmina (*Teucrium fruticans*). Le leccete

sarde presentano un buon contingente di specie differenziali come il gigaro sardo-corso (*Arum pictum* ssp. *pictum*), l'ellevoro corsico (*Helleborus lividus* ssp. *corsicus*), la digitale rossa (*Digitalis purpurea* var. *gyspergerae*) e la peonia di Moris (*Paeonia morisii*).

I boschi di caducifoglie, mesofili e xerofili, delle zone a macrobioclima temperato sono riferiti alla classe *Quercio-Fagetea* e sono distribuiti nei piani bioclimatici mesotemperato e supratemperato con penetrazione nelle zone a macrobioclima mediterraneo. Tali boschi sono stati oggetto negli ultimi anni di notevoli ed approfonditi studi, soprattutto nelle aree peninsulari ed insulari e con particolare interesse per la vasta gamma dei boschi che rientrano nell'ordine *Quercetalia pubescentis*. Sono fitocenosi forestali miste di latifoglie termofile di elevata biodiversità che evidenziano uno stretto legame floristico con analoghe formazioni forestali presenti nella penisola balcanica. Tali forti analogie hanno portato a riconoscere per gran parte del nostro territorio peninsulare, ad eccezione di quello più meridionale, l'alleanza balcanica del *Carpinion orientalis*, così chiamata per la presenza della carpinella (*Carpinus orientalis*). I querceti dominati dalle specie del gruppo *Quercus pubescens* s.l. hanno una consistente diffusione in Italia, tra questi quelli submediterranei con la quercia di Virgilio, talora commisti a *Q. pubescens* s.str. e alla quercia di Dalechamp sono stati recentemente individuati anche in alcune regioni centro-meridionali della penisola, dalla Toscana al Molise, nel cui contesto paesaggistico si inseriscono come formazioni edafo-xerofile. Nelle regioni centrali, dove l'Appennino si presenta scisso in dorsali calcaree, le zone più interne sub-continentali sono interessate anch'esse dalla presenza di querceti di roverella, però con una flora



Faggeta (Forca d'Acero, Abruzzo)

diversa che ne ha permesso il riferimento ad associazioni autonome. Solo recentemente la Direttiva Habitat ha preso in considerazione i querceti del gruppo della roverella, in seguito all'ingresso nell'Unione Europea di Romania e Bulgaria, proponendoli, giustamente, come habitat prioritari (Habitat 91AA* "Boschi orientali di quercia bianca").

I querceti mediterranei e submediterranei sono infatti fortemente degradati dal pascolo e dal prelievo eccessivo di legname e quindi necessitano di una oculata gestione, al fine di poter recuperare le loro caratteristiche forestali. Anche i boschi decidui a dominanza di cerro (*Quercus cerris*) e talvolta con farnetto (*Quercus frainetto*), come quelli di roverella, si rinvergono su vaste superfici delle penisole balcanica e italiana (Habitat 9280 "Boschi di *Quercus frainetto*"). Questi in Italia vengono riferiti all'alleanza endemica dell'Appennino centro-meridionale *Teucrio siculi-Quercion cerridis* che racchiude diverse associazioni diffuse nell'area collinare, appenninica e subcostiera, su substrati arenacei e marnoso-arenacei e talora anche trachitici. Caratteristiche ecologiche simili alle cerrete sono anche quelle dei boschi a prevalenza di farnetto nel cui contesto il cerro è normalmente presente. Il farnetto, rinvenibile in diverse località dell'Italia centro-meridionale a prevalente gravitazione tirrenica, dalla Toscana alla Calabria, è presente con diverse associazioni forestali. Completano il quadro dei boschi di latifoglie collinari e montani quelli riuniti nell'alleanza *Pino calabricae-Quercion congestae* dell'estrema propaggine meridionale della penisola italiana, di Sicilia e Sardegna. In Puglia, considerata la regione delle querce per la ricchezza di specie di questo genere, se ne rinvergono due con areale prevalentemente orientale;

si tratta del fragno (*Quercus trojana*) e della vallonea (*Quercus macrolepis*).

Quercia vallonea (*Quercus macrolepis*)

Q. ithaburensis ssp. *macrolepis*). La prima è strettamente legata ai territori delle Murge che comprendono la Puglia centro-occidentale e la parte meridionale della Basilicata con la Murgia materana (Habitat 9250 "Querceti a *Quercus trojana*"). La vallonea in Italia costituisce invece un piccolo nucleo boschivo, monospecifico, purtroppo molto alterato, in località Tricase, nella penisola salentina (Puglia), mentre in altre stazioni della stessa zona entra sporadicamente nella composizione della lecceta (Habitat 9350 "Foreste di *Quercus macrolepis*"). Sulle Alpi orientali, dal Friuli Venezia Giulia al settore orientale della Lombardia, si rinvergono faggete che sono state riferite all'alleanza illirico-appenninica dell'*Aremonio-Fagion* distinguendole in diverse suballeanze [Habitat 91K0 "Foreste illiriche di *Fagus sylvatica* (*Aremonio-Fagion*)"]. Queste, nel settore appenninico centro-settentrionale, sono inquadrare nella suballeanza *Cardamino kitaibelii-Fagenion sylvaticae* che raggiunge i rilievi calcarei dell'Appennino abruzzese. Le faggete appenniniche ai fini della Direttiva Habitat sono considerate importanti in quanto presentano agrifoglio

(*Ilex aquifolium*) e tasso (*Taxus baccata*). Le faggete dell'Italia meridionale sono state attribuite all'alleanza endemica *Geranio versicoloris-Fagion* della quale si riconoscono due suballeanze che vanno a distinguere i contesti bioclimatici del piano mesotemperato inferiore e superiore. Al primo si lega la suballeanza *Doronicio orientalis-Fagenion*, che inquadra anche le faggete della Foresta Umbra, eccezionale area forestata del Gargano. Nell'altra la suballeanza *Lamio flexuosi-Fagenion* in cui si collocano le faggete microterme dell'Appennino meridionale della Calabria e dei rilievi molisani (Habitat, 9210* "Faggeti degli Appennini con *Taxus* e *Ilex*"). Un habitat di particolare interesse per l'Appennino è il 9220* ("Faggeti degli Appennini con *Abies alba* e faggete con *Abies nebrodensis*") nonostante sia stato definito in forma eterogenea in quanto unisce popolamenti relittuali di abete dei Nebrodi con formazioni miste di faggio e abete bianco, molto più estese e ben

strutturate, che interessano vaste superfici dell'Appennino. Quest'ultimo aspetto dell'habitat lo possiamo riconoscere, seppure con presenza frammentata, nell'Appennino toso-emiliano, sull'Aspromonte, in aree a macrobioclima temperato con termotipo supratemperato, o più raramente mesotemperato. In questi boschi si rinviene, almeno nella parte meridionale dell'Appennino, una sottopecie endemica di abete bianco (*Abies alba* ssp. *apennina*). Ricco è inoltre il contingente di specie orofile, da considerarsi, per lo più, come relitto di una flora terziaria che, dopo le glaciazioni, è rimasta accantonata su queste montagne mediterranee. Notevole interesse hanno inoltre nell'Appennino meridionale i boschi di abete bianco (Habitat 9510* "Foreste sud-appenniniche di *Abies alba*") che sono localizzati in aree montane all'interno della fascia potenzialmente occupata dalle faggete del *Geranio*



Il bosco di Montepiano (Basilicata) con agrifoglio (*Ilex aquifolium*)

versicoloris-Fagion. I boschi di Abete bianco della Calabria sono stati ascritti a due distinte associazioni. Lo *Junipero hemisphaericae-Abietetum apenninae*, localizzato su dossi, costoni rocciosi e su versanti acclivi a quote comprese tra 1400-1800 m, è un'abetina con strato arboreo aperto ed uno arbustivo denso caratterizzato dalla



Uva ursina (*Arctostaphylos uva-ursi*)

presenza del ginepro emisferico (*Juniperus hemisphaerica*). La seconda associazione, il *Monotropo-Abietetum apenninae* è presente sui versanti molto scoscesi esposti prevalentemente a settentrione, presenta un strato arboreo più denso e un corteggio floristico più ricco di specie nemorali. Le abetine del Molise sono state riferite al *Pulmonario apenninae-Abietetum albae*, mentre quelle d'Abruzzo (Monti della Laga) sono state inquadrare nell'associazione *Cirsio erisithalis-Abietetum albae*. Sulle Alpi le faggete che non rientrano nell'alleanza tipicamente orientale *Aremonio-Fagion*, sono sia ad influenza settentrionale, interessando le zone centro-europee e quindi il versante settentrionale delle Alpi, sia a influenza atlantica e con distribuzione occidentale.

Alle prime che sono le più frequenti, fanno capo le faggete delle alleanze neutrofile dell'*Asperulo-Fagion* e del *Fagion sylvaticae* oltre a quelle acidofile del *Luzulo-Fagion*. Le formazioni atlantiche vanno invece riferite alla suballeanza *Illici-Fagenion* del *Luzulo-Fagion*. All'*Asperulo-Fagion*, ed in particolare all'associazione *Asperulo-Fagetum*, si riferiscono le faggete, pure o miste, per lo più neutrofile, spesso con abete rosso e bianco, dei piani bioclimatici da mesotemperato a supratemperato superiore. Presentano un'elevata diversità floristica nel sottobosco (Habitat 9130 "Faggeti dell'*Asperulo-Fagetum*"). Le faggete termofile dei settori collinari e submontani delle Alpi meridionali vengono riferite invece alla suballeanza *Cephalanthero-Fagenion* del *Fagion sylvaticae*. Si tratta di faggete rupestri che si sviluppano su suoli limitati e che presentano un sottobosco ricco in cui è possibile rinvenire *Ostrya carpinifolia*, *Quercus pubescens*, *Fraxinus ornus*, *Buxus sempervirens*, numerose carici e orchidacee nemorali (Habitat 9150 "Faggeti calcicoli dell'Europa centrale del *Cephalanthero-Fagion*"). I faggeti subalpini, con acero di monte (*Acer pseudoplatanus*) e localmente anche con il larice, talvolta a portamento arbustivo e localizzati presso il limite superiore del bosco, vengono riferiti alla suballeanza *Acerenion pseudo platani*, del *Fagion sylvaticae* (Habitat 9140 "Faggeti subalpini dell'Europa centrale con *Acer* e *Rumex arifolius*"). Le faggete acidofile centro-europee appartengono all'alleanza *Luzulo-Fagion* e in particolare all'associazione *Luzulo-Fagetum*. Si tratta di faggete, pure o miste, talvolta con conifere (*Abies alba*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*) proprie dei substrati silicatici del piano bioclimatico mesotemperato, con: *Luzula luzuloides*,

Polytrichum formosum, *Deschampsia flexuosa* e *Vaccinium myrtillus* (Habitat 9110 "Faggeti del *Luzulo-Fagetum*"). Da ultimo le faggete sempre acidofile, però ad influenza atlantica, della suballeanza *Ilici-Fagenion* del *Fagion sylvaticae*, sono date da faggete che si sviluppano su suoli fortemente acidi nel piano bioclimatico supratemperato, delle Alpi occidentali, dove talvolta entrano in contatto con formazioni miste con *Quercus robur* che può pure divenire prevalente nel piano bioclimatico mesotemperato e sono attribuibili all'alleanza *Quercion roboris* dell'ordine *Quercetalia roboris* [Habitat 9120 "Faggeti acidofili atlantici con sottobosco di *Ilex* e a volte di *Taxus* (*Quercion roboripetraeae* o *Ilici-Fagenion*)"]. Il legame fitogeografico dei boschi mesofili italiani con quelli balcanici, si ripropone anche per le formazioni forestali edafomesofile a dominanza di farnia (*Quercus robur*) o di carpino bianco (*Carpinus betulus*) o ancora di cerro del piano bioclimatico mesotemperato superiore o supratemperato inferiore, su suoli neutri o debolmente acidi, profondi e humici delle stazioni pianeggianti. Dal punto di vista fitosociologico queste cenosi vengono attribuite all'alleanza *Erythronio dentis-canis-Carpinion betuli* (Habitat 91L0 "Querceti di rovere illirici (*Erythronio-Carpinion*)", della quale in Italia si individuano le suballeanze: *Asparago tenuifolii-Carpinenion betuli* per il distretto Padano e *Pulmonario apenninae-Carpinenion betuli* per quello appenninico centro-settentrionale che viene vicariata in quello meridionale dall'alleanza *Physospermo verticillati-Quercion cerridis*, in cui rientrano le cerrete mesofile di versante, gli acereti ad acero meridionale (*Acer obtusatum* ssp. *neapolitanum*) e i carpineti a carpino bianco. Analoghe motivazioni fitogeografiche si possono avanzare per le formazioni di

forra dell'alleanza *Tilio-Acerion* cui appartengono i boschi di latifoglie che si rinvengono nelle forre o nei fondovalle, in corrispondenza di macereti e depositi colluviali di materiale grossolano con tiglio (*Tilia platyphyllos*), acero di monte (*Acer pseudoplatanus*), olmo montano (*Ulmus glabra*) e molte altre specie tra le quali nel sottobosco e sulle pareti delle forre numerose felci (*Phyllitis scolopendrium*, *Polystichum aculeatum*,



Lingua cervina (*Phyllitis scolopendrium*)

P. braunii e *P. setiferum*). In Italia l'habitat si presenta sia nei territori dell'arco alpino, dove è presente con la maggiore densità, che nel resto della penisola in condizioni fortemente relittuali. (Habitat 9180* "Foreste di versanti, ghiaioni e valloni del *Tilio-Acerion*"). Per la parte meridionale della penisola è stata recentemente proposta l'alleanza *Lauro nobilis-Tilion platyphylli* che vicaria il *Tilio-Acerion* nel mezzogiorno d'Italia e in cui oltre al tiglio e all'olmo montano si rinvengono l'alloro e l'iris puzzolente (*Iris phoetidissima*) e numerose specie mediterranee. Nelle zone più aride delle montagne italiane, soprattutto sulle Alpi, ma anche negli Appennini, sono presenti boschi di conifere, in parte naturali, spesso di difficile riconoscimento in quanto l'uomo ha proiettato questi boschi ben fuori delle loro potenzialità perché importanti in termini economici o per recuperare rapidamente una copertura forestale su

versanti estremamente degradati, sui quali le rustiche conifere si possono rapidamente sviluppare. Sulle Alpi il bosco di conifere di maggiore diffusione e attrazione, anche paesaggistica, è costituito dalla pecceta, il bosco di abete rosso (*Picea abies*) che ricopre interi



Abete rosso (*Picea abies*)

versanti vallivi, sia sui substrati carbonatici che silicatici, in formazioni pure o miste con altre conifere e/o con il faggio [Habitat 9410 "Foreste acidofile montane e alpine di *Picea* (*Vaccinio-Piceetea*)"]. La sua fascia altitudinale elettiva è il piano subalpino (*Piceetum subalpinum*) in cui il peccio raggiunge circa 2000-2300 m di quota e si consocia spesso con il larice (*Larix decidua*). Nelle zone in cui il bosco è più aperto vi si rinviene il rododendro rosso (*Rhododendron ferrugineum*)



Rododendro (*Rhododendron ferrugineum*)

o il lampone (*Rubus idaeus*). Tra le curiosità floristiche è possibile ricordare la linnea

(*Linnea borealis*), dedicata al maestro della sistematica, Carlo Linneo. Più povero è il sottobosco della pecceta che occupa il piano montano (*Piceetum montanum*) delle valli esterne, esalpiche, in cui il peccio scende di quota, sino a raggiungere i 900 m (300 m come individui isolati di peccio) ove entra in contatto con abetine di abete bianco e faggete. La pecceta montana è spesso interessata dalla presenza, nel sottobosco, di specie legnose che appartengono al corteggio della faggeta, testimoniando come in queste aree siano state anticamente impiantate nell'area potenziale per questa formazione forestale. Procedendo da Est verso Ovest lungo la catena alpina, la fascia occupata dalle peccete tende sempre più a restringersi in quanto l'abete rosso è un albero che preferisce il clima continentale: così nelle Alpi Occidentali ed in particolare in Piemonte, sono presenti allo stato puro solo nell'Ossolano mentre in altre località il peccio si rinviene all'interno di abetine di abete bianco. Le peccete nel loro insieme costituiscono l'habitat più importante e diffuso delle Alpi dov'è in forte espansione in quanto occupa progressivamente le aree abbandonate delle praterie secondarie. Un piccolo resto di pecceta naturale, di rilevantissimo significato fitogeografico e in particolare paleogeografico, si rinviene anche sull'Appennino, nella zona dell'Abetone, nell'alta Valle del Sestaione, in Toscana. L'abete rosso, come dimostrato da Chiarugi con le sue ricerche, durante la glaciazione würmiana raggiunse il litorale toscano e quindi con il successivo ritiro dei ghiacciai si è potuto conservare solo nei settori più elevati dell'Appennino settentrionale. Il bosco residuale presente all'Abetone, nel cosiddetto Pigelletum Chiarugi, in cui *Picea excelsa* si mescola al faggio (genericamente attribuiti all'associazione *Piceetum subalpinum* nella subass. *myrtilletosum*), rappresenta quindi una testimonianza eccezionale



Bosco di conifere con larice (*Larix decidua*) nelle Alpi Giulie (Sella Bieliga, Friuli Venezia Giulia)

che richiede un'assoluta tutela. Un'altra foresta di conifere particolarmente legata all'ambiente alpino è il lariceto, espressione più tipica di questa catena montuosa in quanto il larice (*Larix decidua*) vi concentra praticamente l'intero suo areale, ad eccezione di poche aree disgiunte dei Carpazi e della Polonia (Habitat 9420 "Foreste alpine di *Larix decidua* e/o *Pinus cembra*"). Il larice, specie microterma ed eliofila, si distribuisce nelle aree più elevate raggiungibili dalla vegetazione forestale alpina, dove colonizza le stazioni rupestri nelle zone della catena con clima di tipo continentale, tra 800 e 2600 m nelle Alpi occidentali e da 900 a 1900 m nelle Alpi orientali. I lariceti costituiscono dei tipi di bosco a struttura più o meno aperta, propria del piano subalpino, dove spesso si consociano, nelle forme più evolute, con il pino cembro (*Pinus cembra*) costituendo l'associazione *Larici-Cembretum* (*Vaccinio-Piceetalia*). Lariceti puri, naturali, sono piuttosto rari e rinvenibili in ambienti inospitali, a colonizzare ghiaioni e greti ciottolosi dei torrenti. La maggior parte dei lariceti è fortemente condizionata dall'attività dell'uomo allevatore che li maniene in forma rada per favorire il pascolo del bestiame. Sono i cosiddetti "paesaggi a parco" in cui il lariceto ospita una prateria a trifoglio alpino (*Trifolium alpinum*) o a nardo (*Nardus stricta*) negli aspetti di degrado. Anche il cembro può dare origine a questo paesaggio, però in aspetti decisamente più limitati, qualora le due essenze si consocino, originando boschi più densi, che su terreni silicicoli presentano nel sottobosco il rododendro rosso, il mirtillo nero e la luzula bianca e che, nelle Alpi occidentali, si consocia con il pino uncinato (*Pinus uncinata* = *P. montana*). Nelle Alpi centro-orientali, i larici-cembreti subalpini e montani, talora con abete rosso, si rinvencono anche

su substrati calcarei e ospitano nel sottobosco *Rhododendron hirsutum*, *Erica herbacea*, *Pinus mugo* e *Polygala chamaebuxus*. Soprattutto il larice, ma



Poligala falso-bosso (*Polygala chamaebuxus*)

anche il cembro, come visto per il peccio, colonizza abbastanza rapidamente le praterie abbandonate determinando un consistente incremento delle aree forestate delle regioni alpine. Tale naturale processo dinamico non è sempre positivo perchè la diversità fitocenotica delle aree montane tende così a contrarsi, talora anche fortemente e rapidamente, perchè gli ambienti secondari prativi, a forte determinismo antropico, sono, come già osservato, importanti serbatoi di biodiversità. Il pino uncinato si presenta in vari aspetti che sono stati nel tempo attribuiti a specie diverse, sulla base di caratteri morfologici ai quali corrispondono anche condizioni ecologiche. Di queste nel territorio italiano ne sono state riconosciute due: il pino uncinato (*Pinus uncinata*) a portamento arboreo, alto sino a 10 m con strobili conici e scudetto asimmetrico (distribuito nelle Alpi occidentali e nell'Appennino settentrionale) e il pino mugo (*Pinus mugo*) a portamento arbustivo-prostrato, alto sino a 5 m, con strobili più brevi rotondeggianti, e scudetto simmetrico, presente soprattutto nelle Alpi orientali e centrali oltre che nelle Alpi Marittime

e nell'Appennino centro-meridionale. La Direttiva Habitat fa riferimento in particolare alla specie *Pinus uncinata* con l'Habitat 9430 ["Foreste montane e subalpine di *Pinus uncinata*" (* su substrato gessoso o calcareo)] e alla salvaguardia dei due tipi di boschi a cui dà origine: uno mesofilo a *Rhododendron ferrugineum* delle Alpi occidentali esterne, su suoli silicei o decalcificati dell'orizzonte subalpino (*Rhododendro-Vaccinion*) e l'altro, tendenzialmente xerofilo delle Alpi interne o dei versanti assolati delle Alpi occidentali periferiche, in cui *Rhododendron ferrugineum* è assente o raro (*Ononido-Pinion*). Le comunità dell'Appennino nordoccidentale sono invece riferibili all'alleanza *Seslerio caeruleae-Pinion uncinatae* (*Piceetalia excelsae*). Le mughete a pino mugo (*Pinus mugo*) costituiscono comunità tra le più caratteristiche dei detritici calcarei del paesaggio subalpino delle Dolomiti e delle Alpi sud-orientali rinvenibili però anche a

quote più basse, spesso in prossimità dei torrenti. Il pino mugo è naturalmente presente anche nell'Appennino abruzzese-molisano dove dà origine a comunità relitte, pioniere, sui Monti del Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise, su versanti acclivi assolati del piano orotemperato, tra 1800 e 2000 m di quota e su quelli del piano bioclimatico criorotemperato, fino a 2500 m di quota, sui Monti del Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise e su quelli della Majella [Habitat 4070* "Boscaglie di *Pinus mugo* e *Rhododendron hirsutum* (*Mugo-Rhododendretum hirsuti*)"]. Le pinete di pino nero (*Pinus nigra*) sono molto comuni in Italia, ma si tratta soprattutto di rimboschimenti che ricoprono i versanti montani delle Alpi e degli Appennini; per contro i boschi naturali di questa specie sono piuttosto rari nel nostro paese dove si localizzano in aree geografiche limitate. Sulle Alpi orientali sono presenti pinete termofile di pino nero (*Pinus nigra* ssp. *nigra*) sui



