

Ghiaioni e rupi di montagna

Quaderni habitat

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio
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

"Ghiaioni e rupi di montagna · Una vita da pionieri tra le rocce"

a cura di Alessandro Minelli e Fabio Stoch

testi di

Paolo Audisio · Lucio Bonato · Margherita Solari · Nicola Surian · Marcello Tomaselli

con la collaborazione di

Alessandro Petraglia

illustrazioni di

Roberto Zanella

progetto grafico di

Furio Colman

foto di

Nevio Agostini 7, 40, 43/2, 49, 63/2, 121 · Archivio Museo Friulano di Storia Naturale 33, 35, 70, 86/2, 99 · Archivio Naturmedia 32, 36, 71/2 · Archivio Naturmedia (Ferrari-Montanari) 34 · Archivio Naturmedia (Tomaselli) 29, 39, 41, 42, 43/3, 50, 51, 61, 64, 65, 67, 69/2, 71/1 · Paolo Audisio 26, 48, 56, 75, 77, 80, 81/2, 89/1, 98, 106, 107, 110, 129, 132, 144 · Alberto Bianzan 59, 60, 73, 74, 128, 131 · Alessandro Biscaccianti 82, 83 · Stefano Bossi 96, 111, 136 · Marco Cantonati 28 · Carlo Cassola 52 · Carlo Corradini 8 · Ulderica Da Pozzo 58, 122 · Vitantonio Dell'Orto 16, 22, 44, 72, 112, 116, 117/2, 118, 120, 124, 125, 126, 138 · Angelo Leandro Dreon 114/2 · Paolo Fontana 89/2, 89/3, 90, 101/1, 102 · Governatori Gianluca 66, 81/1, 103/2, 104, 113, 134 · Luca Lapini 114/1, 127/1 · Andrea Liberto 94 · Giuliano Mainardis 84, 101/2, 101/3, 103/1 · Riccardo Marchini 10, 18, 21, 43/1, 55, 62 · Michele Mendi 78 · Giuseppe Muscio 13 · Pierluigi Nimis 30, 31 · Paolo Paolucci 127/2 · Parodi Roberto 115, 123, 139 · Ivo Pecile 57, 79, 130, 135, 141 · Ermanno Quaggiotto 85, 86/1 · Nicola Surian 11, 15, 19, 20, 24 · Elido Turco 6, 27, 76 · Augusto Vigna Taglianti 46, 54, 63/1, 63/3, 68, 69/1, 88, 92, 109, 117/1, 137, 145, · Roberto Zucchini 133

©2006 Museo Friulano di Storia Naturale · Udine

Vietata la riproduzione anche parziale dei testi e delle fotografie.

Tutti i diritti sono riservati.

ISBN 88 88192 24 7

In copertina: Alta Val Cimoliana (Prealpi Carniche, Friuli Venezia Giulia, foto Ulderica Da Pozzo)

QUADERNI HABITAT

Ghiaioni e rupi di montagna

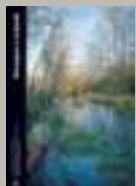
Una vita da pionieri tra le rocce

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

Quaderni habitat



1
Grotte e
fenomeno
carsico



2
Risorgive
e fontanili



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



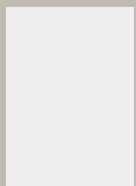
17
Laghi
vulcanici



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
Paolo Audisio	

Aspetti climatici e geomorfologici	11
Nicola Surian	

Flora e vegetazione	27
Marcello Tomaselli	

La vita animale delle rupi e dei ghiaioni	73
Paolo Audisio · Lucio Bonato	

Invertebrati: parte tassonomica	85
Paolo Audisio	

Vertebrati: parte tassonomica	113
Lucio Bonato	

Aspetti di conservazione e gestione	129
Paolo Audisio · Lucio Bonato · Marcello Tomaselli	

Proposte didattiche	139
Margherita Solari	

Bibliografia	147
---------------------------	-----

Glossario	149
------------------------	-----

Indice delle specie	151
----------------------------------	-----

Introduzione

PAOLO AUDISIO

Rupi e ghiaioni montani e submontani sono habitat piuttosto inhospitali e piante e animali non li colonizzano facilmente. La povertà dei suoli, la struttura compatta di rupi e pareti rocciose, la natura incoerente di ghiaioni e macereti e le acclività spesso estreme, non consentono alla maggioranza delle piante di fissarvi le loro radici. Fanno eccezione le casmofite (le piante adattate alla crescita su pareti verticali) e le glareofite (quelle dei ghiaioni e delle pietraie mobili). A loro volta, gli invertebrati terrestri epigei (quelli che vivono in prevalenza sulla superficie del suolo) non trovano di norma significative quantità di suolo umificato, con sufficiente tenore idrico, e anche in questo caso solo pochi elementi specializzati sono in grado di sopravvivervi. Molti

vertebrati tuttavia, in grande maggioranza rappresentati da uccelli, colonizzano stabilmente questi habitat, in particolare le pareti frastagliate delle gole e le spaccature delle rupi più scoscese, proprio per sfruttare la loro inaccessibilità, che li mette al riparo da buona parte dei potenziali predatori e disturbatori, soprattutto durante il periodo riproduttivo. Molti artropodi (in particolare lepidotteri, emitteri ed ortotteroidei) e alcuni vertebrati eterotermi, come i rettili, li frequentano invece per sfruttare i livelli particolarmente alti di esposizione alla luce solare e di temperatura diurna dei substrati. Molti insetti fitofagi si sono poi specializzati nello svilupparsi proprio a spese di casmofite e glareofite, dando origine ad entomocenosi alquanto peculiari. Il risultato dell'interazione tra queste condizioni ambientali complesse e spesso estreme vede così la presenza in questi habitat di un numero di specie di norma non molto alto, ma con cospicue percentuali di elementi specializzati, esclusivi o preferenziali.

Molte di queste specie sono andate incontro, durante la loro recente storia



Ghiaione con sassifraga a foglie opposte (*Saxifraga oppositifolia*)

8 evolutiva, anche a marcati fenomeni di endemizzazione e di frazionamento dell'areale, contribuendo ad incrementare il loro stesso valore naturalistico e conservazionistico. Un punto fondamentale per una corretta lettura e valutazione d'insieme di questi habitat è appunto costituito dal comprenderne il ruolo di insostituibili isole ecologiche, sia in chiave storico-biogeografica, sia in qualità di attuali serbatoi e corridoi floristici e faunistici.

Durante i complessi cicli paleoclimatici del tardo Terziario e del Quaternario, infatti, le emersioni rocciose più significative delle aree montane e submontane dell'Europa centro-meridionale hanno spesso rappresentato, durante i picchi glaciali, importanti "isole" relativamente xerotermiche, dove un grande numero di elementi faunistici e floristici termofili ha potuto sopravvivere, spesso differenziandosi a livello specifico o sottospecifico, in un "mare" di habitat freddi e inospitali, in gran parte coperti dai ghiacci o dalla tundra. Si tratta del ben noto effetto *nunatak*, dal termine eschimese "*nun[ae]ttak*", utilizzato in Groenlandia per indicare le grandi rocce o le porzioni di picchi montuosi che si ergono al di sopra delle calotte glaciali perenni. D'altra parte, soprattutto per quanto concerne gli insetti fitofagi e molti uccelli, pareti rocciose più o meno isolate, gole rocciose e ghiaioni rappresentano attualmente, in molte aree, delle vere e proprie "ciambelle di salvataggio". Infatti, in parte anche per "effetto siepe" (l'accumularsi di elementi floristici e faunistici a ridosso di ostacoli che emergono dal profilo del paesaggio), vi si possono concentrare molte delle componenti più o meno xerofile delle originarie comunità di insetti e di uccelli, scacciate o distrut-



Il Gruppo del Capolago nelle Alpi Carniche (Friuli Venezia Giulia)