Mughete a pino mugo (*Pinus mugo*) nelle Alpi Carniche (Friuli Venezia Giulia)

calcarei dolomitici mentre in analoghi substrati sui Monti del Parco d'Abruzzo, è rinvenibile la varietà italiana della stessa specie. Nell'Italia meridionale per contro è invece presente il pino laricio calabrese (*Pinus nigra* ssp. *calabrica*), che si rinviene sempre sui substrati acidi, in Calabria (Sila e Aspromonte) e in Sicilia, sull'Etna (Habitat 9530 "Pinete sub-mediterranee di pini neri endemici"). Sul monte Pollino e in alcune cime del suo gruppo, si rinvenivano boschi a pino loricato (*Pinus leucodermis* = *P. heldreichii* ssp. *leucodermis*) che sono



Pino loricato (*Pinus leucodermis*)

distribuite nella fascia della faggeta tra 1000 e 1400 m di altitudine, dove formano pinete di tipo relittuale. Queste si presentano come boschi aperti, monospecifici nello strato arboreo mentre in quello arbustivo, decisamente più ricco, è abbondante il ginepro emisferico (*Juniperus hemisphaerica*) mentre è più raro il ginepro nano (*J. communis* ssp. *nana*) (Habitat 95A0 "Pinete alto oromediterranee"). Al limite superiore delle faggete, fino a circa 2000 m, si rinvenivano ancora esemplari, talora plurisecolari e molto spettacolari, di pino loricato, però in formazione con il ginepro alpino, interpretabile come durevole, incapace cioè di evolvere per le particolari condizioni ambientali stazionali. In Sicilia, sulle Madonie, è invece

presente la vegetazione relitta, notevolmente rara e localizzata, di abete dei Nebrodi (*Abies nebrodensis*), la cui popolazione attuale è costituita da 30 individui adulti, dei quali 24 sessualmente maturi, e da 80 giovani piantine che ne costituiscono la rinnovazione naturale. A questa popolazione si legano il faggio e gli arbusti di ginepro emisferico che danno origine a una vegetazione rada che si sviluppa tra 1360 e 1690 m, in un'area a bioclina da supra- ad oro-mediterraneo ed è interessata da ricorrenti fenomeni di nebbie, la quale è stata riferita all'associazione *Junipero hemisphaericae-Abietetum nebrodensis* della classe *Pino-Juniperetea* (Habitat 9220* "Faggeti degli Appennini con *Abies alba* e faggeti con *Abies nebrodensis*"). La classe *Pino-Juniperetea* con il nome ben indica la vegetazione costituita da gimnosperme, che si estendeva un tempo su vaste superfici delle alte montagne mediterranee e più in generale sud-europee dove è stata pressoché distrutta dalle attività pastorali. A questa vegetazione partecipano, soprattutto nell'area occidentale del bacino del Mediterraneo (nord-Africa, penisola iberica, Corsica e Alpi occidentali) le formazioni a ginepro turifero (*Juniperus thurifera*) presenti nel territorio italiano con due stazioni, in località Valdieri (Val Gesso) e Moiola (Valle Stura). Si tratta, molto presumibilmente, di stazioni di rifugio glaciale, pre-würmiane, anche in base alla presenza di numerose entità endemiche rupicole che si rinvenivano nella vegetazione alla cui costituzione partecipa principalmente il ginepro fenicio (*Juniperus phoenicea* ssp. *phoenicea*), ben distinto, anche se molti tassonomi non lo riconoscono, dal ginepro turbinato (*J. turbinata*) dei litorali mediterranei (Habitat 9560 "Foreste mediterranee endemiche di *Juniperus* spp.").



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 deteriore 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".

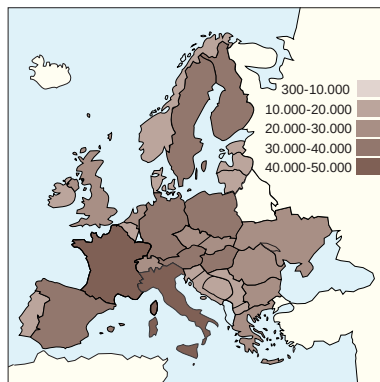
Gli insegnamenti nelle università, la divulgazione ad opera dei musei ed i fondi disponibili per la ricerca sono diminuiti; è pertanto drasticamente diminuito il numero dei tassonomi, e di conseguenza dei faunisti, sia professionisti che dilettanti. Questa crisi ha mostrato segni di ripresa solo negli 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

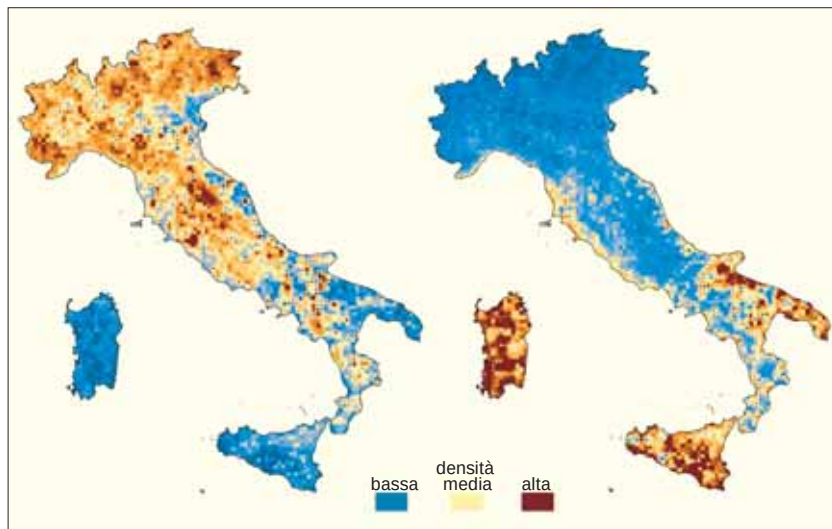
Per comprendere l'importanza e la forse inattesa consistenza numerica della fauna italiana è importante spendere due parole per illustrare le sue origini. La nostra fauna ha avuto origine da successive ondate di colonizzazione che hanno seguito la formazione del territorio italiano ed i grandi eventi 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)



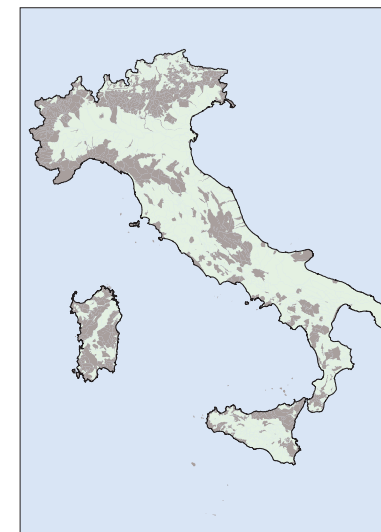
Distribuzione della ricchezza di specie in Italia

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.

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.



Terrapin dalle orecchie rosse (*Trachemys scripta*)



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 abitatori 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 igropsammofile, 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 alofita 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 macrofita 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 abitanti 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 efemeroteri, 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 efemeroteri 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 efemeroteri 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 arpatticoidi, 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 efemeroteri, 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 trinarciæ* 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 acclimatate 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.

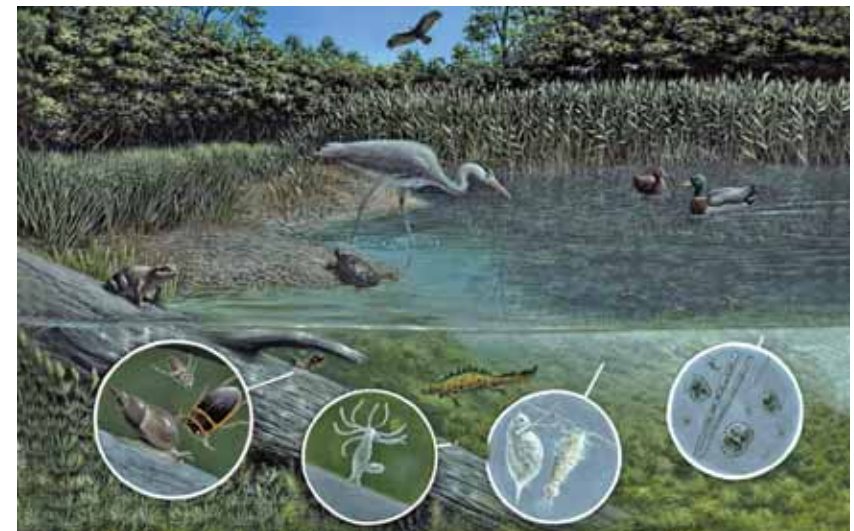
Le acque lente: gli habitat lacustri.

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.

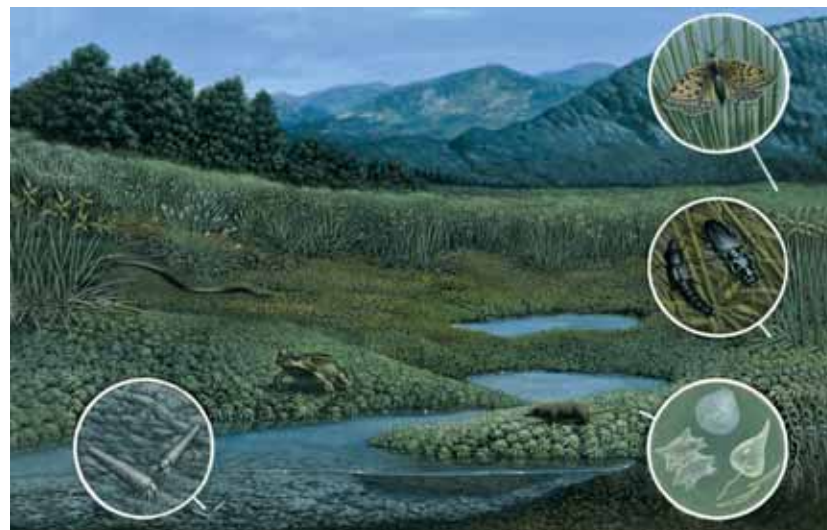


Libellula quadrimaculata

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 borealpino (specie cioè presenti sia nell'Europa settentrionale che sull'arco alpino, talora anche in stazioni relitte appenniniche); tra queste, numerosi copepodi arpaticoidi, ditteri chironomidi e coleotteri. Le specie che prediligono gli sfagni prendono il nome di specie *tirfofile*; di particolare rilievo alcuni arpaticoidi 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 stafilinide), 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 esperide (*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 prativi 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 prativi; 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 fillofagi, 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



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 planiziali, 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 imbibito d'acqua (habitat ipotelminorreico). 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 planiziali.

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 coltivati 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 coltivati. 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 polygonacea *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 xerotermici 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 planiziali 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; *subtroglifili* quando abitano le grotte regolarmente o solo in alcuni periodi della loro vita, ma rimangono legati alla superficie per alcune funzioni biologiche; *eutroglofilo* 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.



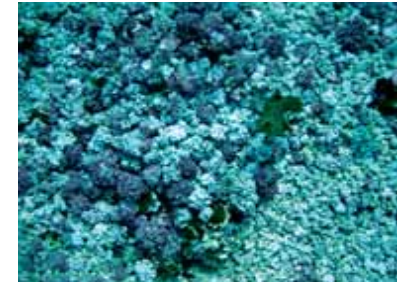
Habitat marini: vegetazione

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



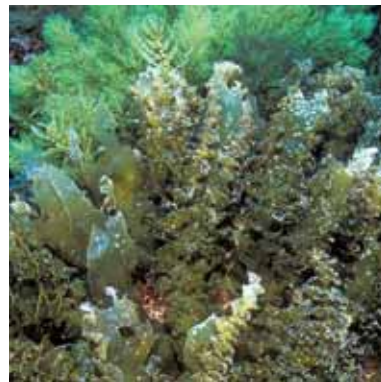
Associazione *Cystoseiretum strictae*

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 ochroleuca*. 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 sciafili 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 byssoides* 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 circalitorale 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.



Habitat marini: fauna ed ecologia

FERDINANDO BOERO · SIMONETTA FRASCHETTI

149

■ Introduzione

La caratterizzazione della biodiversità a livello di habitat è operativamente molto conveniente, e l'Unione Europea ha emanato la Direttiva Habitat per la protezione e la gestione degli habitat di interesse comunitario. L'habitat, quindi, è attualmente l'unità di riferimento più praticabile per la gestione e la protezione della biodiversità.

La definizione di habitat, nella Direttiva Habitat, recita: *aree terrestri o acquatiche distinte da caratteristiche geografiche, abiotiche e biotiche, interamente naturali o semi-naturali*. Nella Direttiva vengono inoltre identificate le tipologie di habitat di interesse comunitario.

È evidente che la definizione di habitat, nella Direttiva, è molto generale e non riguarda i biota, ma solo i loro contenitori. Le definizioni esistenti sono molte e spesso contrastano tra loro. All'interno dei 150 habitat definiti prioritari ai sensi della Direttiva Habitat, gli habitat francamente marini meritevoli di protezione sono nove: Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina; Erbari (*sic*) di Posidonie; Estuari; Distese fangose o sabbiose emergenti durante la bassa marea; Lagune; Grandi cale e baie poco profonde; Scogliere; Colonne marine causate da emissioni di gas in acque poco profonde; Grotte sommerse o semisommerse. Tra questi, gli estuari, le distese fangose e le lagune sono di tipo ecotonale, di transizione tra l'ambiente terrestre e quello marino.

La biodiversità del Mar Mediterraneo, la più alta in Europa, meriterebbe maggiore attenzione rispetto a quella concessa dalla Direttiva Habitat: la disparità di trattamento degli habitat marini (9) rispetto a quelli terrestri (141) nel principale strumento di protezione della biodiversità in Europa è evidente.



Tursiopi (*Tursiops truncatus*)

Tartaruga marina comune (*Caretta caretta*)

■ Come definire gli habitat marini?

A partire dagli anni Cinquanta sono state proposte molte liste di habitat marini mediterranei, con la proposta di 1170 categorie riconducibili a quello che diversi autori hanno chiamato habitat, o facies, o associazione, o biocenosi. I criteri di classificazione degli habitat, in questo contesto, sono di estrema importanza, per non arrivare a sistemi dettagliatissimi che però sovrastimano la variabilità naturale secondo cui, in certi ambienti, a volte prevale una specie e a volte un'altra.

Tali differenze possono addirittura essere dovute a fluttuazioni temporali. La stessa parete rocciosa, nel corso delle stagioni, può essere l'habitat di alghe formatrici di habitat (come *Dictyopteris* sp.) nei mesi primaverili-estivi, oppure di idrozoi (come *Eudendrium* sp.), anch'essi formatori di habitat, nei mesi autunnali-invernali.

A seconda della stagione di osservazione, lo stesso sito può quindi essere definito in modo differente. Anche il reclutamento di successo di una specie precedentemente rara ne può determinare un forte aumento facendola diventare localmente dominante. Se si dovessero davvero definire in modo dettagliato tutte le associazioni o facies che possono presentarsi in uno stesso habitat, si originerebbe una lista ben più lunga della già lunghissima (come detto ben 1170 tipologie!) che si può ottenere raggruppando tutte le liste già formulate.

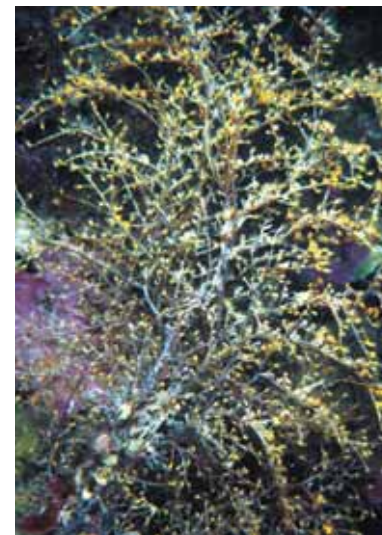


Briozoi e spugne formano paesaggi simili, dal punto di vista cromatico, a quelli delle barriere coralline

■ Criteri di classificazione

Una proposta di definizione degli habitat marini che cerchi di fondere quelle sinora avanzate dovrebbe semplificare le complessità della fitosociologia marina. Le caratteristiche basilari di un habitat sono di tipo topografico e geologico. Su queste due caratterizzazioni fisiche si dovrebbero sovrapporre altre determinanti, di tipo biologico. L'adozione di questi criteri avrebbe l'esplicita finalità di migliorare la gestione degli habitat marini attraverso un sistema facilmente adottabile anche da personale non specializzato; la semplificazione della classificazione degli habitat marini rappresenterebbe un tentativo per limitare l'enfasi corrente sulla dominanza spaziale verso un maggiore riconoscimento del ruolo strutturale e funzionale delle specie. Le variabili da considerare, per una classificazione "naturale" degli habitat marini, sono:

- Livello rispetto alla linea di costa. La profondità, di per sé, non rappresenta un fattore condizionante la distribuzione degli organismi. Al suo variare, però, cambiano luce, movimento dell'acqua e diffusione del calore nella colonna d'acqua nei mesi più caldi. La penetrazione della luce permette di distinguere un sistema fitale (dove la luce è sufficiente a permettere l'esistenza di organismi fotosintetici) e un sistema afitale (dove la fotosintesi non è possibile).
- Tipo di substrato primario. L'ambiente più comune del pianeta è la colonna d'acqua degli oceani; essa costituisce l'habitat di moltissimi organismi planctonici e neotonici. La classificazione degli habitat marini, però, si è concentrata sugli habitat bentonici, forse per la tendenza ad applicare al mare i paradigmi della terra. La prima distinzione nella classificazione dei substrati (cioè degli habitat primari) è tra fondi duri (rocce) e fondi mobili (definibili in base alla granulometria, da ciottoli a limo). La granulometria dei sedimenti, inoltre, influenza in modo determinante il tipo di fauna e flora che viene ad instaurarsi.
- Presenza di biocostruttori. I biocostruttori elevano il livello del substrato, con formazioni dette bioerme. È ovvio che i biocostruttori hanno un loro habitat primario e, perché si instaurino, è necessario che vengano determinate caratteristiche fisiche dell'ambiente. I biocostruttori sono formatori di habitat perenni, in quanto la loro presenza si sovrappone a quella dei substrati geologici per periodi prolungati.



Una grande colonia dell'idroide *Eudendrium* sp.



La gorgonia *Paramuricea clavata*

- Presenza di formatori di habitat. Molte specie erette o massive ad andamento stagionale (come molti idroidi e alghe) sono formatrici di habitat. Una specie può essere definita formatrice di habitat quando determina condizioni favorevoli all'instaurarsi di specie o assemblaggi di specie che, altrimenti, non sarebbero presenti o, almeno, altrettanto rigogliosi. I formatori di habitat non biocostruttori costituiscono substrato con i loro corpi e la loro presenza altera le condizioni chimico-fisiche nelle loro immediate vicinanze, senza però alterare la natura del substrato.

Un'alga eretta che si attacchi al substrato roccioso e che sia rigogliosa in una certa stagione e diventi quiescente in un'altra stagione costituirà un habitat effimero cui si dovranno adattare le specie che in tale habitat si troveranno a vivere.

- Presenza di ingegneri degli ecosistemi. Gli ingegneri degli ecosistemi hanno rilevanti ruoli funzionali, pur non avendo rilevanti ruoli strutturali. I ricci di mare, ad esempio, con la loro attività brucatoria sulle popolazioni algali, possono portare, nelle regioni temperate, a deserti sottomarini denominati aree denudate dai ricci (*sea urchin barrens*).

■ Stagionalità e biogeografia del Mediterraneo

Gli attuali biota marini Mediterranei, dopo alterne vicende, si sono instaurati 5 milioni di anni fa, dopo la crisi del Messiniano, quando il bacino si prosciugò quasi completamente, con poche zone paludose nelle aree più profonde. Quando l'acqua tornò, attraverso l'apertura dello stretto di Gibilterra, con essa tornarono i viventi, di origine Atlantica, adattati a vivere in habitat temperati. Tali organismi, man mano che ci si allontana da Gibilterra, trovano (e trovarono) condizioni molto diverse da quelle delle proprie origini. La grande corrente atlantica entra in superficie da Gibilterra e si espande verso Est, trascinando con sé i propaguli di specie atlantiche. Procedendo verso est, comunque, la temperatura aumenta sempre più, tanto che il bacino di Levante ha caratteristiche chimico-fisiche diverse da quelle del bacino occidentale. Le specie atlantiche, in altre parole, non sono preadattate alle condizioni para-tropicali del bacino di Levante che, in effetti, risulta essere meno ricco di biodiversità rispetto al bacino occidentale.