9 te altrove dalla massiccia colonizzazione antropica di ambienti aperti come prati e praterie aride, magredi e radure xeriche. Inoltre, alla base di alte rupi e torrioni rocciosi non è infrequente trovare percolamenti e ambienti igropetrici (piccole sorgenti anche temporanee che bagnano con un velo d'acqua le rocce circostanti), che possono sostenere limitate ma significative fitocenosi ed entomocenosi igrofile e mesofile. Queste condizioni possono così innalzare fortemente la locale diversità animale e vegetale in questi ambienti ecotonali. Entomologi, ornitologi, erpetologi e botanici sanno infatti bene che un'alta rupe isolata e un associato ghiaione, o una gola rocciosa che delimita un tratto di stretta valle fluviale, spesso storicamente risparmiati dall'intervento antropico perché di difficile accesso e sfruttamento, possono localmente ospitare un numero sorprendentemente alto di specie, anche quando la matrice ambientale che li circonda risenta di una forte influenza antropica.

Rupi e ghiaioni montani rappresentano dunque degli habitat "difficili", ma di grande interesse per il naturalista e soggetti frequentemente a significativi impatti antropici diretti ed indiretti (ad esempio cave di materiale per l'edilizia, discariche abusive, aperture e sbancamenti di strade lungo gole rocciose e presso passi e crinali montani, fissaggio di reti di contenimento di materiale roccioso lungo strade e presso centri abitati montani, freeclimbing incontrollato), che meritano di essere attentamente discussi ed analizzati.

L'obiettivo di questo volume è fornire una panoramica sugli elementi floristici e faunistici di maggior interesse che in Italia popolano rupi e ghiaioni montani e submontani, con un occhio particolare anche al ruolo di questi habitat nelle reti ecologiche nazionali, alle specifiche problematiche relative alla loro gestione e conservazione e alle criticità e minacce che ne mettono in pericolo la qualità biologica e la realtà geomorfologica e paesaggistica. Per una necessaria scelta editoriale, sono stati di seguito presi in considerazione prevalentemente i popolamenti animali e vegetali e i relativi habitat rupestri e di ghiaioni individuabili a partire dall'orizzonte montano superiore verso le quote più elevate (in Italia grossolanamente tra 1000-1300 m e 2500-2800 m), quindi in buona parte al di sopra del limite degli alberi, o intercalati a livello dell'orizzonte montano superiore stesso. Sono state dunque escluse dalla trattazione le rupi isolate delle basse quote, ovviamente quelle litoranee, già trattate nel Quaderno Habitat "Coste marine rocciose", e anche tutti i magredi, i macereti e i ghiaioni non strettamente montani, che pure rappresentano habitat peculiari e di notevole interesse naturalistico. Tuttavia, sono stati almeno parzialmente considerati alcuni ambienti di interfaccia montano/submontani, le falesie submontane nei settori a quote relativamente più elevate delle gole fluviali, ed è stata dedicata una specifica scheda alle stesse gole fluviali, indipendentemente dalle loro quote, per sottolinearne la grande rilevanza naturalistica e il significativo ruolo nella conservazione di un mosaico ambientale di habitat naturali.



Aspetti climatici e geomorfologici

NICOLA SURIAN

11

Ghiaioni e rupi fanno parte di quelle forme che maggiormente attraggono lo sguardo e, talvolta, l'interesse, quando ci si trova in un ambiente montano. Sono forme che possono essere colte e riconosciute con facilità perché ben esposte, ossia prive di vegetazione o con scarsa copertura vegetale; allo stesso tempo, sono forme che per dimensioni e pendenze possono destare impressione e, di conseguenza, suscitare una certa attrazione. Sono anche tra i luoghi di più difficile accesso per l'uomo: i ghiaioni richiedono attenzione al camminatore, ma le rupi richiedono, molto spesso, la capacità di arrampicarsi o di percorrere delle vie attrezzate (ferrate).