Il Mediterraneo, in superficie, ha una grandissima escursione termica stagionale. In estate le acque superficiali possono raggiungere la temperatura di 28-30°C,



Prateria a *Posidonia oceanica* su fondo sabbioso con una oloturia in primo piano

definendo condizioni tipicamente tropicali. La stagione estiva, per questo motivo, vede la dominanza di specie algali e animali di affinità tropicale. Durante la stagione invernale la temperatura delle acque superficiali, in generale, si assesta attorno ai 12-13°C in media. La temperatura invernale è inferiore nelle porzioni più settentrionali del bacino, il Golfo del Leone, il nord Adriatico (dove occasionalmente il mare può anche gelare) e il nord Egeo, potendo raggiungere anche i 6-8°C. Nelle parti più meridionali e orientali, invece, la temperatura inferiore è di solito 17°C, anche se può raggiungere 14°C. In inverno, il bacino è caratterizzato dalla dominanza di specie ad affinità temperato-fredda. In Mediterraneo, quindi, il paesaggio assume due fisionomie molto diverse: tropicale in estate, temperato-fredda in inverno. La modificazione è drammatica soprattutto nei primi metri, sui substrati rocciosi, in primavera-estate dominati dalle alghe, e in autunno-inverno spesso dominati da idrozoi. Questi organismi a vita effimera in effetti non scompaiono del tutto, ma diventano quiescenti nella stagione avversa, per tornare rigogliosi al ritorno di condizioni favorevoli. La stessa parete rocciosa, quindi, può assumere fisionomie radicalmente differenti nei vari periodi dell'anno, a seconda delle specie dominanti.

Questa tipologia variabile di habitat costituiti da organismi diversi, legata al sopravvento di una specie o di un gruppo di specie rispetto ad un altro, in diversi anni, pur nella stessa stagione, dimostra che l'identificazione topografica di un habitat deve essere accompagnata dalla definizione temporale della persistenza di quelle condizioni o comunque dalla consapevolezza che la map-



L'ambiente del sopralittorale

patura non è altro che una fotografia di una determinata località e che non è in grado di catturare processi e cambiamenti che avvengono nel tempo. Da un anno all'altro, infatti, lo stesso sito identificabile con la massima precisione potrebbe essere caratterizzato da popolamenti molto differenti, per non parlare dei cambiamenti intrannuali che intercorrono nel corso delle stagioni. Per questo motivo, gli habitat devono essere definiti spazialmente, dalla localizzazione topografica di una determinata tipologia, e temporalmente, per definire i periodi dell'anno in cui questa tipologia è prevalente. La coesistenza di elementi temperati (invernali) e di elementi tropicali (estivi) fa del Mediterraneo un crocevia biogeografico altamente originale e ad altissima variabilità stagionale.

■ Mappare gli habitat

Nell'ambiente terrestre gli habitat di tutta Europa sono stati mappati ed è stato costituito un sistema geograficamente esplicito della loro distribuzione spaziale. Questa operazione non è stata fatta per l'ambiente marino. Solo recentemente, nella maggior parte delle zone A delle Aree Marine Protette italiane, è stata allestita una cartografia di dettaglio degli habitat marini bentonici. Numerosissimi progetti hanno riguardato la mappatura delle praterie di posidonia, l'unico habitat marino della Direttiva Habitat ad aver ricevuto lo status di Sito di Interesse Comunitario. La mappatura georeferenziata degli habitat marini rimane pertanto una priorità strategica per il nostro paese.



Polmone di mare (*Rhizostoma pulmo*), lo scifozoo più grande del Mediterraneo



La costa settentrionale della Sardegna

La descrizione dettagliata delle tipologie di habitat marini mediterranei esula da questa trattazione. Gli habitat verranno raggruppati in tipologie molto generali che rappresentano le unità di paesaggio e di comunità marine più facilmente riscontrabili nelle nostre acque.

Le acque di transizione. Le acque di transizione comprendono tutte le tipologie ambientali con caratteristiche intermedie tra l'ambiente marino e quello d'acqua dolce. Possono essere stagni isolati dal mare (stagni costieri) dove la salinità può essere bassissima, oppure lagune che comunicano col mare, in cui la salinità cambia a seconda della penetrazione delle acque marine, oppure estuari e delta di fiumi.

Le acque di transizione, con la tipologia "estuari" e la tipologia "lagune", sono ambienti di interesse comunitario inseriti nella Direttiva Habitat. Un tempo, però, erano considerate malsane e furono sottoposte ad azioni di bonifica che, nel nostro paese, hanno portato all'eradicazione della malaria, ma hanno anche determinato un diffuso dissesto idrogeologico. Le acque di transizione sono tra gli habitat più produttivi del pianeta e rivestono un interesse strategico per il funzionamento degli ecosistemi. Esse sono utilizzate da tempo immemorabile per attività di acquacoltura estensiva, a causa della facilità di controllo dei bacini e della già citata altissima produzione. La biodiversità di tali sistemi è nettamente inferiore rispetto a quella del



Acque di transizione: uno stagno costiero abitato da muggini (*Mugil spp.*) e dal nono (*Aphanius fasciatus*); sul fondo è rigogliosa la pianta *Cymodocea nodosa* e si può incontrare il gambero *Palaemon serratus*

mare aperto, ma le poche specie presenti hanno biomasse molto elevate. Le specie più allevate nelle acque di transizione sono anguille, muggini, spigole e orate. La salinità è la variabile più rilevante nella definizione delle acque di transizione e, al suo variare, si osservano diverse composizioni nelle biocenosi. Le acque di transizione sono abitate da una ristretta porzione di specie che possono vivere sia in mare sia in acque a bassa salinità. Esistono però specie tipiche, come l'idroide *Cordylophora caspia*, il polichete serpulideo *Ficopomatus enigmaticus*,



Ficopomatus enigmaticus

formatore di biocostruzioni, i molluschi bivalvi *Cerastoderma glaucum*, *Abra ovata*, *Brachidontes marioni* e il pesce *Aphanius fasciatus*, il nono, un relitto tetideo del Mediterraneo, specie prioritaria nell'allegato II della Direttiva Habitat.

Il sopralitorale. Si tratta di una stretta porzione di ambiente terrestre fortemente influenzata dalla presenza del mare che, in momenti particolari, la bagna con gli spruzzi delle onde più alte. Il piano è presente soprattutto lungo le coste rocciose, mentre è meno definito in quelle sabbiose dove, in effetti, potrebbe essere costituito dalla porzione di

spiaggia bagnata dalle onde più forti. Lungo le coste rocciose, la componente vegetale è costituita da poche specie, soprattutto licheni e cianofite, mentre gli unici animali sessili sono i crostacei cirripedi del genere *Chthamalus*, i denti di cane. Poche specie animali si aggirano nel sopralitorale roccioso, come il crostaceo isopode *Ligia italica*, o i



Ligia italica

molluschi come la littorina (*Melaraphe neritoides*). Sulle coste sabbiose, il sopralitorale è abitato da anfipodi dei generi *Talitrus* e *Orchestia*, le pulci di spiaggia, e da poche altre specie animali. Un caso particolare è costituito dagli accumuli di foglie di posidonia, habitat temporanei denominati con il termine francese di *banquette*. Gli ammassi di foglie morte di posidonia proteggono il litorale sabbioso dall'erosione, assorbendo l'impatto delle onde e impedendo la rimozione della sabbia e inoltre costituiscono l'habitat di molte specie di insetti e crostacei detritivori. Paradossalmente, questo habitat molto particolare, con un'importante funzione di stabilizzazione delle spiagge, viene rimosso da molti litorali usati per la balneazione e viene smaltito come "rifiuto speciale".

La zona intertidale. La zona intertidale (o mesolitorale) è alternativamente coperta e scoperta dalla marea. Si tratta di una fascia di ampiezza esigua lungo le coste del Mediterraneo, dove le maree sono contenute. La zona di marea presenta condizioni molto drastiche, tanto da poter essere considerata un ambiente estremo. A marea bassa, soprattutto con mare calmo, le emersioni possono essere relativamente prolungate e l'esposizione al sole può far salire la temperatura a valori insopportabili dalla maggioranza degli organismi marini. La forza dirompente delle onde, inoltre, tende a staccare dal fondo qualsiasi organismo che non abbia tenacissime strutture di attacco. Solo poche specie, quindi, riescono a vivere in queste condizioni: la diversità specifica è bassa e ogni specie è rappresentata da molti esemplari. In effetti, la zona di marea non ci pare un habitat estremo perché, da animali terrestri, la consideriamo la parte meno ostile dell'ambiente marino.



Denti di cane del genere *Chthamalus*

Per la facilità di accesso è un habitat particolarmente esposto a numerose forme di impatto antropico tra cui la raccolta di organismi. Il nostro istinto di raccoglitori, infatti, ci spinge a cercare lungo la costa e a raccogliere tutto quanto sia commestibile. Le patelle, molluschi gasteropodi del genere *Patella*, sono particolarmente vulnerabili alla raccolta. Le patelle strisciano sul fondo roccioso e brucano le alghe

intertidali. Quelle di maggiori dimensioni, come *P. ferruginea* (specie inserita nell'allegato IV della Direttiva Habitat),



Patella ferruginea

sono appetibili bocconi e sono state raccolte in modo molto intensivo. Il piede si attacca tenacemente alla roccia e riesce a sopportare il più violento moto ondoso, la conchiglia è abbastanza dura da sopportare l'attacco dei predatori più efficienti, ma basta un coltello da cucina per scavarla. La pressione predatoria della nostra specie ha quasi portato all'estinzione questa che, oggi, è una specie protetta.

Anche le altre patelle, comunque, sono molto sensibili alla nostra raccolta e questo si traduce in popolazioni di esemplari sempre più piccoli, in quanto gli individui vengono raccolti non appena raggiungono dimensioni appetibili. In Mar Ligure, la zona intertidale e anche la parte più superficiale del subtidale, è abitata da un idroide scoperto negli anni cinquanta lungo il litorale di Tolone: *Paracoryne huvei*. Le colonie formano evidenti chiazze rosa che restano spesso esposte all'aria, fissate direttamente sulla roccia nuda o, appena sotto il livello del mare, su conchiglie di mitili o su gusci di balani. Questa specie è anche l'unico rappresentante del genere *Paracoryne* e il suo piano corporeo è talmente originale che il genere è stato inserito in una famiglia ben distinta (paracorinidi).

Le pozze di scogliera. Lungo le coste rocciose a sviluppo orizzontale, in presenza di concavità della roccia, si formano le pozze di scogliera. Si tratta di habitat spesso effimeri, con condizioni estreme di salinità e temperatura. Le pozze di scogliera, se abbastanza lontane dalla linea di costa, possono prosciugarsi durante l'estate, con la formazione di una crosta di sale sul fondo, per essere poi nuovamente riempite dalle onde e dalle piogge. Quando le pozze di scogliera



Pozze di scogliera

comunicano col mare, gli abitanti sono gli stessi del mesolitorale e del subtidale superiore mentre, se sono separate dal mare, possono ospitare specie che vivono solo in questi ambienti. Notevole è la presenza di insetti, come la zanzara *Aedes mariaae* o i coleotteri del genere *Ochthebius*. Gli insetti, gli animali predominanti negli ambienti terrestri, hanno pochissimi rappresentanti marini: la loro presenza nelle pozze di scogliera rappresenta un'eccezione a questa regola. Un altro tipico abitante delle pozze è *Tigriopus*, un genere di crostacei copepodi arpattoicoidi. *Tigriopus* sopravvive alle condizioni di disseccamento attraverso forme di resistenza (cisti) che lo rendono invulnerabile a pressioni ambientali estreme, come il disseccamento completo dell'acqua delle pozze e la formazione di chiazze saline.

Le biocostruzioni a livello del mare e le foreste di alghe. L'intertidale dovrebbe comprendere la porzione di substrato che rimane esposta durante la bassa marea. In effetti, l'esposizione all'aria avviene più per il moto ondoso che per la marea e ci sono molte specie del subtidale (infralitorale superiore) che restano scoperte quando le onde si ritirano. In questa zona in cui si alterna l'emersione e la sommersione, sia per le onde sia per le maree, si sviluppano organismi che vivono anche nel subtidale, con formazioni che non sono ascrivibili in modo definito né all'intertidale né al subtidale *sensu stricto*.

L'intertidale roccioso, e in parte anche la zona sottostante, è spesso caratterizzato da biocostruzioni formate sia da vegetali sia da animali. La fascia a mitili, ad esempio, rappresenta un inizio di biocostruzione che, però, non raggiunge mai grande spessore in quanto il bisso, dopo la morte del mitilo, tende a cedere e a far staccare le conchiglie morte.

La fascia a mitili, comunque, forma un habitat perenne con caratteristiche molto differenti dal substrato su cui i mitili sono insediati. La presenza della fascia a mitili (*Mytilus galloprovincialis*) è possibile dove la presenza di nutrienti è alta ed indica, quindi, acque meso- o eutrofiche. Lungo le coste rocciose bagnate da acque oligotrofiche i grandi e commestibili *Mytilus* sono assenti e spesso sono sostituiti dai piccoli *Mytilaster* che, però, non formano fasce densissime e continue come quelle dei mitili.

Una biocostruzione vera e propria è costituita dalla fascia a balani (*Balanus perforatus*). I balani sono crostacei cirripedi con una protezione scheletrica che si cementa al substrato. I loro scheletri restano anche dopo la morte dell'animale e, su di essi, crescono altri balani. Lo spessore di questa fascia può essere, di solito, poco più di una decina di

centimetri, dato che gli scheletri tendono comunque a sfaldarsi. Ben più importanti sono le biocostruzioni di un'alga rossa (*Lithophyllum lichenoides*) che forma una sorta di marciapiede su cui si può davvero camminare. I marciapiedi di *Lithophyllum* possono essere larghi fino a due metri e si spingono dalla superficie a più di un metro di profondità. Altre biocostruzioni importanti, frequenti nell'Italia meridionale, sono costituite dal mollusco vermetide *Dendropoma petraeum* nella zona di marea e subito al di sotto, soprattutto nelle pozze di marea e nelle lagune. Nelle acque di transizione sono a volte importanti le già citate biocostruzioni del polichete serpulide *Ficopomatus enigmaticus*. Sotto le biocostruzioni della zona di marea, su substrati rocciosi, spesso si trovano le foreste di alghe, tra le quali spiccano le alghe brune del genere *Cystoseira*, rappresentate da un'altissima diversità di specie, tutte formatrici di

habitat, anche se non si tratta di biocostruttori come i litofilli. La frangia a *Cystoseira* è stata estensivamente studiata negli ultimi decenni, con la conclusione che si tratta di un habitat soggetto ad una forte pressione antropica, la cui copertura sta diminuendo soprattutto in prossimità dei centri urbani. Le specie del genere *Cystoseira* sono tra le più importanti dell'infralitorale, alcune vivono subito sotto la superficie e hanno presenza stagionale, altre arrivano anche a grande profondità e sono perenni. Numerose altre alghe, spesso di grandi dimensioni, abitano assieme a *Cystoseira* nella parte più superficiale del subtidale. Le "foreste di alghe" sono un tipico paesaggio sottomarino di substrato roccioso. Alcune di queste specie hanno sviluppo stagionale e sono presenti solo per qualche mese all'anno, di solito in primavera-estate, altre sono



Sopralitorale, zona di marea, infralitorale superiore; nella porzione emersa si trovano l'alga *Nemalion helminthoides*, gli ctamali (*Chthamalus stellatus*), le patelle (*Patella* spp.) e l'isopode *Ligia italica*; l'alga rossa *Lithophyllum lichenoides* forma il marciapiede, sott'acqua dominano le alghe (soprattutto, *Cystoseira* sp.); tra gli animali sono importanti le attinie, i balani, i chitoni e la bavosa *Parablennius gattorugine*

perennemente attive. Durante la stagione avversa, queste alghe spesso riducono i loro talli, ma non scompaiono completamente e, alla stagione successiva, dal tallo ridotto ricresce un tallo completo. Spesso, come già ricordato, sia in superficie sia a maggiori profondità, le alghe sono sostituite da idroidi con stagionalità ad esse inversa. In questa zona molto superficiale si possono trovare attinie rosse dette pomodori di



Pomodoro di mare (*Actinia equina*)

mare (*Actinia equina*) e numerose specie di piccoli pesci (di solito ghiozzi e bavose). Trovandosi immediatamente sotto la superficie, questa zona è molto sensibile all'inquinamento ed è anche la più facilmente visitabile con il sea-watching. Le foreste di alghe sono abitate da numerosissime specie di invertebrati di piccole dimensioni, soprattutto molluschi e artropodi, e da pesci, spesso rappresentati da forme giovanili. Un ambiente dominato dalle alghe non può che essere l'habitat privilegiato per grandi erbivori. Sono molto comuni le salpe (*Sarpa salpa*), tra i pochi pesci erbivori del Mediterraneo, che, in branchi, pascolano a bassa profondità sul tappeto algale. Oltre alle salpe, anche i ricci *Arbacia lixula* e *Paracentrotus lividus* rivestono un ruolo importantissimo nel controllare l'abbondanza dei vegetali e, se la loro densità è troppo elevata, possono diventare un problema per le alghe.

I deserti sottomarini. Sono frequenti, lungo le nostre coste rocciose, aree desertificate caratterizzate dalla presenza di roccia per lo più nuda su cui pascolano numerosissime popolazioni dei ricci *Paracentrotus lividus* e *Arbacia lixula*. Le uniche alghe presenti sono le corallinacee incrostanti. I deserti sottomarini possono essere causati dalla pesca illegale del dattero di mare, il mollusco bivalve *Lithophaga lithophaga* (specie di allegato IV della Direttiva Habitat), che scava gallerie nella roccia. I pescatori smantellano il substrato, distruggendo completamente la copertura biologica.



La stella marina *Marthasterias glacialis* e il riccio *Arbacia lixula*, dominano i substrati devastati dai pescatori di datteri di mare

Le foreste di alghe diventano così deserti rocciosi. Sulle rocce denudate si instaurano abbondantissime popolazioni di ricci che, con la loro attività brucatoria, rendono perenne il deserto causato dal prelievo del dattero di mare. A volte, però, i ricci possono essere la causa scatenante la desertificazione. Le loro esplosioni demografiche, infatti, esercitano una pressione fortissima sulle foreste algali che, quindi, vengono rase al suolo. La proliferazione dei ricci è frequente in tutto il mondo e la causa più probabile potrebbe essere la sovrappesca dei predatori che, con la loro attività, dovrebbero tenerne sotto controllo le popolazioni. Lungo le coste della California, ad esempio, la caccia alla lontra

marina, grande predatore di ricci di mare, portò all'estinzione locale della specie. In concomitanza con la scomparsa delle lontre si notò l'esplosione demografica dei ricci e questa causò la riduzione massiccia delle foreste di laminarie (i cosiddetti *kelp*), tipiche del subtidale roccioso della California. La reintroduzione delle lontre portò alla riduzione delle popolazioni di ricci e le grandi alghe tornarono ad essere rigogliose. Lungo le nostre coste i ricci sono preda di altri echinodermi, come la stella marina *Marthasterias glacialis*, o di pesci come i saraghi. Nelle aree protette in cui esistevano aree desertificate dai ricci di mare, il ritorno dei saraghi grazie alla proibizione della pesca ha fatto diminuire l'abbondanza dei ricci e, di conseguenza, sono tornate le foreste di alghe. Anche i deserti rocciosi sono habitat marini, anche se a bassa diversità. In essi si sviluppano specie resistenti allo stress della brucatura dei ricci, come la spugna *Chondrilla nucula*,

che forma chiazze di decine di centimetri quadrati, costituite da individui di 1-2 cm di diametro derivanti per riproduzione asessuale da un individuo fondatore. Gli spazi tra i vari componenti le colonie sono protetti dall'azione brucatoria dei ricci e vi si insediano diverse specie che portano a nuove comunità. Un'altra spugna comune nei deserti dei ricci è *Crambe crambe*, che forma chiazze rosse sulla roccia nuda o sulle conchiglie degli spondili. Alcuni briozoi sono anche comuni in questo habitat particolare, come *Schizobrachiella sanguinea*, spesso associata all'idroide *Halocoryne epizoica*. Le alghe rosse incrostanti dei generi *Lithophyllum* e *Lithothamnion* sono anche molto frequenti, colorando le rocce di rosa. Su di esse cresce l'idroide alieno *Clytia hummelincki*, una specie arrivata una decina d'anni fa nel Mediterraneo e ormai diffusa in tutto il bacino occidentale negli habitat dei deserti di ricci. Si tratta, in



Substrati rocciosi desertificati dalla pesca del dattero di mare su cui pascolano i ricci di mare *Arbacia lixula* e *Paracentrotus lividus*; le spugne *Crambe crambe* e *Chondrilla nucula* sono tra i pochi rappresentanti del benthos sessile; in primo piano, a destra, una roccia integra, coperta dalle alghe *Padina pavonia*, *Dictyota dichotoma* e dal porifero *Spongia officinalis*

generale, di specie resistenti all'attività brucatoria dei ricci di mare. La predazione umana, in alcune regioni italiane, si esercita solo su *Paracentrotus lividus*, di cui vengono consumate le gonadi, sia maschili sia femminili. *Arbacia lixula* non viene consumata perché le sue gonadi non hanno dimensioni tali da soddisfare i nostri bisogni alimentari. La rimozione di *Paracentrotus* favorisce la proliferazione di *Arbacia lixula*. In molte regioni italiane si crede che *Arbacia* e *Paracentrotus* siano il maschio e la femmina della specie commestibile (*Paracentrotus*) e il liquido seminale dei maschi è chiamato "latte".