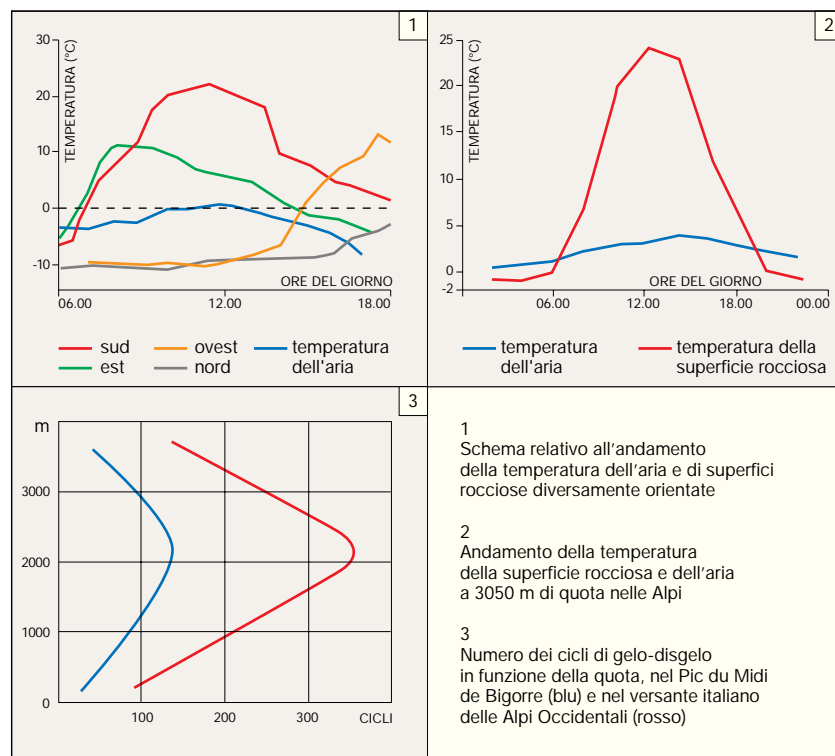
Nell'ambiente montano, ghiaioni e rupi si rinvengono un po' dovunque, anche se alcuni settori della montagna sono sicuramente privilegiati per la frequenza di queste forme. In una generica regione montuosa, possono essere presenti sia a quote relativamente basse, sia a quote molto elevate. In generale, però, è proprio alle quote più alte che le rupi ed i ghiaioni sono più diffusi.

Ghiaioni e rupi sono forme che spesso si trovano associate: al di sotto di una ripida parete rocciosa è frequente osservare la presenza di un accumulo di detriti; non si tratta di una semplice associazione spaziale, ma anche genetica, perché il ghiaione è il risultato dello smantellamento della parete sovrastante. La rupe è una tipica forma d'erosione, risultato dell'asportazione della roccia in seguito a vari processi, mentre il ghiaione è una tipica forma d'accumulo che deriva dal deposito del materiale. La presenza contemporanea di ghiaioni e rupi non può essere ovviamente considerata una regola, perché il detrito può essere rimosso da un corso d'acqua che scorre alla base della parete oppure perché la parete può essere costituita da rocce che non si disgregano in elementi grossolani e quindi non consentono la formazione di un ghiaione.



Rupi e ghiaioni sono forme generalmente presenti in stretta associazione (Lastoni di Formin, Dolomiti Ampezzane, Veneto)

La formazione e l'evoluzione di una rupe e di un ghiaione dipendono da vari aspetti geologici e geomorfologici. I diversi tipi di rocce che costituiscono le montagne italiane e la grande varietà di processi che possono agire sulle rocce (processi gravitativi, fluviali, glaciali, ecc.) hanno determinato la formazione di un'ampia gamma di pareti rocciose, di svariate dimensioni e forme, e di accumuli detritici con differenti caratteristiche morfologiche e granulometriche. Non si può comunque non ricordare che parte delle forme presenti nel nostro territorio hanno un'origine antropica. Pareti rocciose o accumuli detritici sono anche il risultato dell'azione dell'uomo: si pensi, ad esempio, a grandi sbancamenti derivanti dall'attività estrattiva o a quelli effettuati per la costruzione di vie di comunicazione. Per concludere, una piccola precisazione terminologica: ghiaioni e rupi sono due termini di larghissimo uso, ma non trovano una corrispondenza biunivoca nella terminologia geomorfologica. Si vedrà ad esempio come i ghiaioni più classici sono quelli che in geomorfologia vengono chiamati con detritici o falde detritiche, mentre altri tipi di ghiaioni sono associati a forme diverse, come accumuli di frana e depositi glaciali.



■ Climatologia

Il clima dei ghiaioni e delle rupi montane presenta, ovviamente, gli elementi tipici di quello di montagna, ai quali però si sommano peculiarità che derivano da fattori geografici locali e dall'esposizione diretta della roccia o del materiale detritico ai raggi solari.

Elementi che caratterizzano il clima di montagna sono le temperature progressivamente più basse (dalle quote inferiori verso quelle più elevate), le precipitazioni relativamente abbondanti, che assumono carattere nevoso al crescere della quota, e la forte radiazione solare che aumenta progressivamente d'intensità a mano a mano che si sale di quota. In altre parole agisce il fattore altitudine, in virtù del fatto che l'atmosfera diviene sempre più rarefatta salendo rispetto al livello del mare.

A questa struttura generale del clima è necessario sovrapporre, per passare ad un esame più dettagliato del clima di una parete rocciosa o di una falda detritica, gli effetti delle condizioni geografiche locali, in particolare quelli dovuti all'esposizione dei versanti. Ad esempio, nel caso di valli con direzione Est-Ovest è particolarmente evidente la differenza di illuminazione del versante esposto a Sud rispetto a quello esposto a Nord. Per versanti molto ripidi questa differenza può essere consistente. Il versante esposto a Nord riceve i raggi solari per un numero di ore minore rispetto al versante opposto, e ci possono anche essere porzioni del versante che risultano prive d'illuminazione per l'intera giornata, soprattutto durante l'inverno, quando i raggi solari hanno minore inclinazione.

Infine si deve considerare il fatto che i ghiaioni e le rupi presentano una copertura vegetale estremamente ridotta, se non completamente assente e con scarso tenore di umidità. Ciò comporta una bassa capacità termica ed un'elevata esposizione ai venti di queste superfici. A causa della bassa capacità termica si verificano un rapido riscaldamento durante il giorno e un altrettanto rapido raffreddamento durante la notte, anche perché l'aria in montagna è più rarefatta e quindi con un minore contenuto di vapore acqueo. Come in un ambiente desertico si hanno, quindi, consistenti differenze di



Ghiaioni di origine glaciale nel Monte Canin (Alpi Giulie, Friuli Venezia Giulia)

temperatura fra il giorno e la notte. L'elevata esposizione ai venti non ha probabilmente molta rilevanza ai fini dei processi geomorfologici che interessano rupi e ghiaioni, ma può essere un fattore climatico importante dal punto di vista ecologico.

Un fenomeno climatico di particolare interesse per comprendere l'evoluzione delle pareti rocciose è quello dei cicli di gelo e disgelo, che hanno notevole influenza sui processi di disgregazione della roccia. Questi cicli, che rappresentano il periodico passaggio della temperatura del suolo o della roccia attraverso il valore critico di 0°C, dipendono dall'altitudine e dalle condizioni locali (esposizione del versante ed esposizione diretta o meno della roccia).

Per quanto riguarda l'altitudine, la frequenza di questi cicli aumenta passando a quote via via più elevate, ma solo fino ad una certa quota, ad esempio attorno a 2000-2200 m s.l.m. nelle Alpi occidentali, oltre la quale i cicli diminuiscono perché le temperature sono più basse e quindi il disgelo avviene meno frequentemente. Le condizioni locali possono causare sia un numero minore che maggiore di cicli. Ad esempio su un versante rivolto a Nord, che rimane gelato per un periodo di tempo più lungo rispetto ad un versante con diversa esposizione, i cicli di gelo e disgelo possono essere meno frequenti, mentre possono essere molto più frequenti su una parete rocciosa molto esposta che si riscalda e si raffredda velocemente nel volgere delle ventiquattr'ore.