Le praterie di posidonia. In Italia, gli unici Siti marini di Interesse Comunitario (SIC marini) sono stati istituiti in corrispondenza delle praterie di *Posidonia oceanica*, una tipologia di habitat marino presente nella lista della Direttiva Habitat. La posidonia non è un'alga, ma una pianta superiore che

produce fiori e frutti; si divide in radici, che si fissano al substrato, rizomi, una sorta di fusto formato da quel che resta delle foglie cadute in stagioni precedenti, e foglie nastriformi, disposte in fasci in cui le foglie più esterne sono le più vecchie e tendono a cadere all'inizio della stagione avversa. L'habitat della posidonia può essere sia roccioso sia sabbioso, anche se le praterie sono per lo più rigogliose sulle sabbie litorali, da 1 m fino a 30 m di profondità. I fondali sabbiosi sono abitati solo da animali striscianti o fossori, ma le loro caratteristiche cambiano radicalmente quando su di essi si instaura una prateria di posidonia, un substrato vivente che ospita comunità completamente differenti da quelle presenti negli ambienti sabbiosi non colonizzati da posidonia. Lo strato dei rizomi della posidonia forma una biocostruzione, generata dalla sovraccrescita delle varie generazioni di rizomi, innalzando il fondo marino anche



Prateria di *Posidonia oceanica* su cui nuotano i pesci *Sarpa salpa*, *Coris julis* e *Diplodus puntazzo* e, sul fondo alcuni invertebrati (soprattutto echinodermi e molluschi); nel tondo, uno stadio giovanile di *D. puntazzo* e, sulla foglia di posidonia: i briozoi *Electra posidoniae*, *Fenestrulina joannae* e *Dispoirella hyssida*, l'idroide *Obelia dichotoma*, le alghe *Castagnea irregularis* e *Lichenopora radiata*

di diversi metri. Le foglie cadono ogni anno e si accumulano lungo la costa, formando dei banchi che, seppure maleodoranti, proteggono il litorale dall'erosione. Sulle foglie vivono specie di alghe microscopiche e di piccoli invertebrati (idroidi e briozoi) che hanno scelto questo microhabitat come loro unico ambiente di vita. Le foglie sono brucate dai banchi di salpe (*Sarpa salpa*) e dal riccio



Salpe (*Sarpa salpa*)

Paracentrotus lividus. Nelle praterie cresce anche il più grande bivalve del Mediterraneo, *Pinna nobilis*, protetta dalla



Pinna nobilis

Direttiva Habitat (allegato IV) ed essa stessa habitat per una ricca comunità di spugne epibionti. Molte di queste specie vivono esclusivamente in associazione con le praterie di posidonia, contribuendo quindi in modo determinante all'originalità e all'unicità di questo habitat. Le praterie di posidonia sono l'habitat marino più diffuso

lungo le coste del nostro paese, anche se ormai non sono più presenti lungo la costa dell'Adriatico settentrionale e centrale. Rappresentano una efficace difesa del litorale dall'erosione dovuta al moto ondoso, stabilizzando i fondali con i rizomi e smorzando le onde. Nelle praterie, inoltre, trovano rifugio molti pesci di interesse commerciale, contribuendo in modo determinante alla produttività dei nostri mari. La posidonia ha un ruolo essenziale come consumatore di anidride carbonica e produttore di ossigeno, contribuendo a stabilizzare il clima; è molto sensibile alle attività antropiche e, se scompare, i fenomeni erosivi aumentano, come accade anche a terra, dopo i disboscamenti. La pesca a strascico, le discariche, i ripascimenti del litorale, l'inquinamento in genere, persino gli ancoraggi delle imbarcazioni da diporto costituiscono una seria minaccia per l'integrità della posidonia che, quindi, ben merita lo status di specie di interesse comunitario e, anche, l'intensa attività di protezione realizzata nei suoi confronti. I tentativi di trapianto di *Posidonia* da ambienti disturbati ad ambienti meno influenzati da attività antropiche non ha dato, ad oggi, i risultati sperati. In questi ultimi anni, la posidonia tende a fiorire molto frequentemente, mentre in passato il fenomeno era raro. Le praterie, quindi, crescevano solo per via vegetativa e nessuna nuova prateria era rigenerata da eventi di riproduzione sessuale. Dai primi anni ottanta, invece, è stata segnalata la presenza di fioriture che, però, non portavano alla produzione di frutti. In seguito, la produzione di frutti è stata segnalata, ma senza che venisse segnalata la produzione di semi, poi sono stati segnalati i semi ma non le plantule e, infine, sono state segnalate nuove plantule. Si ipotizza che il riscaldamento delle acque, dovuto al cambiamento globale, stia favorendo questa specie.

Il coralligeno. Man mano che la luce si attenua, a causa della maggiore profondità o della topografia del substrato (esposizione a Nord, in anfratti e grotte), il paesaggio non è più dominato dalle alghe fotofile, sostituite dalle alghe coralline, ed aumenta la componente animale, caratterizzata dalla dominanza di antozoi, briozoi, policheti serpulidi e spugne. Molti di questi organismi hanno porzioni del corpo costituite da carbonato di calcio. Dopo la morte lo scheletro rimane fisso al substrato e, su di esso, crescono altri organismi, a loro volta substrato per altri ancora. Generazione dopo generazione la concrezione di scheletri calcarei cresce e si eleva dal substrato. Queste concrezioni sono dette coralligene, non per la dominanza di coralli, ma per la prevalenza di alghe coralline. Il coralligeno è la tipica biocenosi di ambiente profondo dove la luce penetra moderatamente. Tipica della comunità è la fitta copertura

biologica, con organismi incrostanti che coprono densamente i substrati rocciosi, sovrapponendosi fino a nascondere completamente il substrato su cui originariamente si sono insediati. Tra gli organismi strutturanti dominano: tra le alghe *Mesophyllum lichenoides*, *Lithophyllum stictaeforme*, *Palmophyllum crassum*, *Peyssonnelia rosa-marina*, tra le spugne *Axinella cannabina*, *Calyx nicaeensis*, *Spirastrella* sp., *Clathrina* sp., *Cliona* spp., tra i briozoi *Sertella* sp. e *Myriapora truncata*. Questa biocenosi può formarsi in una zona compresa tra 10 e 80 m di profondità dove le condizioni di luce sono ancora tali da rendere possibile una crescita massiva delle alghe incrostanti; la fascia di passaggio fra l'ambiente fotofilo e il coralligeno è detta precoralligeno, con caratteristiche simili a quelle del coralligeno, ma con concrezionamento e copertura meno fitti e sviluppati.



Coralligeno di parete, popolato dai pesci *Dentex dentex*, *Sciaena umbra*, *Anthias anthias*, *Chromis chromis*, dalle spugne *Axinella cannabina*, *Agelas oroides*, *Dysidea avara*, *Petrosia ficiformis*, dagli cnidari *Eunicella cavolinii* e *Plumularia* sp., dai briozoi *Myriapora truncata*, *Pentapora fascialis*, *Sertella septentrionalis*, dal tunicato *Halocynthia papillosa* e da diverse specie di alghe

Il coralligeno può svilupparsi sia sulle pareti rocciose strapiombanti (coralligeno di parete) sia sui fondali piatti (coralligeno di piattaforma). Nelle grotte della penisola salentina sono state trovate vere e proprie stalattiti formate da concrezioni attorno a fasci di tubi di policheti serpulidi del genere *Protula* che, partendo dal soffitto delle grotte, scendono verso il basso con formazioni coniche allungate, identiche alle stalattiti formate per gocciolamento. Queste formazioni sono state battezzate biostalattiti e costituiscono una terza modalità di formazione del coralligeno, la cui distribuzione è ancora tutta da investigare. I fondali coralligeni sono i paesaggi sottomarini più spettacolari. Le pareti strapiombanti, coperte da foreste di gorgonie (*Eunicella*, *Paramuricea*) sono la principale attrattiva del turismo subacqueo. Il riscaldamento globale, che conduce al conseguente abbassamento del termoclino, può danneggiare questi

popolamenti che, forse, sono più sensibili alle alte temperature che all'eccessiva illuminazione. Subitanei abbassamenti del termoclino hanno causato, in passato, morie massive di gorgonie e di altri organismi del coralligeno, indicando la grande sensibilità di questo popolamento di formatori di habitat alle alte temperature, presenti in estate nelle acque superficiali del Mediterraneo. Inoltre, il coralligeno è spesso meta del turismo subacqueo, una fonte potenziale non trascurabile di impatto su questi popolamenti. Soprattutto all'interno dei confini delle Aree Marine Protette è indispensabile una gestione di questa attività al fine di limitarne l'impatto. Le conseguenze più evidenti della frequentazione da parte dei subacquei sono a carico degli organismi sessili di substrato duro a forma eretta e calcificati. Il coralligeno è spesso ben sviluppato negli ambienti di grotta.



Coralligeno di piattaforma, popolato dai pesci *Epinephelus guaza*, *Scorpaena scrofa*, *Muraena helena*, *Diplodus* sp., dalle spugne *Spongia agaricina*, *Dysidea avara*, *Agelas oroides*, dai briozoi *Myriapora truncata*, *Pentapora fascialis*, dal mollusco gasteropode *Astrea rugosa*, dall'echinoderma *Centrostephanus longispinus* e dal tunicato *Halocynthia papillosa*

Le grotte marine. Le grotte marine sono prioritarie per la Direttiva Habitat. Sono molto comuni lungo alcuni tratti delle coste rocciose del nostro paese, in particolar modo in Puglia, in Campania, in Sardegna e in Sicilia, mentre sono assenti lungo le coste dove prevalgono i fondi mobili. Le grotte marine di solito derivano da fenomeni carsici, in cui le acque sotterranee scavano gallerie che arrivano al mare. La presenza delle grotte marine conferisce altissima rilevanza naturalistica alla costa. Le grotte marine possono avere importanti comunicazioni col mare, oppure possono essere quasi o completamente chiuse rispetto al mare. In questo secondo caso, una grotta diventa un ambiente autonomo in cui possono vivere specie endemiche, esclusive di una singola cavità. In anni recenti, ad esempio, nella parte chiusa della Grotta Zinzulusa, in Salento, è stata scoperta la spugna *Higginsia ciccaresei*: si tratta di



Higginsia ciccaresei

una specie che, per quanto si sa, vive esclusivamente in quella grotta. Se l'acqua interna alla grotta dovesse subire modificazioni radicali, magari dovute a infiltrazioni di inquinanti, la specie potrebbe estinguersi. È ovvio che, in questi casi, l'habitat e il suo contenuto (le specie endemiche) hanno altissima rilevanza in termini di biodiversità. Al di là di questi casi specifici, studi recenti hanno messo in evidenza come

grotte anche piuttosto vicine tra di loro (nell'ordine dei chilometri-decine di chilometri) siano caratterizzate da popolamenti molto diversi, a sottolineare il carattere di unicità di questi ambienti. La mancanza di luce già a pochi metri di distanza dall'ingresso fa sì che il mondo vegetale sia bandito dalle parti interne delle grotte, dove dominano gli animali. La fauna sessile è formata da spugne, idrozoi, coralli, briozoi, anellidi policheti tubicoli, ascidie. Questi organismi formano concrezioni sulle pareti delle grotte, contribuendo a generare effetti cromatici che, in quanto a bellezza, gareggiano con le formazioni coralline tropicali. Mentre negli ambienti ben illuminati il colore dominante è il verde, nella gamma delle sue tonalità, nelle grotte dominano il giallo, l'arancione, il rosso, il bianco. Anche le alghe all'imboccatura sono di solito rosse. Il plancton di grotta, sino ad ora poco studiato, si sta rivelando di estremo interesse per la presenza di specie particolari, apparentemente esclusive di tale habitat. Il volano che porta nutrimento all'interno della grotta è spesso costituito da crostacei misidacei che passano il giorno nelle grotte per poi uscire durante la notte. Le migrazioni orizzontali di questi crostacei fanno sì che essi siano un nutrimento per i predatori che vivono nelle grotte (ad esempio attinie e pesci), ma anche le loro feci sono materiale organico che viene rilasciato nelle parti più profonde delle grotte dove, probabilmente, sostiene i filtratori sessili. Anche nelle grotte tipicamente marine esistono, soprattutto nelle parti più interne, specie assenti o rare all'esterno, come il porifero *Petrobiona massiliana*, considerato un fossile vivente. Un altro aspetto particolare delle grotte marine è che, anche a pochi metri di profondità, si possono trovare specie che, altrimenti, vivono nelle profondità marine.

Molte specie di pesci trascorrono nelle grotte il periodo giovanile e in esse trovano rifugio anche da adulti. La specie più tipica è la corvina (*Sciaena umbra*), tanto che molte grotte hanno il nome popolare di "Grotta delle corvine" perché i primi esploratori subacquei trovarono molti esemplari di questa specie, e di dimensioni ragguardevoli. Purtroppo oggi è molto difficile trovare grossi esemplari di pesci nelle grotte accessibili ai subacquei e il motivo è fin troppo evidente. Gli ambienti di grotta sono molto spettacolari e costituiscono una grande attrattiva per il turismo subacqueo. Il fascino dell'esplorazione di una cavità sommersa non ha eguali nella pratica dell'immersione subacquea. L'intensa frequentazione, però, costituisce una minaccia all'integrità dei popolamenti di grotta. Ogni grotta ha una fisionomia particolare e unica: l'originalità e l'unicità delle grotte marine rendono questi habitat particolarmente meritevoli di protezione

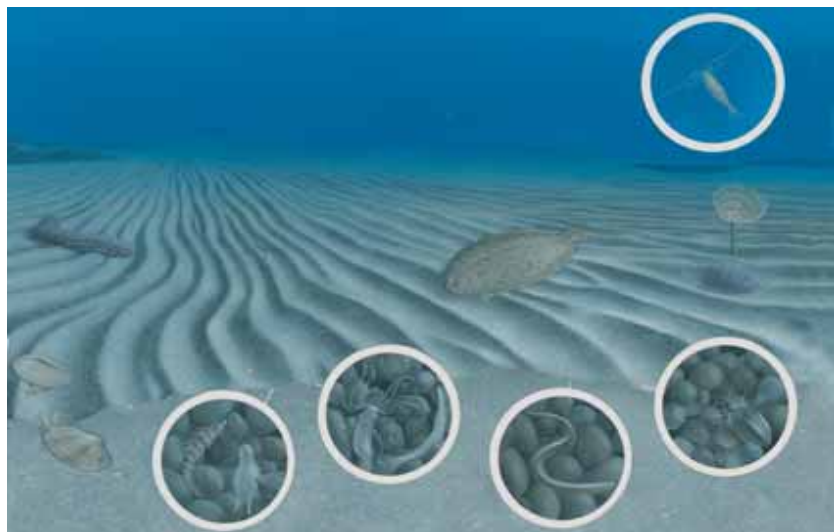


L'ingresso di una grotta marina

e gestione. Se la fruizione di questi ambienti porta al loro degrado, si perde un'unicità difficilmente rimpiazzabile. È quindi di estrema importanza identificare criteri di valutazione dell'integrità delle grotte, in modo da poter misurare l'impatto della frequentazione e regolamentarlo prima che il motivo di attrattiva venga distrutto. La presenza di colonie arborescenti di animali fragili, come i briozoi, è stata utilizzata per valutare la frequentazione dei subacquei. Le colonie sono di grandi dimensioni, e con le punte integre, nelle grotte poco frequentate; mentre in grotte molto frequentate sono più piccole e i loro apici sono spezzati, a causa dello sfregamento dei subacquei o delle loro attrezzature. Le bolle emesse dagli autorespiratori ad aria, poi, potrebbero accumularsi sul soffitto delle grotte, creando condizioni poco favorevoli per gli organismi insediati a "testa in giù". Il troppo amore per questi ambienti, la curiosità di conoscerli, potrebbe essere causa del loro degrado.

I fondi mobili. Le coste sabbiose sono il maggior richiamo per il turismo balneare, la principale fonte di reddito da turismo in tutta l'area mediterranea. La gestione delle spiagge e dei fondali antistanti, quindi, è di vitale importanza per il nostro benessere economico e, anche, per le nostre vacanze. I fondi mobili sono descritti in base alla dimensione dei granelli di sedimento (granulometria) e alla quantità di detrito organico in essi presenti. Un fondo è mobile se il moto ondoso o le correnti sono in grado di muovere le sue componenti. Una caduta di massi lungo un litorale roccioso sarà "mobile" solo in caso di mareggiate di forza estrema, mentre un fondo fangoso sarà risospeso (e quindi mosso) anche da idrodinamismo debole. I massi di un metro di diametro e più saranno probabilmente colonizzati da alghe fotofile sulla parte esposta alla luce e le parti all'ombra saranno invece coperte da spugne, briozoi, antozoi,

ascidiacei e idroidi. Questa differenza di colonizzazione ci dice che le varie parti dei massi sono habitat per organismi differenti e che le condizioni per la loro crescita sono relativamente costanti. Il masso è rimasto in quella posizione abbastanza a lungo da permettere lo sviluppo di una copertura biologica rilevante, con richieste ambientali molto differenti. Se le dimensioni dei massi sono inferiori a qualche decimetro, la colonizzazione sarà di molto inferiore e lo spessore delle concrezioni sarà di scarso rilievo. Le mareggiate, infatti, possono rivoltare i massi e cambiare in modo drammatico le condizioni di vita degli organismi insediati. Se le dimensioni sono di pochi centimetri abbiamo i ciottoli, mai colonizzati e di forma regolare a causa dello sfregamento dovuto al continuo movimento. Col diminuire del diametro dei singoli componenti del fondale si passa poi alla ghiaia, alla sabbia



Fondi mobili con sogliole (*Solea vulgaris*), vongole (*Ruditapes decussatus*), policheti (*Sabella penicillus*, *Nereis* sp.), anfipodi (*Gammarus locusta*), echinodermi (*Ophioderma longicaudum*, *Spatangus purpureus*, *Holothuria tubulosa*). Nei tondi, da sinistra, esemplari della fauna interstiziale: chinorinchi e gastrotrichi, idroidi e gnatostomulidi, nematodi, cisti di copepodi e loriciferi e, nella colonna d'acqua, un copepode

grossolana, alla sabbia fine, a fondi in cui si possono avere mescolanze di sedimento inorganico e di detrito organico, e poi ancora fango e limo. Vicino alla costa è facile trovare grande varietà di tipologie di fondi mobili, mentre al largo, a maggiori profondità, sono i fanghi a dominare.

Spesso i fanghi del largo sono formati dall'accumulo di scheletri di organismi planctonici microscopici che, millennio dopo millennio, hanno formato immani depositi. La composizione geologica dei granelli di sedimento (in particolare la presenza di silice) può influenzare la diversità e abbondanza degli organismi colonizzatori. I fondi mobili costituiscono habitat differenti, quindi, a seconda della dimensione dei granelli di sedimento e della litologia del sedimento stesso. In molti casi i fondali sabbiosi sono colonizzati dalle già citate praterie di posidonia, ma lungo buona parte delle nostre coste la sabbia resta scoperta e costituisce, essa stessa, l'habitat per altre comunità marine. I letti sabbiosi possono essere colonizzati da alghe calcaree a vita libera che formano il cosiddetto *maerl*. Si tratta delle corallinacee *Lithothamnion coralloides* e *Phymatolithon calcareum* che, invece di crescere attaccate al substrato, crescono libere e rotolano spinte da correnti o dal moto ondoso, assumendo forme varie. Si tratta di specie di interesse comunitario, inserite nella Direttiva Habitat. I fondi a *maerl* sono sensibili all'impatto antropico e meritano oculata gestione, anche per la loro grande originalità. Si tratta di microbiocostruzioni, in cui gli organismi, invece di formare substrati simili a quelli rocciosi, formano fondi a ciottoli "viventi".

Più comunemente, però, i fondi mobili marini appaiono "deserti". Tuttavia, a differenza dei deserti sabbiosi terrestri, gli ambienti marini corrispondenti sono

ricchi di forme di vita. I produttori primari macroscopici sono assenti dai fondali sabbiosi della zona eufotica: gli autotrofi sono rappresentati da alghe microscopiche che vivono sulla superficie e negli interstizi dei primissimi millimetri della sabbia. Gli animali macroscopici non hanno nascondigli sulla superficie della sabbia, e sarebbero facili bocconi per i predatori. Invece di usare il substrato in due dimensioni, colonizzandone la superficie come fanno i colonizzatori delle rocce, gli animali di solito usano il volume della sabbia, e quindi una terza dimensione, e si infossano. I fondali sabbiosi ospitano organismi diversi a seconda della granulometria e, anche, della natura



L'anemone di sabbia (*Condylactis aurantiaca*)

geologica dei granelli di sedimento. Gli organismi dominanti, per la macrofauna, sono gli anellidi policheti e i molluschi bivalvi, ma sono anche abbondantissimi i crostacei, principalmente decapodi, anfipodi e isopodi, gli echinodermi, con i ricci irregolari e le stelle predatrici, alcune specie di attinie fossorie e molte specie di pesci in grado di infossarsi nella sabbia, dalle sogliole e rombi, alle pericolose tracine, dagli aculei velenosi, che spesso infliggono dolorosissime ferite a chi cammina sulla sabbia. Gli organismi fossori scavano nella sabbia, spostandola per trovare rifugio al suo interno.