■ Idrologia

Nonostante le Alpi e l'Appennino siano caratterizzati da precipitazioni relativamente elevate, nello specifico le rupi ed i ghiaioni, per ragioni differenti, sono elementi con quasi totale assenza di acqua superficiale. Sulle rupi l'acqua non può accumularsi a causa della loro elevata inclinazione. Localmente ci possono essere piccole zone con presenza d'acqua, in corrispondenza di discontinuità delle pareti rocciose, ad esempio sulle cenge, oppure delle emergenze d'acqua, nel caso siano presenti formazioni rocciose a diversa permeabilità. Sui ghiaioni l'assenza di acqua è dovuta all'elevata permeabilità di questi accumuli. Le falde detritiche sono costituite da materiale grossolano, da centimetrico a metrico, che favorisce l'infiltrazione dell'acqua meteorica nel sottosuolo impedendo quindi che si formi una circolazione idrica superficiale, ma anche l'accumulo di acqua nei livelli poco profondi del sottosuolo. Un po' diversa è la situazione nel caso di depositi di frana o di depositi glaciali, cioè di quei ghiaioni in cui il materiale grossolano si accompagna ad una certa percentuale di materiale più fine (sabbia, limo, argilla). In questi casi si può riscontrare presenza di acqua tanto in superficie che nel primo sottosuolo.

■ Geomorfologia

Rupi. Una rupe può essere definita come una parete rocciosa subverticale o con pendenza molto elevata. L'aspetto di una rupe può essere molto omogeneo ma anche molto irregolare, in relazione soprattutto alle caratteristiche delle rocce che la costituiscono. Su rocce molto resistenti e con una struttura compatta, come ad esempio i graniti del Monte Bianco o le quarzodioriti e le tonaliti dell'Adamello, si possono formare delle pareti molto uniformi. In presenza invece di rocce stratificate o di alternanza di rocce con differente grado di resistenza ai processi erosivi si formano di norma dei versanti più irregolari, come i tipici versanti a gradinata della regione dolomitica.

La formazione di una rupe dipende da particolari condizioni geologiche e da vari fenomeni e processi che agiscono con tempi e modalità diverse. L'esistenza di particolari condizioni geologiche, e più precisamente la presenza di certe tipologie di rocce, sono un prerequisito fondamentale affinché si formi una ripida parete rocciosa. Le rocce che potenzialmente possono dar luogo a rupi sono le "rocce dure", cosiddette in geomorfologia per la loro maggiore resistenza nei confronti dei processi erosivi rispetto alle "rocce tenere". Questi termini, dure e tenere, sono relativi, ma generalmente nelle montagne italiane si comportano come rocce dure calcari, dolomie, arenarie, graniti, gneiss. Nell'Appennino, ad esempio, le rupi non sono presenti dove affiorano formazioni argillose o sabbiose, mentre si ritrovano in corrispondenza di arenarie, di flysch



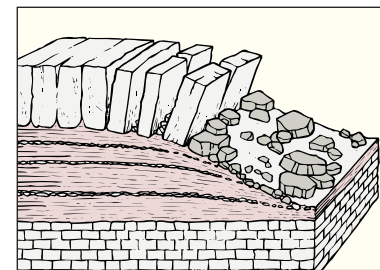
Parete rocciosa interessata da una frana recente



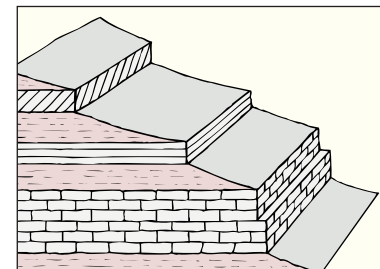
Una rupe nell'Appennino Ligure-Piemontese (Monte Vallassa)

(formazione di roccia stratificata costituita da alternanze di materiali più resistenti e di materiali più facilmente erodibili), di rocce ofiolitiche (basalti, gabbri, ecc.) e di rocce calcaree. Pareti che si sviluppano su rocce ofiolitiche si ritrovano nell'Appennino Ligure-Emiliano, mentre un bell'esempio su rocce calcaree è rappresentato dalla Pietra di Bismantova, nell'Appennino Reggiano. Un secondo fattore geologico importante è la giacitura delle rocce, ossia come queste sono disposte nello spazio. Le rocce possono essere variamente inclinate, da suborizzontali a subverticali, e questa inclinazione può essere concorde o meno con l'inclinazione del versante. Condizioni favorevoli per la formazione di rupi sono le giaciture suborizzontali, con alternanza di rocce dure e tenere, e le giaciture a reggipoggio. Esempi del primo tipo sono molto frequenti nella regione dolomitica dove rocce calcaree o dolomitiche si alternano a rocce più facilmente erodibili come le marne. Dove ci sono queste alternanze di rocce dure e tenere i processi erosivi agiscono in modo selettivo con la formazione di versanti a gradinata dove a tratti molto ripidi, in corrispondenza delle rocce dure, si alternano tratti a più debole pendenza.

Passando ad esaminare i processi che determinano l'evoluzione di un versante e la formazione di una rupe, un processo molto importante nell'ambiente montano è quello della gelivazione, che dipende dai cicli di gelo e disgelo, cui si è già fatto cenno. Durante il disgelo l'acqua penetra più o meno profondamente all'interno della roccia, mentre con il congelamento, in seguito ad un aumento di volume, si produce un incremento di pressione da parte del ghiaccio, che tende ad allargare i pori e le fessure della roccia stessa. La frantumazione della roccia dipende quindi non solo dalle variazioni di temperatura, ma anche dal grado di umidità della roccia e dal suo stato di fratturazione. I frammenti prodotti dalla gelivazione cadono, per gravità, lungo la parete e vanno ad accumularsi ai piedi di questa. Si tratta di un fenomeno che agisce con una certa continuità, ma è difficilmente apprezzabile dall'occhio umano, in quanto i frammenti che si staccano dalla parete sono di dimensioni relativamente piccole. Ben diversa è invece la situazione in cui, occasionalmente, la parete roc-



Evoluzione di una parete per fenomeni di ribaltamento.



Versante a gradinata con pareti e cornici dove affiorano le testate dei banchi più duri.

ciosa subisce improvvisamente il distacco di un grande volume di materiale. In questo caso si parla di un fenomeno di frana vero e proprio. Su pareti rocciose subverticali o molto inclinate i tipi di frana più comuni sono i crolli ed i ribaltamenti. Nei crolli il materiale roccioso che si stacca dalla parete percorre parte del suo tragitto in aria prima di cadere nuovamente sul versante o alla base di questo. Nelle frane di ribaltamento, invece, l'ammasso roccioso compie un movimento di rotazione rispetto ad un punto basale. L'effetto prodotto da una frana dipende dal volume di roccia coinvolta, ma è certamente più evidente e percepibile rispetto al distacco di singoli frammenti o di blocchi di roccia. Visivamente, una parete rocciosa interessata di recente da una frana si presenta più "fresca", ossia con un colore diverso rispetto ad altre pareti il cui colore originario è stato modificato dai processi di alterazione.

L'evoluzione di una ripida parete rocciosa su una scala temporale più lunga, cioè migliaia, centinaia di migliaia o milioni di anni, dipende però, oltre che dai processi appena descritti (gelivazione, caduta del detrito, frane vere e proprie), da altri fenomeni e processi. La tettonica, ad esempio, è responsabile della deformazione e del sollevamento delle rocce: rappresenta quindi il fenomeno primario, e imprescindibile, affinché si creino dei dislivelli e quindi un rilievo montuoso al cui interno possono formarsi delle pareti rocciose. I rilievi che si originano grazie all'attività tettonica sono quindi modellati da vari processi: gravitativi, glaciali, fluviali, ecc. Le valli alpine, ad esempio, sono state percorse ripetutamente da imponenti masse di ghiaccio nel corso del Pleistocene,



Valle di evidente origine glaciale con pareti subverticali (Val Gardena, Trentino Alto Adige)

masse che hanno contribuito a modellare i versanti di queste valli. Nei periodi con clima più caldo (periodi interglaciali), come quello attuale cominciato circa 10.000 anni fa, le valli sono state soggette invece all'azione dei corsi d'acqua. I versanti delle valli alpine sono quindi il risultato dell'azione di più processi, glaciali, fluviali, gravitativi, che hanno agito in tempi diversi, talvolta separatamente, talvolta in modo congiunto. Ecco allora che alcune valli trasversali delle Alpi, che presentano versanti molto ripidi, possono essere definite dei canyon, anche se in realtà non sono solo delle gole fluviali, ma anche il frutto dell'esarazione glaciale.