Esiste poi una vastissima gamma di organismi di ridotte dimensioni, inferiori al millimetro, che vivono negli interstizi del sedimento e che formano la cosiddetta fauna interstiziale. L'habitat degli spazi tra i granelli di sedimento permette alla meiofauna di muoversi nuotando nell'acqua interstiziale o strisciando sulla superficie dei vari granelli. Questi organismi non spostano il sedimento, a differenza degli organismi fossori. L'habitat interstiziale è senza dubbio il più originale dell'intera biosfera. Di esso sono esclusivi alcuni *phyla*:



Il gastrotrico *Tetranchyroderma anomalopsum*

gnatostomulidi, chinorinchi, loriciferi. Inoltre, sono rappresentati nel meiobentos altri *phyla* con rappresentanti che, in altri habitat, hanno in genere maggiori dimensioni: cnidari, platelminti, nemertini, nematodi, rotiferi, gastrotrichi, tardigradi, sipunculoidei, anellidi, artropodi, molluschi, briozoi, brachiopodi, echinodermi, cordati.

Non esiste altro habitat che abbia una tale varietà di *phyla* animali e un così alto numero di *phyla* esclusivi. Pur essendo estremamente originale, l'habitat interstiziale non viene considerato di rilevante interesse solo perché non è abitato da animali carismatici, evidenti ai nostri sensi ed evocativi di forti emozioni.

Nessuna specie della meiofauna è inclusa tra le specie meritevoli di protezione e l'habitat non è considerato in alcuna direttiva, essendo incluso nelle varie tipologie di fondo molle, in cui viene però considerata esclusivamente la macrofauna (organismi di dimensioni



L'echinoide *Brissus* sp.

superiori al millimetro).

I fondi molli sono i più impattati da attività antropiche direttamente distruttive. Prima tra tutte la pesca a strascico, ma recentemente si stanno sviluppando attività potenzialmente impattanti, come gli impianti di trivellazione del fondale marino, o l'acquacoltura. Un impianto di gabbia galleggiante, per esempio, produce molti scarti, sotto forma di feci degli animali in allevamento e sotto forma di mangimi che non vengono consumati. I fondali mobili devono essere seguiti con programmi di monitoraggio, ed eventualmente di mitigazione, in modo da poter essere difesi da impatti specifici.

In Italia sono quasi esclusivamente gli habitat di fondo duro ad essere protetti. Per soddisfare il criterio della rappresentatività degli habitat e dei popolamenti da porre sotto regime di tutela sarebbe necessario, in un'ottica di conservazione efficace, che i fondi molli fossero adeguatamente rappresentati nelle liste degli habitat protetti.

Il mare profondo: canyon sottomarini, coralli bianchi, sorgenti idrotermali e vulcani di fango. Quando, durante la crisi del Messiniano, 5 milioni di anni fa, il Mediterraneo si prosciugò almeno in parte, i fiumi esercitarono la loro attività erosiva su porzioni di territorio ora sommerse dal mare. Si formarono, allora, i canyon che, oggi, sono sotto il livello del mare e che continuano, sott'acqua, l'orografia delle terre emerse. I canyon possono essere anche molto profondi: quello di Taranto, per esempio, raggiunge le massime profondità del Mediterraneo. Le correnti marine, in corrispondenza dei canyon, hanno andamenti particolari, con approfondimento delle acque (*downwelling*) e conseguente risalita (*upwelling*) che innescano processi di ricambio essenziali per la circolazione dei nutrienti dalla platea continentale alla scarpata e alle zone più profonde. Lungo la scarpata continentale, tra 350 e 1100 m di profondità, sono presenti

formazioni coralline delle specie *Madrepora oculata* e *Lophelia pertusa*. Fino a qualche anno fa, tali formazioni erano ritenute prevalentemente morte, a testimonianza di un passato rigoglio di popolazioni coralline ormai estinte. Campagne di ricerca in mare profondo hanno evidenziato grandi porzioni viventi di queste due specie al largo di Santa Maria di Leuca, ed è probabile che lo stato dei coralli bianchi lungo le nostre scarpate continentali possa essere ancora relativamente buono anche in altre parti delle coste italiane. L'esplorazione del mare profondo, infatti, sta riservando notevoli sorprese, con habitat dalle caratteristiche originalissime, come le sorgenti idrotermali, spesso ospitanti una fauna che basa la propria esistenza sulla simbiosi con batteri chemiosintetici e quindi indipendente dalla produzione primaria basata sull'energia solare. I vulcani di fango, noti in ambiente terrestre, sono presenti nelle profondità marine e la loro esplorazione darà sicuramente notevoli sorprese.



Fondale profondo caratterizzato dalla presenza dei coralli bianchi *Lophelia pertusa* e *Madrepora oculata*, si vedono i pesci *Pagellus bogaraveo* e *Helicolenus dactylopterus* (sul fondo), il crostaceo *Rochinia rissoana* e lo cnidario antipatario *Leiopathes glaberrima*

L'ambiente pelagico. Oceani e mari sono l'habitat più diffuso sull'intero pianeta: un ambiente tridimensionale, dove il paesaggio è di solito costituito da animali. I produttori primari (corrispondenti alle piante a terra) sono microscopici, unicellulari e non sono da noi percepibili, se non per il colore che conferiscono all'acqua. La colonna d'acqua è dominata dagli animali e i più cospicui appartengono al necton, quelli in grado di muoversi controcorrente, in modo attivo.



Un banco di pesce azzurro

A differenza degli habitat di fondo, gli habitat pelagici hanno caratteristiche meno stabili. L'acqua si sposta, le correnti possono cambiare. Lungo le nostre coste, di solito, esistono correnti unidirezionali parallele alla linea di riva, legate alla macrocircolazione delle acque nel Mediterraneo. In Adriatico, per esempio, la corrente principale lungo le coste italiane va da Nord verso Sud, mentre la corrente lungo le coste albanesi e croate va da Sud verso Nord. Queste grandi direttrici, però, subiscono notevoli variazioni lungo la costa. Un grande promontorio, per esempio, farà quasi da barriera alla corrente che, nella porzione esposta alla direzione principale, accumulerà organismi e sospensioni che, però, verranno poi trasportati via dal flusso. Nella parte a ridosso, protetta dal promontorio, la

corrente passerà al largo, ma, di solito, in questi casi si verificano fenomeni di controcorrente, con correnti locali sottocosta che hanno direzione opposta alla corrente principale. La definizione degli habitat pelagici, pur essendo parte delle conoscenze tradizionali da tempo inenarrabile, non è ancora ben formalizzata e richiede una convergenza di informazioni oceanografiche e bio-ecologiche che deve ancora essere in gran parte realizzata. La biologia della pesca, infatti, per molto tempo si è concentrata sulle tecniche di pesca e sulle specie bersaglio, mentre oggi l'Unione Europea, con l'approccio ecosistemico, chiede che le attività di pesca siano studiate e gestite come parte integrante dell'ecosistema marino. La pesca industriale, la distruzione degli habitat e l'inquinamento stanno depauperando sempre più le risorse ittiche a livello globale. I grandi tonni, da millenni alla



Tonno rosso (*Thunnus thynnus*)

base dell'economia di molti paesi, stanno diventando sempre più rari e, con loro, tutte le altre specie di grandi pelagici. I cetacei e i rettili marini sono protetti da particolari direttive (in particolare sono tutti inseriti in Direttiva Habitat). Le conseguenze di questa gestione degli habitat pelagici stanno portando a situazioni inaspettate. Dai fiordi della

Norvegia, alle acque del Mediterraneo, ai mari tropicali e subtropicali, le meduse diventano le dominatrici della colonna d'acqua, prendendo il posto dei pesci. In inglese il fenomeno viene descritto con la frase: *from a fish to a jellyfish ocean* (da un mare di pesci a un mare di meduse). Le proliferazioni di meduse sono di solito monospecifiche. Le specie più comuni nei nostri mari sono *Aurelia aurita*, *Cotylorhiza tuberculata*, *Rhizostoma pulmo* e, soprattutto, *Pelagia noctiluca*, molto comune in tutto il Mediterraneo e in Atlantico. *Pelagia* è molto urticante e ha inflitto gravissimi danni al turismo e alla pesca. Le meduse mangiano lo zooplancton a crostacei (cioè gli erbivori del mare, i piccoli animali, simili a gamberetti, che mangiano le microalghe produttrici primarie) sottraendolo alle larve dei pesci e quindi competendo con loro per le risorse. Le meduse, inoltre, mangiano direttamente le uova e larve dei pesci. L'ittiofauna, a questo punto, si trova tra

due fuochi: noi catturiamo e mangiamo gli adulti, le meduse catturano e mangiano le uova e le larve, oltre a nutrirsi del loro cibo. Il risultato è una semplificazione degli ecosistemi che, da una dominanza di vertebrati, passano alla dominanza degli animali attuali comparsi per primi nel corso dell'evoluzione. Gli animali di oggi, infatti, sono il risultato di una esplosione di diversità che ebbe origine 500 milioni di anni fa, nel Cambriano. Le meduse sono presenti anche nei reperti fossili antecedenti. La loro dominanza, quindi, sta riportando gli oceani ad uno stato Precambriano. L'habitat pelagico, pur essendo apparentemente omogeneo, quindi, presenta una grande diversità di condizioni ambientali e un'alta instabilità. Inoltre è attraverso il movimento di questo habitat liquido che tutti gli altri habitat ricevono nutrimento per i loro abitanti e sono in grado di scambiarsi propaguli.



Ambiente pelagico dominato dalla medusa *Aurelia aurita*

Porti e substrati artificiali. Gli ambienti marini creati dall'uomo, come i porti o le massicciate a protezione delle coste, sono habitat per molte specie sessili e vagili che, in queste condizioni, formano popolazioni con caratteristiche differenti da quelle di habitat naturali. I porti, a causa del traffico navale, ospitano specie aliene portate dalle navi sulle loro carene o nelle acque di zavorra. L'analisi degli habitat portuali può fornire informazioni su specie non indigene che potrebbero espandersi negli ambienti naturali.

Le massicciate a protezione dei litorali sono substrato idoneo per specie aliene come il mollusco *Rapana venosa* che, attraverso di esse, espandono il proprio areale in zone che altrimenti non avrebbero potuto raggiungere. Le specie di aree portuali sviluppano popolazioni molto abbondanti, in grado di trarre vantaggio dalla grande abbondanza di nutrienti di solito tipica di questi habitat.



Molti organismi planctonici come rotiferi, dinoflagellati, cladoceri e copepodi trascorrono la stagione avversa nei sedimenti marini, sotto forma di stadi di resistenza

Scambi tra habitat. Le connessioni tra i vari habitat sono maggiori di quel che appare studiando esclusivamente le forme adulte degli organismi che li abitano.

Molte specie bentoniche e nectoniche hanno larve planctoniche. L'habitat pelagico, quindi, è un crocevia spaziale e, anche, ontogenetico. Gli organismi non sono solo forme adulte. Sono, infatti, una sequenza di stadi ontogenetici, sono cicli biologici. Quando si parla di plancton si pensa a qualcosa che vive in sospensione nell'acqua, incapace di muoversi contro-corrente in modo autonomo. Ma molti planctonti hanno forme di resistenza che sopravvivono negli interstizi dei sedimenti, occupando l'habitat interstiziale. Molti organismi bentonici, sia sessili sia vagili, hanno larve planctoniche e, quindi, trascorrono nell'habitat pelagico parte della loro esistenza, utilizzandolo come fonte di nutrimento e come mezzo di connessione tra siti di insediamento.

■ Mediterraneo che cambia

Il termoclino estivo. I biota del Mediterraneo, ad affinità tropicale in estate e temperata in inverno, si stanno modificando radicalmente e, oggi, non sono più quelli di venti anni fa. Il numero di specie aliene di origine tropicale sta crescendo in modo esponenziale e le specie del bacino meridionale stanno rapidamente espandendo i loro



Tursiope

areali di distribuzione, colonizzando gli habitat più settentrionali. Stanno entrando anche molte specie atlantiche, attraverso Gibilterra, ma spesso si fermano al Mare di Alboran e alla porzione più occidentale del Mediterraneo. Una delle conseguenze più immediate del riscaldamento globale dovrebbe essere il riscaldamento delle acque marine. Il fenomeno non è molto ovvio negli oceani perché lo scioglimento dei ghiacci polari, paradossalmente, produce grandi masse di acqua fredda e meno salina che pare stia modificando il corso delle correnti oceaniche. Questi fenomeni potrebbero avere forti impatti sulla corrente del Golfo, modificando il clima del nord Europa. L'area mediterranea potrebbe essere influenzata solo marginalmente da questa possibile catastrofe, in quanto il suo regime climatico non è determinato dalle grandi correnti oceaniche. Nel nostro mare il riscaldamento globale potrebbe, però, influenzare direttamente la profondità massima raggiunta dal primo termoclino estivo, lo strato d'acqua dove la temperatura cambia in modo brusco, separando le acque superficiali, direttamente esposte all'energia radiante solare, da quelle più profonde. Se il riscaldamento aumenta, lo strato di acqua calda superficiale che si forma ogni estate probabilmente aumenterà di spessore.

Il riscaldamento globale, sugli habitat, ha impatti evidenti a scala locale. Il termoclino estivo può raggiungere profondità ragguardevoli non solo per il riscaldamento, ma anche per condizioni di vento e pressione particolari che rendono il fenomeno molto intenso sottocosta e impercettibile al largo. In Mar Ligure, ad esempio, un evento di alta pressione e di venti verso costa ha spinto le acque superficiali più calde verso le falesie rocciose che caratterizzano quel tratto di costa, facendo scendere il termoclino estivo a 50 m, invece dei soliti 12-13 m. Questa anomalia ha causato un'impressionante moria di organismi sessili a vita lunga, in particolare le gorgonie. Gli organismi non hanno mostrato alcun segno di sofferenza al di sotto del termoclino. Questo evento dimostra come la temperatura giochi un ruolo chiave nel determinare la distribuzione verticale degli organismi sessili. L'acqua superficiale, scaldata in estate, determina condizioni nettamente separate da quelle al di sotto del termoclino. Questo porta a riconside-



Pelagia noctiluca

rare quali siano le variabili ambientali che determinano le caratteristiche dei vari habitat. In passato, oltre alla natura del substrato, la descrizione degli habitat con la componente vegetale identificava nella penetrazione della luce il fattore principale nel determinare la distribuzione degli organismi. Chi concentrava la propria attenzione sugli animali, invece, attribuiva un ruolo chiave al movimento dell'acqua, inteso come trasportatore di nutrimento. In seguito apparve evidente che luce e idrodinamismo hanno influenze sinergiche e che devono essere considerati assieme. Le morie dovute ad anomalie termiche suggeriscono che la temperatura sia un terzo attore nel determinare le caratteristiche degli habitat. Il passaggio da omeotermia invernale, quando la colonna d'acqua ha temperatura omogenea, a stratificazione estiva, quando l'acqua calda "galleggia" su quella più fredda, determina la composizione in specie delle biocenosi bentoniche. Le specie ad affinità calda, infatti, restano nella zona più superficiale, mentre quelle ad affinità fredda arrivano fin sotto il termoclino estivo e non salgono ulteriormente. Specie a vita lunga e molto evidenti, come le gorgonie, sono morte in una notte per l'abbassamento del termoclino in Mar Ligure. Le dimensioni ragguardevoli di questi animali sono raggiunte in tempi relativamente lunghi e se questo è stato possibile allora eventi del genere non si erano verificati per lungo tempo. Pur agendo in un arco temporale breve, quindi, la stratificazione termica influenza in modo drastico le condizioni dei nostri habitat marini.

L'origine delle acque profonde e il transiente. Oltre ad avere un ruolo locale, le condizioni di temperatura di particolari siti condizionano le caratteristiche di vaste aree del Mediterraneo, agendo a scala di bacino. Le aree che si raffreddano maggiormente durante l'inverno sono il Nord Egeo, il Nord Adriatico e il Mar Ligure (soprattutto il Golfo del Leone). Il raffreddamento è causato dai venti freddi settentrionali. L'acqua del Golfo di Trieste a volte gela in superficie e non è raro che la temperatura raggiunga i 6°C, molto inferiore, quindi, rispetto ai 12-13°C delle altre acque italiane durante l'inverno. Le acque fredde aumentano di densità e tendono ad affondare, raggiungendo le massime profondità del Mediterraneo. In questi siti freddi, quindi, si formano le acque profonde del bacino: le acque superficiali, ossigenate e fredde, arrivano nelle parti più profonde, ossigenandole, e fanno risalire le acque profonde "consumate". Gli habitat profondi del Mediterraneo, quindi, devono le loro caratteristiche non solo alle condizioni locali determinate dalla natura del substrato, ma anche all'apporto di acque da siti superficiali di formazione di acque profonde. Nel bacino occidentale il Golfo del Leone rifornisce le parti più profonde di quella porzione del Mediterraneo, mentre nel bacino orientale questo ruolo è svolto dal Nord Adriatico.

Anomalie in questi processi di formazione di acque profonde possono avere ripercussioni che vanno ben oltre la scala di fenomeni locali di riscaldamento. Il Nord Adriatico, la parte più fredda di tutto il Mediterraneo, per un certo perio-



Fucus virsoides, tipico del Nord Adriatico, è diventato, negli ultimi anni, infestante nella Laguna di Venezia

raffreddamento delle acque delle porzioni settentrionali del bacino, le acque profonde potrebbero non rinnovarsi più, con conseguenze catastrofiche sugli habitat dell'intero bacino.

Mediterraneo ieri e oggi. A partire dall'Ottocento, mari e oceani sono stati esplorati con spedizioni scientifiche effettuate da navi oceanografiche che si spostavano continuamente, misurando variabili ambientali, cartografando i fondali e raccogliendo campioni biologici. Un modo alternativo per studiare la biodiversità marina privilegia studi *in situ* rispetto al vagare delle navi oceanografiche. A Napoli, sempre nell'Ottocento, fu fondata per questo la Stazione Zoologica: un edificio attrezzato per la ricerca scientifica, da e in cui esplorare con continuità l'espressione della biodiversità marina, individuandone i ritmi e i cicli. La grande scala spaziale coperta dalla mobilità delle navi oceanografiche ha come vincolo una piccola scala temporale, dovuta alle visite episodiche alle stazioni di campionamento. Al contrario, la ridotta scala spaziale considerata dalle stazioni marine, base per studi *in situ* e in condizioni controllate, a livello di organismi singoli o di interazioni tra organismi, è controbilanciata da un'ampia scala temporale, con studi a lungo termine.

Pur avendo base in Italia, l'approccio stanziale all'esplorazione della biodiversità marina fu concepito da studiosi nordici (nel caso della Stazione Zoologica di Napoli fu Anton Dohrn) e presto i paesi del Nord Europa impiantarono stazioni di ricerca lungo le coste mediterranee, consci della maggiore ricchezza biologica di questo mare rispetto agli altri mari europei. L'Austria-Ungheria fondò stazioni di ricerca nel Nord Adriatico, mentre la Francia costellò di stazioni di ricerca la Costa Azzurra e il Golfo del Leone. La massa di informazioni generate dalla ricerca marina si concentrò sulle parti più settentrionali del bacino, con attenzioni eccezionali allo Stretto di Messina, a causa delle sue peculiarità oceanografiche e biologiche. Queste informazioni "antiche" ci permettono di fare confronti con la situazione attuale, e di vedere se e come il Mediterraneo di oggi sia cambiato.

do ha smesso di rifornire con le sue acque dense le parti più profonde del bacino orientale, con uno stravolgimento della dinamica oceanografica di tutto il bacino. Questo fenomeno è stato chiamato "transiente del Mediterraneo orientale" e ha visto le acque fredde del Nord Egeo sostituire quelle del Nord Adriatico nel ruolo di sorgente superficiale di acque profonde. Se i "motori termici" del Mediterraneo dovessero venir meno, per il mancato

Tropicalizzazione e meridionalizzazione. La formazione di liste di specie ha avuto da sempre il fine di elencare la varietà dei viventi che abitano una certa zona. Le nuove segnalazioni si aggiungono alle precedenti e la biodiversità aumenta, dando l'impressione che gli habitat diventino sempre più ricchi in specie: le liste di specie dei mari italiani sono oggi molto più ricche di quelle di qualche decennio fa. Il motivo è molto semplice: le vecchie liste vengono aggiornate man mano che nuove specie vengono scoperte o segnalate per la prima volta per il bacino, e la lista non può che allungarsi. Le aggiunte sono di due tipi: specie autoctone poco cospicue, mai viste prima per scarsità di sforzi di ricerca, e specie non indigene, arrivate di recente. Gran parte delle segnalazioni recenti per le acque italiane è di origine tropicale e il loro ingresso in habitat mediterranei è chiamato "tropicalizzazione". Alcune di queste specie, come quelle delle alghe del genere *Caulerpa*, sono diventate un elemento dominante dei nostri habitat superficiali, dove *Caulerpa racemosa* ha assunto addirittura il ruolo di formatore di habitat. Un altro fenomeno importante è la "meridionalizzazione": l'ampliamento verso settentrione di specie che, in passato, avevano una distribuzione limitata alla parte più meridionale del Mediterraneo.

Gli habitat settentrionali sono "meridionalizzati" da specie che provengono da Sud. Un esempio importante è il pesce *Sparisoma cretense*, un variopinto pesce pappagallo, da sempre conosciuto per il Mediterraneo Orientale, che solo da pochi anni è una presenza comune anche nel prodotto della pesca di alcune regioni come la Puglia, dove prima era sconosciuto.



Una femmina di pesce pappagallo di Creta (*Sparisoma cretense*): un esempio di meridionalizzazione

Specie ad affinità fredda. Tropicalizzazione e meridionalizzazione descrivono l'aggiunta di nuove specie a quelle preesistenti, testimoniando un aumento netto di biodiversità. Ma sarà vero che la biodiversità è aumentata?

L'attenzione dei biologi è concentrata sulle novità, mentre è raro che ci si renda conto dell'assenza di specie, a meno che siano carismatiche, come le specie acquatiche i cui rappresentanti respirano ossigeno atmosferico (mammiferi, uccelli e rettili marini). Delfini e cetacei in generale, foche, gabbiani, tartarughe sono oggetto di grande attenzione e la loro scomparsa suscita immediato allarme, mentre le specie poco cospicue sono spesso fuori dai cuori di chi si preoccupa della conservazione della biodiversità. La specie *Tricyclusa singularis*, per esempio, fu trovata per la prima volta a Trieste, a metà dell'Ottocento. Si tratta di un idrozoa talmente peculiare che fu classificato in un genere e una famiglia creati appositamente per lui. Dopo quel primo ritrovamento, *Tricyclusa* non è più stata segnalata, ma nessuno si preoccupa della sua scomparsa e la specie non è neppure inserita nelle liste delle specie meritevoli di attenzione. *Tricyclusa singularis*, endemica del Nord Adriatico, la parte più fredda del Mediterraneo orientale, unica rappresentante di una famiglia, potrebbe essere facilmente vittima del riscaldamento globale. Un destino analogo potrebbe avere *Paracoryne huvei*, un altro idroide dal piano strutturale talmente peculiare da avere anch'esso meritato di essere ascritto a una famiglia tutta sua. *Paracoryne*, lo abbiamo visto, è tipica della zona di marea ed è endemica del Mar Ligure e del Golfo del Leone, la par-



Capodoglio (*Physeter catodon*), famosa specie "carismatica"

te più fredda del Mediterraneo occidentale. Quasi ogni gruppo tassonomico ha rappresentanti endemici di queste porzioni fredde; si tratta di relitti glaciali o, comunque, di specie adattate a queste condizioni particolari. Sarebbe bene farne un elenco completo e sarebbe bene verificarne lo stato di conservazione.

Le liste delle specie minacciate cambierebbero radicalmente se davvero si studiasse la diversità in modo più scientifico e meno emotivo. Gran parte della biodiversità è costituita da specie poco cospicue e non carismatiche, a differenza delle specie presenti nelle liste rosse. Le già citate morie di specie sensibili alle alte temperature ci mostrano come moltissimi organismi subiscano lo stress del riscaldamento delle acque. In alcuni casi queste specie ad affinità fredda possono vivere spostandosi in profondità, al di sotto del termoclino estivo, ma questo non è possibile in mari poco profondi come il Nord Adriatico.



Paracoryne huvei, unica specie della famiglia dei paracorinidi, è una importante espressione della biodiversità

Adattamenti alle nuove condizioni. La vita procede tenendo dietro ai continui cambiamenti ambientali che caratterizzano l'intera storia del nostro pianeta. Non è detto, quindi, che una specie ad affinità fredda debba forzatamente soccombere se il suo habitat diventa più caldo. Potrebbe anche adattarsi alle nuove condizioni e risultare favorita. *Fucus virsoides*, l'unico rappresentante di questo genere di alga in Mediterraneo, endemico dell'Adriatico settentrionale, nei decenni scorsi ha attraversato una fase di regressione. Sarebbe stato fin troppo facile attribuire il fenomeno al cambiamento del suo habitat preferenziale, di tipo temperato freddo. Negli ultimi anni, nonostante il riscaldamento globale, *Fucus virsoides* è riapparso con popolazioni molto vigorose, colonizzando in modo massivo la laguna di Venezia. Attraversare periodi di crisi, con popolazioni ridotte quasi ai minimi termini, può spesso portare le specie all'estinzione, ma le popolazioni ridotte a pochi individui possono anche "fondare" nuove popolazioni con assetti genetici differenti da quelli dei loro predecessori, rivelandosi vincenti in situazioni che potrebbero apparentemente essere origine di forte stress. È con questi meccanismi che gli insetti diventano resistenti agli insetticidi, evolvendo resistenza a partire da popolazioni ridotte, selezionate proprio dai nostri veleni verso assetti genetici in grado di far fronte a situazioni di disagio per la specie. Ci possiamo aspettare, quindi, che le specie soccombano per le modificazioni dei loro habitat, ma dobbiamo anche considerare che nuove condizioni portino a nuovi adattamenti.



L'area marina protetta di Giannutri (Toscana)

Una situazione molto dinamica. Tutte le indicazioni mostrano che la fisica e la biologia del Mediterraneo si stanno modificando in modo univoco verso un assetto climatico che, da temperato, sta rapidamente assumendo caratteri di tipo tropicale. Gli habitat, e le specie formatrici di habitat, stanno cambiando. Per apprezzare il cambiamento occorrono punti di riferimento, occorre la conoscenza di situazioni di partenza. Se si considera che le attività umane hanno cominciato a determinare trasformazioni nel paesaggio marino a partire da 2500 anni fa, è facile comprendere come sia difficile avere una idea di condizioni naturali. Le informazioni che noi abbiamo a disposizione si riferiscono a periodi in

cui le attività antropiche avevano già cominciato ad operare. La conseguenza è che, per gli habitat marini, le nostre conoscenze sono estremamente frammentarie e sono limitate ad alcune tipologie di habitat.

Le praterie di *Posidonia oceanica*, l'habitat mediterraneo più caratteristico e diffuso, sono state mappate ripetutamente, anche in ottemperanza alle scelte della Direttiva Habitat, mentre le conoscenze sulle altre tipologie di habitat sono alquanto frammentarie e sono lasciate all'iniziativa di singoli ricercatori che, magari, segnalano la presenza di biocostruzioni anche in assenza di programmi tesi alla loro salvaguardia o conoscenza.

Uno dei risultati più rilevanti del progetto Afrodite, teso a porre le basi per mettere in rete le Aree Marine Protette italiane, è stata la mappatura georeferenziata degli habitat presenti nelle zone A. È in corso la mappatura del resto delle AMP italiane, ma il resto del nostro territorio marino rimane in gran parte sconosciuto nella sua diversità. La scoperta di banchi di coralli bianchi nel mare di Santa Maria di Leuca, o di biocostruzioni come le biostalattiti delle grotte salentine, indica che il nostro mare ci riserva ancora moltissime sorprese, sia positive, come quelle dei coralli bianchi, sia potenzialmente negative, come quella relativa allo stato di conservazione delle specie ad affinità fredda che vivono nelle parti settentrionali del bacino.

Il grande sforzo di mappatura della distribuzione degli habitat terrestri deve necessariamente essere ora esteso agli habitat marini ed è impellente una strategia che miri a fare il punto della situazione attuale, anche per poter valu-

tare, in futuro, l'entità dei cambiamenti che sono drammaticamente in corso. Appare oltremodo necessario che, a fianco ad una lista condivisa di tipologie di habitat, si compilino liste di specie registrate nei vari habitat.

Le informazioni sulla diversità specifica degli habitat sono contenute principalmente nella letteratura tassonomica e devono essere ricavate da un'accurata analisi di fonti bibliografiche che, per il Mediterraneo, risalgono a due e, a volte, persino tre secoli fa. La storia degli habitat e della loro diversità specifica, quindi, può e deve essere ricostruita, perché il presente si comprende solo se si tiene conto del passato.

Occorre mappare la distribuzione verticale delle specie ad affinità fredda lungo gradienti latitudinali, per vedere se il loro limite superiore di distribuzione tende ad approfondirsi anche nelle porzioni settentrionali del bacino, ad indicare un approfondimento del termoclino. Occorre valutare come lo stesso habitat possa comunque cambiare nella composizione in specie e nei rapporti quantitativi tra le specie a seguito dell'influenza delle molteplici fonti di impatto che ormai non operano singolarmente, ma in modo sinergico. Occorre vedere come le specie aliene interagiscono con quelle autoctone, e capire se le stanno sostituendo perché le indigene sono in regressione a causa di stress climatici, o se sono le aliene ad essere fonte di stress per le specie indigene o una combinazione delle due cose. Occorre infine capire quale livello di cambiamento sia sopportabile da parte di un habitat per poter continuare a permettere il funzionamento futuro degli ecosistemi marini.

Globicefali (*Globicephala melas*)



Conservazione della biodiversità

ALESSANDRO LA POSTA · EUGENIO DUPRÉ · LUCIO ELEUTERI · LAURA PETTITI ·
BENEDETTA BRECCIAIROLI · NICOLETTA TARTAGLINI

187

■ Il contesto internazionale

Le origini della Conservazione della Natura.

A partire dall'ultimo trentennio del secolo scorso, dopo i decenni di ricostruzione post-bellici che hanno portato al boom economico degli anni '60, in ambito scientifico sono stati pubblicati i primi studi che mettevano in relazione le attività e le tecnologie usate dall'uomo con le disponibilità



Orso bruno (*Ursus arctos*)

limitate delle risorse naturali sul Pianeta. Il carattere innovativo di tali studi, oltre al soggetto trattato, era dato dallo spiccato approccio interdisciplinare che, nel corso degli anni, ha portato alla definizione di una nuova scienza, la Conservazione della Natura.

Da un punto di vista storico, gli strumenti che testimoniano il punto di incontro tra gli esiti degli studi e delle conoscenze emerse in ambito scientifico e le decisioni assunte in ambito politico-decisionale a livello di Stato, sono la definizione e l'adesione ad accordi, trattati e convenzioni internazionali che, riconoscendo il carattere transfrontaliero dell'ambiente e delle risorse naturali e il loro valore per il mantenimento della vita umana sulla Terra nel presente e nel futuro, individuano impegni e obiettivi, più o meno vincolanti, cui gli stati firmatari (Parti) devono adempiere. La nascita di agenzie e organizzazioni di valenza internazionale quali l'*International Union for Conservation of Nature* (IUCN) nel 1948 e l'*United Nations Environment Programme* (UNEP) nel 1973, è un altro elemento da considerare nell'analisi del percorso che ha portato la Conservazione della Natura dalle sedi scientifiche ed accademiche a quelle dei capi di Stato e di Governo.

Le convenzioni degli anni '70. Le pietre miliari della storia della Conservazione della Natura in ambito internazionale sono le prime convenzioni degli anni '70 volte alla conservazione di specie e ambienti ritenuti particolarmente a rischio a livello globale; tra queste la Convenzione di Ramsar sulle zone umide (1971), la Convenzione di Washington (CITES) sul commercio delle specie animali e vegetali in via di estinzione (1973), la Convenzione di Barcellona sul Mare Mediterra-

L'orchidea *Ophrys fuciflora*



Val Veny (Val d'Aosta)

neo (1976), la Convenzione di Bonn sulle specie migratrici (1979) e la Convenzione di Berna sulla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale (1979). Effettuando una rapida carrellata di ciò che è avvenuto negli anni '70, è possibile osservare il passaggio dal riconoscimento generico dell'interdipendenza tra uomo e ambiente all'assunzione che la flora e la fauna selvatiche costituiscono un patrimonio naturale di valore estetico, scientifico, culturale, ricreativo, economico e intrinseco che occorre preservare e trasmettere alle generazioni future per mantenere gli equilibri biologici.

Ai testi di queste Convenzioni sono allegati elenchi di specie da tutelare che possono essere aggiornati secondo

meccanismi individuati *ad hoc*; agli Stati firmatari compete l'obbligo di mettere in campo provvedimenti idonei al rispetto dell'accordo siglato. Solo nella Convenzione di Ramsar non vi sono elenchi di specie, ma è prevista l'istituzione di aree protette nei territori di competenza degli Stati aderenti, che nell'insieme definiscono l'elenco delle zone umide di importanza internazionale. Queste sono individuate in aree costiere, isole o distese d'acqua marina importanti come habitat per gli uccelli acquatici e palustri in tutte le stagioni e di grande rilevanza per gli aspetti floristici, faunistici ed ecologici. Anche la Convenzione di Barcellona, dedicata all'ambiente marino, utilizza lo strumento delle aree protette (aree ASPIM) per tutelare specie e habitat ritenuti particolarmente a rischio.

Gli sviluppi recenti. Dopo questi primi atti i successivi anni '80 sono stati caratterizzati dall'emergere di nuovi impulsi nati dalla necessità di una maggiore attenzione verso le attività antropiche che utilizzano le risorse naturali. Nel 1987 la formulazione del concetto di sviluppo sostenibile nel Rapporto della Commissione Mondiale sull'Ambiente e lo Sviluppo (Commissione Burtland), definito come *"sviluppo che va incontro ai bisogni delle generazioni presenti, senza compromettere l'abilità delle generazioni future a soddisfare i propri bisogni"*, rappresenta una pietra miliare nel riconoscimento che le attività antropiche indirizzate allo sviluppo della società umana si fondano su risorse naturali limitate e sono possibili solo evitandone lo sfruttamento incontrollato. I decenni di fermento sopra ricordati portarono, il 22 maggio del 1992 a Nairobi, all'ado-

zione della Convenzione sulla Diversità Biologica (CBD) che, un mese dopo, fu sottoposta alla firma dei Capi di Stato e di Governo durante il *Summit* mondiale di Rio de Janeiro su Ambiente e Sviluppo.

La Convenzione sulla Diversità Biologica non ha alcuna lista di specie da proteggere o siti da gestire, ma si pone tre obiettivi primari: la conservazione della diversità biologica, l'uso sostenibile delle sue componenti e la giusta ed equa condivisione dei benefici che derivano dall'utilizzo delle risorse genetiche. L'articolo 2 della Convenzione definisce la diversità biologica come *"la variabilità tra organismi viventi di qualsiasi tipo compresi, tra gli altri, quelli terrestri, marini e di altri ecosistemi acquatici e i*

complessi ecologici dei quali questi sono parte; questo include la diversità all'interno delle specie, tra le specie e degli ecosistemi" includendo nella definizione tutti i livelli gerarchici delle forme viventi conosciute e le relazioni che essi sono in grado di instaurare con l'ambiente circostante. A conferma di ciò è significativo il fatto che l'allegato I della Convenzione redatto a supporto dell'articolo 7 (dedicato all'identificazione e al monitoraggio degli elementi che costituiscono la diversità biologica), riporti oltre al livello genetico e a quello di specie, anche i livelli di comunità, habitat ed ecosistema.

Nel settembre 2000, durante il Vertice del Millennio delle Nazioni Unite, è stata sottoscritta da tutti gli Stati membri la Dichiarazione del Millennio che definisce otto obiettivi (*Millennium Development Goals*), da realizzare entro il 2015, ritenuti significativi per combattere la povertà a livello mondiale. Tra questi uno (il numero 7) è dedicato alla sostenibilità ambientale e, all'interno di esso è dichiarato l'impegno a ridurre il fenomeno di perdita di biodiversità entro l'anno 2010 e di insistere per la piena attuazione della Convenzione sulla Diversità Biologica. L'Obiettivo 2010 è stato ripreso nel 2002 a Johannesburg nel corso del *Summit* sullo sviluppo sostenibile e, nello stesso anno, in Olanda durante la celebrazione del decennale della Convenzione sulla Diversità Biologica, quando la sesta Conferenza delle Parti ha approvato un Piano Strategico per il suo raggiungimento. L'anno 2010 è stato individuato come l'anno internazionale della Biodiversità quando, durante il decimo incontro della Conferenza delle Parti, verranno verificati i risultati raggiunti.



Calanchi e aree coltivate (Basilicata)



Aquila reale (*Aquila chrysaetos*)

■ Il contesto europeo

Le Direttive europee. Nella trattazione dell'ambito europeo bisogna distinguere tra il livello continentale (definito pan-europeo e comprendente tutti gli stati presenti sul continente europeo) e quello politico-organizzativo dell'Unione Europea, oggi costituita da 27 stati membri.

In ambito pan-europeo il Consiglio d'Europa ha emanato nel 1979 la citata Convenzione di Berna, identificando gli habitat come elementi essenziali per la tutela e la conservazione della flora e della fauna selvatiche. La Convenzione di Berna dedica un intero capitolo agli habitat, senza però fornire elementi per la loro identificazione tranne il legame con le specie presenti negli allegati.

Anche nell'Unione Europea i movimenti ambientalisti degli anni '70 hanno dato origine ad una politica ambientale che dapprima si è espressa attraverso programmi di azione ambientale, di diversa durata, a cui si sono successivamente affiancati strumenti innovativi sia di carattere decisionale e di indirizzo, quali ad esempio le strategie, sia di maggior valenza giuridica, quali le Direttive e i Regolamenti.

La prima Direttiva che l'Unione Europea ha emanato, in adempimento alle convenzioni internazionali di Ramsar e Berna sottoscritte, è stata la Direttiva 79/409/CEE "Uccelli". Essa richiede agli Stati Membri la designazione di Zone di Protezione Speciale (ZPS) per garantire la sopravvivenza e la riproduzione delle specie di uccelli elencate nel suo allegato I. L'articolo 4 richiede inoltre che all'interno delle ZPS vengano previste misure di conservazione rivolte all'habitat, cioè alla porzione di territorio necessario al compimento dell'intero ciclo vitale di dette specie per tutto il corso dell'anno. Ecco dunque che in ambito europeo comincia a delinearsi e a prendere forza il concetto di conservazione dell'habitat, inteso come parte di territorio indispensabile alla sopravvivenza di una o più specie e caratterizzato da elementi abiotici e biotici che, interagendo tra loro, consentono alle popolazioni di riprodursi.

Alla fine degli anni '80 prende avvio dapprima in ambito comunitario e poi in ambito pan-europeo il progetto *Co.Ri.Ne Biotopes*, primo censimento informatizzato di specie, habitat e siti (biotopi) di importanza conservazionistica. Esso si completa nell'Unione nel 1991 e rappresenta la fase conoscitiva propedeutica all'emanazione della Direttiva 92/43/CEE "Habitat". Questa Direttiva richiede agli Stati Membri la designazione di Siti di Interesse Comunitario (SIC), individuati in base agli habitat riportati nell'allegato I e alle specie elen-



Rosalia alpina: specie prioritaria in Direttiva Habitat

cate nell'allegato II. Questi siti sono destinati a divenire Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e, integrati dalle ZPS designate sulla base della Direttiva Uccelli, vanno a costituire la "Rete Natura 2000". Questa rete ha un suo omologo anche a livello pan-europeo, la "Rete Emerald". Nell'ambito del progetto *Co.Ri.Ne Bitopes* viene per la prima volta redatto un elenco di habitat, ognuno corredato di una breve definizione di carattere fisionomico o fitosociologico, all'interno di una struttura gerarchica che riprende gli elementi della scuola di Braun Blanquet (1936). In ambito pan-europeo la classificazione gerarchica degli habitat viene ripresa dall'*European Nature Information System* (EUNIS), gestito dall'*European Topic Center on Biological Biodiversity* per conto dell'Agenzia Europea per l'Ambiente.

Coerenza e conservazione della Rete Natura 2000. Le Direttive Habitat e Uccelli nell'insieme definiscono la principale normativa di riferimento comunitaria in materia di biodiversità, di habitat e di aree protette. Gli aspetti innovativi e qualificanti delle due Direttive risiedono nell'impegno coordinato dell'Unione e degli Stati membri nell'applicare il carattere intrinsecamente transfrontaliero della tutela della biodiversità attraverso la costituzione di un sistema di territori correlati da legami funzionali; la coerenza ecologica della Rete è assicurata dalla gestione integrata di ogni sito, non in considerazione dello Stato membro di appartenenza, ma in quanto parte integrante del sistema. La *Rete Natura 2000* non è dunque un semplice assemblaggio di siti, ma il risultato di



Il Gruppo del Latemar e il Lago di Carezza (Trentino Alto Adige)

una selezione di aree ritenute significative che, pur non essendo sempre tra loro spazialmente collegate, contribuiscono per ciascun habitat e ciascuna specie al raggiungimento della coerenza complessiva della Rete all'interno del territorio dell'Unione Europea. Altro elemento caratterizzante la *Rete Natura 2000* è dato dalla scelta di conservare non solo gli habitat naturali, ma anche quelli seminaturali, mirando alla conservazione e valorizzazione delle aree ove l'intervento antropico si è integrato armonicamente con l'equilibrio ecologico naturale. La gestione delle realtà seminaturali diviene così un efficace motore di sviluppo per le aree agricole e forestali che punta ad una gestione comprendente anche l'incentivazione delle attività tradizionali eco-compatibili. La designazione e la gestione dei siti costituenti la Rete (ZSC e ZPS) è stata basata su criteri scientifici volti alla tutela di 198 habitat, 221 specie animali e 500 specie vegetali definiti "di interesse comunitario". Ciò ha comportato notevoli difficoltà di attuazione da parte degli Stati Membri che non avevano adeguate conoscenze sulla presenza e sullo stato degli habitat e delle specie presenti sul proprio territorio, oppure incontravano grossi ostacoli nella concertazione con i soggetti locali interessati dalle aree individuate.

Anche a livello comunitario l'Obiettivo 2010 è stato identificato e assunto come impegno nel corso del Consiglio Europeo di Göteborg del giugno 2001 e ciò ha comportato la revisione della Strategia Comunitaria per la Biodiversità del 1998 e la predisposizione del Piano di Azione comunitario allegato alla comunicazione n. 216 del maggio 2006 "Arrestare la perdita di Biodiversità".



Stambecco delle Alpi (*Capra ibex*)



Bosco di querce con anemoni dell'Appennino (Basilicata)

entro il 2010 e oltre". Secondo quanto definito nel Piano di Azione, il processo di istituzione e gestione a regime della *Rete Natura 2000* terrestre dovrebbe essere completato entro il 2010 e quello in ambito marino entro il 2012.

Gli aspetti innovativi della *Rete Natura 2000* risiedono anche nel fatto che, attraverso la conoscenza degli habitat e delle specie che hanno portato all'individuazione di ogni sito e all'analisi delle attività in atto sul sito medesimo, è possibile individuare quelle misure di conservazione che permettono il mantenimento in uno stato di conservazione soddisfacente di habitat e specie, garantendo la coerenza della Rete dal livello locale a quello comunitario. Tali misure sono orientate a tener conto delle esigenze economiche, sociali e culturali dei territori interessati.

A garanzia di uno sviluppo sostenibile del territorio, l'art. 6 della Direttiva Habitat stabilisce l'obbligo, senza possibilità di deroga, di sottoporre piani e progetti che interessino direttamente o indirettamente i siti della Rete alla procedura di Valutazione di Incidenza che, in attuazione del principio di precauzione, rappresenta una misura preventiva di attuazione degli obiettivi di coerenza e conservazione della Rete stessa. La Valutazione di Incidenza, così come suggerito dai documenti di indirizzo della Commissione Europea, richiede la predisposizione di un apposito studio, realizzato da un team di esperti, al fine di poter valutare le possibili incidenze di un piano o progetto su habitat e specie che hanno condotto alla designazione del sito Natura 2000, nonché sull'integrità del sito medesimo. Solo nel caso di imperativi motivi di interesse pubblico è prevista la realizzazione di opere anche con esito di Valutazione di Incidenza negativo, previa individuazione di idonee misure di compensazione, da definire con la Commissione Europea nel caso interessino habitat o specie che la Direttiva Habitat individua come prioritari, cioè maggiormente a rischio sul territorio dell'Unione Europea.

La Convenzione Europea del Paesaggio. Nell'ambito del Consiglio d'Europa, quindi a livello pan-europeo, nell'ottobre del 2000 a Firenze è stata adottata dal Comitato dei Ministri della Cultura e dell'Ambiente la Convenzione Europea del Paesaggio entrata in vigore nel marzo del 2004 ed oggi ratificata da 60 Paesi. Essa è considerata complementare agli altri strumenti di tutela, ma eleva la scala di attuazione al livello di paesaggio fornendone la seguente definizione *"Il paesaggio designa una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni"* che unisce la natura antropica del paesaggio con gli elementi naturali che lo caratterizzano. Con la Convenzione sul Paesaggio i Paesi che vi aderiscono riconoscono il valore intrinseco, storico e culturale della biodiversità al suo massimo livello di organizzazione e si dotano di uno strumento di riferimento per attuare in modo transfrontaliero la sua tutela.

I principi della politica ambientale italiana risiedono negli articoli 9 e 117 della Costituzione (quest'ultimo come modificato dalla legge costituzionale n. 3 del 2001), nonché nel recepimento delle Direttive dell'Unione Europea. Per l'attuazione di una corretta politica ambientale, nel corso dei trent'anni trascorsi dall'istituzione del Ministero dell'Ambiente (1986), e in particolare nell'ultimo decennio, la Direzione per la Protezione della Natura del Ministero ha promosso diversi studi indirizzati ad una maggiore conoscenza di flora, fauna, habitat e paesaggio del nostro Paese, sia in ambito terrestre che marino. Tra questi vanno ricordati la *Checklist delle Specie della Fauna Italiana*, che enumera circa 57.000 specie animali; la banca dati *CKmap*, che raccoglie circa 538.000 dati di distribuzione relativi ad oltre 10.000 specie animali terrestri e d'acqua dolce; la *Checklist della Flora Vascolare Italiana*, che elenca circa 6.700 specie, e l'atlante di distribuzione delle specie ritenute a rischio di estinzione o di maggior pregio. Dal 2005 sono stati inoltre pubblicati prodotti che definiscono lo scenario nazionale quali lo *Stato della Biodiversità in Italia*, e ancor più recentemente le cartografie delle IFA (*Important Faunal Areas*) e delle IPA (*Important Plant Areas*), il censimento delle specie aliene animali e vegetali e l'individuazione di quelle ritenute invasive, nonché il *Manuale Nazionale di Interpretazione degli Habitat*. Questi prodotti si propongono di fornire un quadro d'insieme propedeutico alla predisposizione della Strategia Nazionale per la Biodiversità.



Regione biogeografica alpina: bosco a larice (*Larix decidua*)

Relativamente allo stato di attuazione della Direttiva Habitat, nel dicembre 2007 è stato pubblicato il secondo rapporto ai sensi dell'art. 17, dedicato alla valutazione dello stato di conservazione degli habitat e delle specie di interesse comunitario. Dal rapporto è emersa la presenza in Italia di 134 habitat di interesse comunitario, ripartiti in tre delle regioni biogeografiche individuate dalla Direttiva Habitat (alpina, mediterranea e continentale). Nel marzo 2009 è stato inoltre completato il Quarto Rapporto per la Diversità Biologica; in esso è stato



Tartaruga verde (*Chelonia mydas*)

fornito un quadro aggiornato sul percorso intrapreso per rispondere all'Obiettivo 2010 e sui valori e lo stato della biodiversità in Italia non solo da un punto di vista delle conoscenze disponibili, ma anche per quanto attiene la normativa. È storia recente che, in occasione della presidenza italiana del G8, si è svolto a Siracusa (22-24 aprile 2009) il G8 Ambiente, cioè l'incontro dei Ministri dell'Ambiente degli otto Stati partecipanti. Una intera sessione del G8 Ambiente è stata dedicata alla Biodiversità, con l'intento di fornire un contributo al dibattito globale, alle strategie e agli obiettivi per il post 2010, di evidenziare il ruolo chiave della biodiversità nell'economia e nei cambiamenti climatici, di concordare le priorità politiche e di intervento che ne discendono. L'incontro di Siracusa ha prodotto un documento sottoscritto da tutti gli Stati partecipanti, la *Carta di Siracusa sulla Biodiversità*, che definisce quattro temi principali articolati in 24 obiettivi che rappresentano anche a livello nazionale un programma di lavoro per predisporre la Strategia Nazionale per la Biodiversità.

Nel contesto delle attività istituzionali del Ministero dell'Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare rivolte alla conservazione della biodiversità, assume grande rilievo anche la collana "Quaderni Habitat" che si conclude con il presente volume. Quest'opera rappresenta una *best practice* nel campo delle azioni di divulgazione delle ragioni e dei valori della biodiversità nazionale. La ricchezza delle informazioni contenute, la semplicità dei testi e dei grafici presentati senza rinunciare al rigore scientifico, l'approccio interdisciplinare mantenuto per tutti i volumi con lo stesso equilibrio, la veste grafica ricca di immagini e il formato "tascabile" rendono la collana uno strumento di rapida consultazione sia "sul campo" sia "a tavolino", non solo per gli addetti ai lavori, ma anche per studenti e appassionati desiderosi di conoscere le origini e le peculiarità di queste dinamiche formazioni viventi che, con la loro esistenza, sono una espressione fondamentale della biodiversità nazionale.

AA.VV., 2008 - La fauna italiana: dalla conoscenza alla conservazione (con CD-ROM). *Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Direzione per la Protezione della Natura*, Roma.
Sintesi delle attuali conoscenze sulla distribuzione della biodiversità, delle specie endemiche, rare ed aliene in Italia in base ai dati del database CKmap e definizione delle IFA (Important Faunal Areas). Nel CD-ROM è contenuta anche una versione aggiornata del database CKmap. Il testo è disponibile on-line dal sito del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (<http://www.minambiente.it>).

AA.VV., 2008 - Attuazione della Direttiva Habitat e stato di conservazione di habitat e specie in Italia. *Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Direzione per la Protezione della Natura*, Roma.
Illustrazione del report sullo stato di conservazione degli habitat e delle specie di interesse comunitario in Italia, redatto in ottemperanza all'art. 17 della Direttiva Habitat.

BELLAN-SANTINI D., LACAZE J.C., POIZAT C., 1994 - Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée. Synthèse, menaces et perspectives. Collection Patrimoines naturels, *Museum National d'Histoire Naturelle*, publ. 19, Parigi.
Contiene una descrizione dettagliata degli habitat del Mediterraneo secondo la classificazione bionomica proposta da Pérès e Picard negli anni Sessanta, con opportuni aggiornamenti.

BIONDI E. (ed.), 2007 - L'applicazione della Direttiva Habitat in Italia e in Europa. *Fitosociologia* 44(2). Suppl.1. pp: 372.
Il volume affronta criticamente, su basi scientifiche, le varie tematiche relative al riconoscimento e alla gestione della biodiversità vegetale in Europa con particolare riferimento a quella italiana.

BIONDI E., BLASI C. (ed.), 2009 - Manuale italiano di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE. Disponibile solo on-line nel sito del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (<http://www.minambiente.it>).
Il manuale descrive tutti gli habitat italiani indicati nella Direttiva e indica gli aspetti maggiormente significativi per il loro riconoscimento.

BLASI C., BOITANI L., LA POSTA S., MANES F., MARCHETTI M. (ed.), 2005. Stato della biodiversità in Italia. Contributo alla strategia nazionale per la biodiversità. *Palombi Editori*, Roma.
Volume di sintesi che affronta varie tematiche relative alla biodiversità in Italia, con particolare riguardo alle problematiche di gestione e conservazione.

CONTI F., ABBATE G., ALESSANDRINI A., BLASI C. (ed.), 2005 - An annotated checklist of the Italian vascular flora. *Palombi Editori*, Roma.
L'elenco completo delle specie della flora vascolare presenti in Italia.

D'ANTONI S., DUPRÉ E., LA POSTA S., VERUCCI P. (ed.), 2003 - Fauna italiana inclusa nella Direttiva Habitat. *Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Direzione per la Protezione della Natura*, Roma.
Prima guida alle specie animali di interesse comunitario del nostro Paese, contiene schede che illustrano l'ecologia e la distribuzione di ogni specie. Il volume va integrato con i dati riportati nell'ultima versione del database CKmap. Disponibile on-line dal sito del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (<http://www.minambiente.it>).

FRASCHETTI S., TERLIZZI A., BOERO F., 2008 - How Many habitats are there in the Sea (and where)? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 366 (1-2): 109-115.
Una rivisitazione delle classificazioni degli habitat marini del Mediterraneo. Vengono forniti i criteri di classificazione degli habitat e, in appendice, viene riportato l'elenco delle tipologie descritte sino ad ora dai vari autori e l'elenco semplificato delle tipologie di habitat.

GIACCONE G., DI MARTINO V., 2002 - Past, present and future of vegetational diversity and assemblages on Mediterranean Sea. *Proceedings of the first Mediterranean Symposium on marine Vegetation*. Ed. *UNEP/RAC/SPA*, Tunisi: 34-59.
Il lavoro presenta la storia dell'origine e dell'evoluzione della vegetazione marina del Mediterraneo ed una sintesi delle conoscenze sulla fitosociologia. Può essere consultato sul sito del RAC/SPA: <http://www.rac-spa.org.tn>, mentre lo stesso tema, corredato da una ricca iconografia, è consultabile in italiano sul sito http://www.dipbot.unict.it/vegetazio_marina/index.html.

MINELLI A., CHEMINI C., ARGANO R., RUFFO S. (ed.), 2002 - La fauna in Italia. *Touring Club Italiano*, Milano. Un testo di utile consultazione, divulgativo ma accurato. Tratta tutti gli aspetti della fauna italiana; un apposito capitolo è dedicato alle sue origini.

MINELLI A., RUFFO S., LA POSTA S. (ed.), 1993-95 – Checklist delle specie della fauna italiana. Fascicoli 1-110. *Edizioni Calderini*, Bologna.

L'elenco completo delle specie animali presenti in Italia. Disponibile anche on-line all'indirizzo: <http://checklist.faunaitalia.it>. Il database aggiornato è scaricabile dal sito del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (<http://www.minambiente.it>).

RUFFO S., STOCH F. (ed.), 2005 - Checklist e distribuzione della fauna italiana. *Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 2.serie, Sezione Scienze della Vita* (con CD-ROM).

Il più aggiornato trattamento delle specie animali presenti in Italia e della loro distribuzione. Il CD-ROM contiene il database CKmap e il programma di visualizzazione delle cartine di distribuzione, disponibile anche sul sito del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (<http://www.minambiente.it>).

SCOPPOLA A., BLASI C. (ed.), 2005 – Stato delle conoscenze sulla flora vascolare d'Italia (con CD-ROM). *Palombi Editori*, Roma.

Volume che fa il punto sulle conoscenze floristiche in Italia per quanto attiene le piante vascolari; il CD-ROM contiene un atlante delle specie a rischio di estinzione.

Indice delle specie

- Abete - 7
 Abete bianco - 80, 81, 83
 Abete dei Nebrodi - 80, 87
 Abete dell'Appennino - 80
 Abete rosso - 81, **83**, 85
Abies alba - 80, 81, 87
Abies alba ssp. *apennina* - 80
Abies nebrodensis - 80, 87
Abra ovata - 158
 Acer - 81
Acer obtusatum - 77
Acer obtusatum ssp. *neapolitanum* - 82
Acer pseudoplatanus - 81, 82
 Acero di monte - 81, 82
 Acero di Ungheria - 77
 Acero meridionale - 82
Achillea atrata - 68
Achillea nana - 68
Acrothamnion preissii - 147
Actinia equina - **162**
 Adonide gialla - **47**
Adonis vernalis - **47**
 Aedes - 125
Aedes mariae - 160
Agelas oroides - **166**, **167**
 Agrifoglio - 79
Agropyron elongatum - 56
Agropyron junceum ssp. *mediterraneum* - 58
Agrostis alpina - 71
 Airone - **9**
 Airone cenerino - **113**
 Alaterno - 76
 Alborella - 110
Alburnus alburnus alborella - 110
Alectoris graeca - 121
 Allocco - 125
 Alloro - **77**, 82
Alnus glutinosa - 63, **64**
Ammophila arenaria - 58
Ammophila arenaria ssp. *arundinacea* - 58
Andricus caputmedusae - **123**
Androsace alpina - 68
Androsace alpina - 68
Androsace degli Abruzzi - 68
Androsace di Vandelli - 68, **69**
Androsace mathildae - 68
Androsace vandellii - 68, **69**
 Anemone - **194**
Anemone apennina - **48**
 Anemone dell'Appennino - **48**
 Anemone di sabbia - **171**
Anemone narcissiflora - 70
 Anemone narcissino - 70
 Anguilla - **103**, 158
Anguilla anguilla - **103**
Anopheles - 125
Anthias anthias - **166**
Anthyllis barba-jovis - 61
Aphanius fasciatus - 103, **157**, 158
 Aquila - **190**
Aquila chrysaetos - **190**
 Arabetta alpina - 68
Arabis alpina ssp. *alpina* - 68
 Arbacia - 164
Arbacia lixula - **162**, **163**, 164
Arctostaphylos uva-ursi - **81**
Argynnis elisa - 121
Armeria majellensis - 69
Armeria pungens - 59
 Artemia - 102
 Artemisia - 65
Artemisia alba - 65
Artemisia campestris - 65
Artemisia variabilis - 65
Arthrocnemum macrostachyum - 55
Arum pictum ssp. *pictum* - 77
 Ascidia - 168
 Asparago bianco - 76
Asparagus albus - 76
Astrea rugosa - **167**
 Attinia - **161**, 168
Aurelia aurita - **175**
Austropotamobius pallipes - **109**
Austropotamobius torrentium - 109
 Avocetta - 104
Axinella cannabina - **166**
Balaninus - 123
 Balano - 159, 160, **161**
Balanus perforatus - 160
 Barba di Giove - 61
 Barbo - 110
Barbus meridionalis - 110
Barbus plebejus - 110
 Bavosa - 162
 Biacco - **118**
Biscutella laevigata - 70
 Biscutella montanina - 70
Bolboschoenus maritimus - 56
Bolboschoenus maritimus fo. *compactus* - 56
Bombylius - **119**
Botaurus stellaris - 103
Brachemys peragalloi - 102
Brachidontes marioni - 158
Brachytrupes megacephalus - 120
 Branzino - 103
 Brasca comune - 65
 Brasca delle lagune - 65
 Brasca nodosa - 65
 Brasca palermitana - 65
Brissus - **172**
Buprestis splendens - 125
Buxus sempervirens - 81
Cakile maritima - **58**
 Calandra - 121
Calystegia soldanella - 58
Calyx nicaeensis - 166
 Camedrio alpino - **71**
 Camedrio femmina - 77
Canis lupus - **88**
 Canna del Po - 56
 Cannuccia di palude - 56, 65
 Capodoglio - **182**
 Capovaccaio - 121
 Cappellini delle Alpi - 71
Capra ibex - **193**
Carabus (Chrysocarabus) olympiae - 120
 Cardo delle spiagge - 58, 59
Caretta caretta - **148**
Carex echinata - 66
Carex extensa - 56
Carex firma - 71
Carex fusca vedi *Carex nigra* - 66
Carex kitaibeliana - 69
Carex limosa - 66
Carex nigra - 66
Carex pauciflora - 66
Carex sempervirens - 70
 Carice rigida - 71
 Carice sempreverde - 70
 Carpa - 111
 Carpinella - 77
 Carpino bianco - 82
 Carpino nero - 77
Carpinus betulus - 82
Carpinus orientalis - 77
Carpobrotus acinaciformis - 61
 Carrubo - 76
Castagnea irregularis - **164**
 Caulerpa - 139, 181
 Caulerpa - 143, 145, 146, 147
Caulerpa mexicana - 134
Caulerpa prolifera - 147
Caulerpa racemosa - **146**, 181
Caulerpa racemosa var. *cylindracea* - 146
Caulerpa scalpelliformis - 134
 Cavaliere d'Italia - **102**, **104**
 Cavastrello - **58**
 Cavedano - 110
Centrostephanus longispinus - **167**
Cerambyx cerdo - 125
Cerastium thomasi - 68
Cerastoderma glaucum - 158
Ceratonina - 76
Ceratonina siliqua - 76

Cerro - 79, 82
Certhia brachydactyla - **122**
 Cervo volante - **89, 124, 125**
 Céspica dell'Epiro - 71
Chamaerops humilis - **76**
Charadrius alexandrinus - 104
Chelonia mydas - **197**
 Chitone - **161**
Chondrilla nucula - **163**
Chondrostoma genei - 110
Chromis chromis - **166**
Chthamalus - 158, **159**
Chthamalus stellatus - **161**
 Ciclamino napoletano - 77
 Ciclamino primaverile - 77
 Cimodocea - 145
Cinclus cinclus - 112
 Cinghiale - 123, 125
 Cistoseira - 134, 138, 147
Cladium mariscus - 56
Cladocora - **140**
Cladophora - 139
Clathrina - 166
 Clematide - 77
Clematis cirrhosa - 77
Clematis flammula - 77
 Cliona - 166
Clytia hummelincki - 163
 Codium - 139
Codium fragile - **147**
Codium fragile ssp. *tomentosoides* - 147
Coenonympha oedippus - **121**
 Colubro del Carso - **100**
Condylactis aurantiaca - **171**
 Corallo bianco - 173, 184
Cordulegaster trinacriae - 109
Cordylophora caspia - 158
 Coregone - 114
Coregonus lavaretus - 114
Coridothymus capitatus - 59
Coris julis - **164**
 Corvina - 169
Cottus gobio - 110
 Coturnice - 121
Cotylorhiza tuberculata - 175
Crambe crambe - **163**
 Crescione d'acqua - 65
Crithium minutum - **61**
 Crucianella di mare - 59
Crucianella maritima - 59
 Ctamali - **161**
 Cutandia - 59
Cyclamen hederifolium - 77
Cyclamen repandum - 77
Cymodocea nodosa - 57, 143, **145, 157**
Cypria cavernae - **130**
Cyprinus carpio - 111
 Cystoseira - 137, **161**
Cystoseira corniculata - 139
 Dattero di mare - **162, 163**
Dendropoma petraeum - 161
 Dente di cane - 158, **159**
Dentex dentex - **166**
Derocheilocaris remanei - 101

Deschampsia flexuosa - 82
Dicentrarchus labrax - 103
Dictyopteris - 150
Dictyopteris (Membranacea)
polypodioides - 138
Dictyota dichotoma - **163**
Digitale rossa - 77
Digitalis purpurea var. *gyspergerae* - 77
Diplodus - **167**
Diplodus puntazzo - **164**
Disporella hispida - **164**
 Ditisco - **113**
Dolichopoda baccettii - **129**
Draba aspera - 68
 Draba di Bertoloni - 68
 Drosera - 67
Drosera anglica - 67
Drosera intermedia - 67
Drosera x obovata - 67
Dryas octopetala - **71**
Dysidea avara - **166, 167**
Echinophora spinosa - 58
 Efedra distachia - 59
 Efedra fragile - **76**
Egretta garzetta - 103, **105**
Electra posidoniae - **164**
 Elicriso - **50**
 Elina - 71
Eliomys quercinus - 125
 Elleboro corsico - 77
Elymus farctus ssp. *farctus*
 vedi *Agropyron junceum* ssp. *mediterraneum* - 58
Elyna bellardii vedi *Kobresia myosuroides* - 71
Elyna myosuroides vedi *Kobresia myosuroides* - 71
Elytrigia juncea ssp. *juncea* vedi *Agropyron junceum* ssp. *mediterraneum* - 58
Emys orbicularis - 97
Entophysalis - 142
Ephedra distachya - 59
Ephedra fragilis - **76**
Epinephelus guaza - **167**
 Erba lucciola italiana - 71
 Erba medica marina - 58
 Erba storna rotundifolia - **70**
Erebia calcaria - 121
Erebia christi - 121
Erianthus ravennae - 56
 Erica herbacea - 85
Erigeron epiroticus - 71
Eryngium maritimum - 58
Erynnis tages - **118**
Eudendrium - 150, **151**
 Euforbia arborea - 76, 77
 Euforbia delle Baleari - 61
 Euforbia marittima - 59
Eugomontia - 142
 Eunicella - 167
Eunicella cavolinii - **166**
Euphorbia dendroides - 76
Euphorbia paralias - 59
Euphorbia peplis - 58

Euphorbia pithyusa - 61
Euphydryas aurinia - 127
Euphydryas maturna - 127
Eurynebria complanata - **101**
Euscorpius tergestinus - **126**
 Faggio - 7, 80, 83, 87, 125
Fagus sylvatica - 79
 Falasco - 56
Falco biarmicus - 121
 Falco di palude - **113**
Falco naumanni - 121
 Farnetto - 79
 Farnia - 82
Fenestrulina joannae - **164**
 Fenicottero - 104
 Fico degli Ottentotti - 61
Ficopomatus enigmaticus - **158, 161**
 Fillire - 76
 Finocchio di mare - **61**
 Finocchio litorale spinoso - 58, 59
Flabellia - 139
 Foca monaca - **99**
 Fragno - 79
 Frassinio meridionale - **64**
 Frattino - 104
Fraxinus excelsior - 63, 127
Fraxinus ornus - 77, 81
Fraxinus oxycarpa ssp. *angustifolia* - **64**
Fucus virsoides - **180, 183**
 Gallina prataiola - 121
 Gambero della Louisiana - 99
 Gambero di fiume - 108, **109**
 Gambusia - 103, 111
Gambusia holbrooki - 103, 111
Gammarrus locusta - **170**
Garrulus glandarius - 123
 Garzetta - **102, 103, 105**
 Gentiana - 8
Gentiana nivalis - 71
 Genziana delle nevi - 71
 Germano reale - **113**
 Ghiandaia - 123
 Ghiozzetto - 111
 Ghiozzetto cinerino - 103
 Ghiozzetto di faro - 103
 Ghiozzetto di laguna - 103
 Ghiozzo - 162
 Ghiro - 125
 Gigaro sardo-corso - 77
 Giglio delle spiagge - 59
 Ginepro - 60
 Ginepro coccolone - 60
 Ginepro comune - 60
 Ginepro emisferico - 81, 87
 Ginepro fenicio - 87
 Ginepro nano - 87
 Ginepro turbinato - 60, 87
 Ginepro trifido - 87
 Ginepro delle spiagge - 59
 Giunco di mare - 56
Glauccium flavum - 65
Glis glis - 125
 Globicefalo - **185**

Globicephala melas - **185**
Gnaphalium hoppeanum ssp. *majellensis* - 69
 Gobbo rugginoso - 104
 Gorgonia - 167
 Gorgonia - 177, 179
 Gramigna delle spiagge - 58
 Grillaio - 121
Habroleptoides confusa - 107
Halimeda - 139
Halimeda tuna - 141
Halocnemum strobilaceum - 55
Halocoryne epizoica - 163
Halocynthia papillosa - **166, 167**
Halophila stipulacea - **143, 145**
Helichrysum - 65
Helichrysum italicum - 59, 61, 65
Helichrysum italicum ssp. *micophyllum* - 61
Helichrysum rupestre - 61
Helichrysum siculum - 61
Helichrysum stoechas - 59, 61, 65
Helicolenus dactylopterus - **173**
Helleborus lividus ssp. *corsicus* - 77
Higginsia ciccaresei - **168**
Himantopus himantopus - **104**
Hippophae rhamnoides - 60
Hippophae rhamnoides ssp. *fluvialis* - 60
Holoturia tubulosa - **170**
Ictalurus melas - 111
 Idra - **113**
 Illex - 82
Illex aquifolium - 80
Inachis io - **124**
 Iris phoetidiissima - 82
 Iris puzzolente - 82
Ixobrychus minutus - 103
Juncus acutus - 56
Juncus maritimus - 56
 Juniperus - 60, 87
 Juniperus communis - 60
 Juniperus communis ssp. *nana* - 87
 Juniperus hemisphaerica - 81, 87
 Juniperus oxycedrus ssp. *macrocarpa* - 60
 Juniperus phoenicea ssp. *phoenicea* - 87
 Juniperus phoenicia ssp. *turbinata* - 60
 Juniperus thurifera - 87
 Juniperus turbinata - 87
 Knipowitschia - 111
 Knipowitschia panizzae - 103
 Kobresia myosuroides - 71
 Laminaria - 142
 Laminaria japonica - 147
 Laminaria ochroleuca - 139
 Laminaria rodriguezii - **138**
 Lampone - 83
 Lanario - 121

Larice - 81, 83, 85, **196**
Larix decidua - 83, 85, **196**
 Lasca - 110
 Laurotino - 77
Laurus nobilis - **77**
 Leccio - **75**
Leipathes glaberrima - **173**
Lemna minor - **65**
 Lentichia d'acqua - **65**
 Lentisco - 76
Leontopodium alpinum - **70**
Leontopodium nivale - 71
Lepidurus apus lubbocki - **115**
Lepomis gibbosus - 111
Leptodirus hochenwartii - **131**
Lestes viridis - **102**
Leuciscus cephalus - 110
Leuciscus souffia - 110
Libellula quadrimaculata - **116**
Lichenopora radiata - **164**
Ligia italica - **158, 161**
 Limax - **126**
 Limnea - **113**
 Limonium - 61
Limonium narbonense - 55
 Lingua cervina - **82**
 Linnea - 83
 Linnea borealis - 83
Liquidambar orientalis - 64
 Lisca - 65
 Lisca marittima - 56
Lithophaga lithophaga - 162
Lithophyllum - 161, 163
Lithophyllum byssoides - **141**
Lithophyllum lichenoides - **161**
Lithophyllum papillosum - 141
Lithophyllum stictaeforme - **132, 141, 166**
Lithophyllum trochanter - 141
 Lithothamnion - 163
Lithothamnion corallioides - **134, 171**
 Littorina - 158
Lobophora - 139
 Lontra - **98, 112**
 Lontra marina - 162, 163
Lophelia pertusa - **173**
Lophocladia lallemandii - 147
Lotus cytoides - 59
Lucanus cervus - **89, 125**
 Lupo - **88**
Luscinia megarhynchos - 127
 Lutra lutra - **98, 112**
 Luzula bianca - 85
Luzula italica - 71
Luzula luzuloides - 81
Luzula spicata ssp. *italica* vedi *Luzula italica* - 71
 Lycaena dispar - 121
 Lycaena helle - 127
Maculinea arion - 127
Maculinea teleius - 121
Madrepora oculata - **173**
Malcolmia ramosissima - 59
 Mantide religiosa - **118**
 Marasso - **117**

Maresia nana - 59
Margaritifera auricularia - 109
Marifugia cavatica - **130**
Marthasterias glacialis - **162, 163**
 Matthiola - 59
Medicago marina - 58
Melanargia arge - 121
Melanocorypha calandra - 121
Melaphe neritoides - 158
 Meles meles - 125
 Merlo acquaiolo - 108, 112
Mesophyllum alternans - 141
Mesophyllum lichenoides - 141, 166
Microcondylaea compressa - 109
 Millefoglio del calcare - 68
 Millefoglio nano - 68
 Mirtillo nero - 85
 Mirto - 77
Monachus monachus - **99**
 Moraria - 117
Morimus asper funereus - 125
 Moscardino - 125
 Muggine - 103, **157, 158**
 Mugil - **157**
Muraena helena - **167**
Muscardinus avellanarius - 125
Myiatriopa florea - 125
Myocastor coypus - 97, 112
Myriapora truncata - **166, 167**
Myricaria germanica - 63
Myrtus communis - 77
 Mytilaster - 160
 Mytilus - 160
 Mytilus galloprovincialis - 160
Nanozostera noltii - 143
 Nardo - 85
 Nardus - 72
Nardus stricta - 71, 85
 Natrice dal collare - 112
 Natrice tassellata - 112
Natrix natrix - 112
Natrix tessellata - 112
Nemalion helminthoides - **161**
Neogoniolithon brassica-florida - 141
Neophron percnopterus - 121
 Nereis - **170**
Niphargus julius - **93**
Niphargus steueri - **130**
 Nono - 103, **157, 158**
Notonecta maculata - **115**
 Notonetta - **113**
 Nutria - 97, 112, 114
Obelia dichotoma - **164**
Ochthebius - 160
 Olea - 76
Olea europaea var. *sylvestris* - 76
 Olivastro - 76, 77
 Olivello spinoso - 60, 63
 Olivo selvatico - 76
 Olmo montano - 82
Oncorhynchus mykiss - 111

Ononide screziata - **59**
Ononis - 59
Ononis variegata - **59**
 Ontano nero - **64**
Ophioderma longicaudum - **170**
Ophiogomphus cecilia - 109
Ophrys - 118
Ophrys fuciflora - **186**
 Orata - 103, 158
Orchestia - 158
Orchestia gammarella - **102**
Orchestia mediterranea - 101
 Orchide screziata - **73**
Orchis tridentata - **73**
 Origan - 127
 Orniello - 77
 Orso bruno - 125, **187**
Osmoderma eremita - 125
Ostreobium - 142
Ostrya carpinifolia - 77, 81
Otanthus maritimum - 58
Oxygastra curtisi - 109
Oxyura leucocephala - 104
Padina pavonica - **163**
Paeonia morisii - 77
Pagellus bogaraveo - **173**
Palaemon serratus - **157**
Palma nana - **76**, 77
Palmophyllum crassum - 166
Pancratium maritimum - 59
Papilio alexanor - 127
Papilio hospiton - 121
Papilio machaon - **118**
Parablennius gattoruggine - **161**
Paracentrotus - 164
Paracentrotus lividus - 162, **163**, 164, 165
Paracoryne - 159, 182
Paracoryne huvei - 159, 182, **183**
Parallelomorphus laevigatus - 101
Paramuricea - 167
Paramuricea clavata - **152**
Parazoanthus - **132**
Parnassius apollo - **121**
Parnassius mnemosyne - **127**
Passera di mare - 103
Patella - 159, **161**
Patella - 159, **161**
Patella ferruginea - **159**
 Peccio - 83, 85
Pelagia - 175
Pelagia noctiluca - 175, **178**
Pentapora fascialis - **166**, **167**
 Peonia di Moris - 77
Periploca laevigata ssp. *angustifolia* - 76
Periploca minore - 76
 Perpetuino - 61
 Perpetuino d'Italia - 59
 Perpetuino profumato - 59
 Persico sole - 111
 Pesce gatto - 111
 Pesce pappagalio di Creta - **181**
Petrobiona massiliana - 168

Petrosia ficiformis - **166**
Peyssonnelia - 139
Peyssonnelia rosa-marina - 166
Peyssonnelia squamaria - **139**
Phaeophila - 142
Phillyrea angustifolia - 76, 77
Phillyrea latifolia - 76
Phillyrea media - 76
Philopotamus ludificatus - 106
Phoenicopterus ruber - 104
Phragmites australis - 56, 65
Phyllariopsis - 142
Phyllariopsis purpurascens - **142**
Phyllitis scolopendrium - **82**
Phymatolithon calcareum - 134, 171
Phymatolithon lenormandii - 141
Physeter catodon - **182**
Ostrya carpinifolia - **124**
 Picchio rosso minore - 125
Picea abies - 81, **83**
Picea excelsa - 83
Picoides minor - 125
Pinna nobilis - **165**
 Pino - 61
 Pino cembro - 85
 Pino laricio calabrese - 87
 Pino loricato - **87**
 Pino mugo - 85, **86**
 Pino nero - 86
 Pino uncinato - 85
Pinus cembra - 85
Pinus halepensis - 60
Pinus heldreichii ssp. *leucodermis* vedi *Pinus leucodermis* - 87
Pinus leucodermis - **87**
Pinus montana vedi *Pinus uncinata* - 85
Pinus mugo - 85, **86**
Pinus nigra ssp. *calabrica* - 87
Pinus nigra ssp. *nigra* - 86
Pinus pinaster - 60
Pinus pinea - **60**
Pinus sylvestris - 81
Pinus uncinata - 85, 86
 Pioppo bianco - 64
 Pioppo canescente - 64
 Pioppo nero - 64
Pistacia lentiscus - 76
Pistacia terebinthus - 77
 Piverina di Thomas - 68
Plantago crassifolia - 56
Platalea leucorodia - **104**
 Platano orientale - 64
Platanus orientalis - 64
Platichthys flesus - 103
Platorchestia platensis - 101
Plumularia - **166**
 Poligala falso-bosso - 85
 Poligono marittimo - 58
 Polmone di mare - **155**
Polygala chamaebuxus - **85**
Polygonum bistorta - 127
Polygonum maritimum - 58

Polystichum aculeatum - 82
Polystichum braunii - 82
Polystichum setiferum - 82
Polytrichum formosum - 82
Pomatoschistus - 111
Pomatoschistus canestrini - 103
Pomatoschistus tortonesei - 103
 Pomodoro di mare - **162**
Populus alba - 64
Populus canescens - 64
Populus nigra - 64
 Portulaca marina - 58
 Posidonia - **57**, 142, 143, **144**, 145, 149, 155, 158, **164**, 165, 171
Posidonia oceanica - **135**, 143, 145, **153**, **164**, 184
Potamogeton natans - 65
Potamogeton nodosus - 65
Potamogeton pectinatus - 65
Potamogeton pusillus - 65
Prasium majus - 76
 Primula - 8
Prionocyphon serricornis - 125
Procambarus clarkii - 99, 114
Proserpinus proserpina - **121**
 Proteo - 99, **131**
Proteus anguinus - 99, **130**, **131**
Protula - 167
Ptilophora mediterranea - 134
Puccinellia festuciformis ssp. *festuciformis* - 55
 Pulce di spiaggia - 158
Pulsatilla alpina - 70
 Pulsatilla delle Alpi - 70
 Quercia - 125, **194**
 Quercia di Dalechamp - 77
 Quercia di Virgilio - 77
 Quercia spinosa - 60
 Quercino - 125
Quercus calliprinos - 60
Quercus cerris - 79
Quercus dalechampii - 77
Quercus frainetto - 79
Quercus ilex - **75**, 76
Quercus ithaburensis ssp. *macrolepis* vedi *Quercus macrolepis* - 79
Quercus pubescens - 77, 81, **123**
Quercus robur - 82
Quercus rotundifolia - 76
Quercus trojana - 79
Quercus virgiliana - 77
 Rampichino - **122**
Rana temporaria - **116**
Rana temporaria - **116**, **117**
 Ranuncolo del Pollino - 71
 Ranuncolo glaciale - **67**, 68
Ranunculus glacialis - **67**
Ranunculus pollinensis - 71
Rapana venosa - 176
Recurvirostra avosetta - 104
Rhamnus alaternus - 76
Rhizostoma pulmo - **155**, 175

Rhododendron ferrugineum - **83**, 86
Rhododendron hirsutum - 85, 86
Rhodymenia - 139
Rhynchospora - 67
Rhynchospora alba - 67
Rhynchospora fusca - 67
 Riccio di mare - 153, 162, **163**, 164, 165
 Robbia - 77
Rochinia rissoana - **173**
 Rododendro - **83**
 Rododendro rosso - 83, 85
 Rodolite - **133**
Rodriguezella - 142
 Rombo - 171
Rosalia alpina - 125, **191**
 Rospo comune - **113**
 Rovere - 82
 Roverella - 77, 79, **123**
Rubia peregrina var. *longifolia* - 77
Rubus idaeus - 83
Ruditapes decussatus - **170**
Rumex arifolius - 81
Sabella penicillus - **170**
Saga pedo - **119**, 120
 Salamandra pezzata - 108, 112
 Salamandra salamandra - 112
 Salamandrina - 112
 Salamandrina dagli occhiali - **112**
 Salamandrina *perspicillata* - **112**
 Salamandrina *terdigitata* - 112
 Salice bianco - **63**, 64
 Salice erbaceo - 68
 Salice pedicellato - 63
 Salice retuso - 69
Salicornia - 55
Salicornia dolichostachya - 55
Salicornia emerici - 55
Salicornia fruticosa - 55
Salicornia glauca - 55
Salicornia patula - 55
Salicornia strobilacea - 55
Salicornia veneta - **55**
Salix alba - **63**, 64
Salix elaeagnos - 63
Salix herbacea - 68, 69
Salix pedicellata - 64
Salix reticulata - 71
Salix retusa - 69, 71
 Salmerino - 114
Salmo trutta macrostigma - 110
Salmo trutta marmoratus - 110
Salmo trutta trutta - **110**
 Salpa - 162, **165**
 Salso erbacali - 58
Salsola kali - 58
Salvelinus alpinus - 114
 Santolina - 65
 Santolina delle spiagge - 58
Santolina etrusca - 65
Santolina insularis - 65
 Sarago - 163

Sarcocornia fruticosa - 55
Sardaphaenops supramontanus - **91**
Sargassum hornschurchii - **139**
Sargassum muticum - 147
Sargassum trichocarpum - 139
Sarpa salpa - 162, **164**, **165**
 Sassifraga verde azzurra - 71
Saxifraga caesia - 71
Scarabaeus laticollis - **120**
 Scarabeo - **120**
Scardinius erythrophthalmus - 110
 Scardola - 110
 Scazzone - 108, 110
Schizobrachiella sanguinea - 163
Schizothrix - 142
Schoenoplectus lacustris - 65
Schoenoplectus tabernaemontani - 65
 Schottera - 139
 Sciaena umbra - **166**, 169
Sciurus carolinensis - 97
Sciurus vulgaris - 97, 125
 Scoiattolo - 125
 Scoiattolo grigio - 97
 Scoiattolo indigeno - 97
Scorpaena scrofa - **167**
 Scrofularia delle spiagge - 59
Scrophularia ramosissima - 59
 Sedano d'acqua - 65
 Sertella - 166
Sertella septentrionalis - **166**
 Sesleria caerulea - 70
 Sesleria calcarea - 70
 Sfagno - 116, 117
Silene - 59
 Silene a cuscinetto - 71
Silene acaulis ssp. *bryoides* - 71
Silene corsica - 58, 59
 Siluro - **111**
Silurus glanis - **111**
Smilax aspera - 77
 Sogliola - **170**, 171
 Soldanella di mare - 58
Solea vulgaris - **170**
 Spaghetti di mare - 137
Sparisoma cretense - **181**
Spartina - 55
Spartina maritima - 55
Spartina maritima - 55
 Sparto pungente - 58
Sparus auratus - 103
Spatangus purpureus - **170**
 Spatola - **102**, **104**
Speleomantes - 131
Sphagnum fuscum - 66
Sphagnum imbricatum - 66
Sphagnum magellanicum - 66
 Spigola vedi branzino - 103, 158
 Spillone delle spiagge - 59
Spirastrella - 166
Spongia agaricina - **167**
Spongia officinalis - **163**
Sporobolus pungens - 58

Stambecco delle Alpi - **193**
 Stella alpina - **70**
 Stella alpina dell'Appennino - 71
Stephanopachys - 125
 Sterna - 104
 Stracciabraghe - 77
Strix aluco - 125
Sus scrofa - 123, 125
Talitrus - 158
Talitrus saltator - 101
 Tamerice alpina - 63
Tapes philippinarum - 105
 Tarabusino - 103
 Tarabuso - 103
 Tartaruga marina comune - **148**
 Tartaruga verde - **197**
 Tasso - 80, 125
Taxus - 82
Taxus baccata - 80
Telescopus fallax - **100**
 Temolo - 110
Tenarea tortuosa - 141
Tentyria grossa - **102**
 Terebinto - 77
 Terapin dalle orecchie rosse - **97**
 Testuggine d'acqua dolce - 97
 Testuggine palustre - **113**
Tetranchyroderma anomalopsum - **172**
Tetrax tetrax - 121
Teucrium fruticans - 77
 The siciliano - 76
Thlaspi rotundifolium - **70**
Thunnus thynnus - **174**
Thymallus thymallus - 110
Thymelicus acteon - **118**
Thypha angustifolia - 65
Thypha latifolia - 65
 Tiglio - 82
Tigriopus - 160
Tilia platyphyllos - 82
 Timo - **50**, 127
 Timo arbustivo - 59
 Tinca - **110**
Tinca tinca - **110**
 Tonno - 145, 174
 Tonno rosso - **174**
 Toporagno - **124**
 Toporagno nano - **117**
Tortrix viridana - **124**
Trachemys scripta - **97**
 Tracina - 171
Tricyclusa - 182
Tricyclusa singularis - 182
 Trifoglio alpino - 85
Trifolium alpinum - 85
 Tritone crestato - **113**
Troglocaris planinensis - **130**
 Trota - 110
 Trota fario - **110**
 Trota iridea - 111
 Trota macrostigma - 110
 Trota marmorata - 108, 110
 Tursiope - **149**
 Tursiope - **177**

Tursiops truncatus - **149**
Tylopsis liliifolia - **118**
Ulmus glabra - 82
Ursus arctos - 125, **187**
Usignolo - 127
Utricularia - 67
Utricularia intermedia - 67
Utricularia minor - 67
Utricularia ochroleuca - 67
Uva ursina - **81**
Vaccinium myrtillus - 82
Vairone - 110
Vallonea - 79
Vespertilio maghrebino - **128**
Viburnum tinus - 77
Vongola - **170**
Vongola filippina - 105
Womersleyella setacea - 147
Zanzara - **125**
Zerynthia polyxena - 127
Zonaria - 139
Zostera marina - 57, 143
Zostera noltii - 54, 57

Si ringrazia, per la cortese collaborazione
nella stesura del testo su bioclina e
fitosociologia del paesaggio, Simona
Casavecchia.

Un ringraziamento per la disponibilità a
Francesca Del Fabro, Paola Malisani,
Gianni Montanari e Cristina Picili

La responsabilità di quanto riportato nel testo,
nonché di eventuali errori ed omissioni, rimane
esclusivamente degli autori.

Il volume è stato realizzato con i fondi del
Ministero dell'Ambiente e della
Tutela del Territorio e del Mare

Finito di stampare
nel mese di settembre 2009
presso le Arti Grafiche Friulane / Imoco spa - Udine

Printed in Italy