Il fatto che le montagne italiane siano molto varie sotto l'aspetto geologico (tipo di roccia, tettonica) e geomorfologico (processi geomorfologici) fa sì che siano presenti differenti tipi di rupi. Numerose pareti rocciose dell'arco alpino sono indubbiamente molto conosciute e famose, mentre forse lo sono un po' meno quelle dell'Appennino, della Sicilia e della Sardegna. Ad esempio, per quanto riguarda l'Appennino, delle pareti di notevoli dimensioni si trovano nel Gran Sasso e nella Majella: nel primo caso si può ricordare il versante Nord del Monte Camicia, con i suoi 1200 m di parete rocciosa e il Monte Porrara nel caso della Majella. La Sardegna, pur non avendo montagne molto alte - si mantengono infatti sempre al di sotto dei 2000 m di quota - è anch'essa ricca di interessanti pareti rocciose: nelle rocce calcaree del Supramonte sono infatti presenti vari canyon ("cordula" in sardo), ma anche rilievi, come Punta Carabidda o Punta Cusidore, con pareti rocciose di dimensioni ragguardevoli.



Ripida parete rocciosa "fasciata", alla base, da una falda detritica

Ghiaioni. Si è già accennato alla stretta relazione che esiste fra le rupi ed i ghiaioni. Questi ultimi sono infatti forme di accumulo che derivano dalla deposizione del materiale che si è staccato, con varie modalità, da una parete rocciosa. Le caratteristiche di un ghiaione (pendenza, dimensioni dei clasti che lo costituiscono, ecc.) dipendono da vari fattori, ma soprattutto da:

- tipo di processo che ha determinato l'erosione, il trasporto e l'accumulo del materiale
- caratteristiche della roccia che costituisce il versante
- topografia preesistente.

Di seguito sono descritti inizialmente i ghiaioni più tipici, quelli cioè che si sono formati per caduta di singoli frammenti di roccia, quindi altre tipologie che derivano da processi differenti, non solo gravitativi, ma anche glaciali e periglaciali.

Falde e coni detritici. Queste forme, che lasciano la base delle pareti rocciose, sono tra le più caratteristiche dell'ambiente montano. Si parla di falda quando i detriti provengono da una parete uniforme e continua, di cono quando la parete presenta rientranze, canali o fratture e i detriti si dispongono a ventaglio allo sbocco di queste rientranze. I frammenti rocciosi prodotti dalla disgregazione della parete rocciosa cadono per gravità e si vanno a disporre alla base della parete: nella caduta si verifica una selezione granulometrica, in quanto i clasti di dimensioni maggiori acquistano più energia e rotolano verso la parte inferiore del versante. La superficie delle falde e dei coni detritici ha un'inclinazione



Selezione granulometrica in un cono detritico: i clasti di maggiori dimensioni si depositano alla base del cono

generalmente variabile tra 30-35°, detta anche angolo di riposo. L'inclinazione dipende dalla forma e dalle dimensioni dei clasti, a loro volta determinate dal tipo di roccia da cui derivano. Le rocce calcaree, ad esempio, generano un detrito molto spigoloso, mentre dalle rocce scistose derivano clasti molto appiattiti. L'equilibrio di queste forme è comunque abbastanza precario. Si può avere una percezione di questa instabilità quando, percorrendo un ghiaione, si abbandona il sentiero tracciato e ad ogni passo si tende a rimettere in movimento i detriti, che riprendono a rotolare verso valle. Oltre alla caduta del detrito per gravità, altri processi concorrono a spiegare l'aspetto di una falda o di un cono detritico. Nei mesi più caldi le acque superficiali, che ad alte

quote derivano dalla fusione della neve o da intensi temporali estivi, possono trasportare il materiale più fine presente nei ghiaioni. In tal modo, la parte superiore della falda si impoverisce di sabbia e ghiaia che va ad accumularsi nelle parti inferiori. Questa azione delle acque superficiali comporta anche una diminuzione della pendenza della falda. Nei mesi più freddi, in cui la falda è coperta da neve, i frammenti rocciosi possono rotolare e scivolare agevolmente sul manto nevoso, andando a formare dossi allungati, con direzione parallela al versante, che prendono il nome di argini detritici di nevaio o nivomorene.

Guardando una falda detritica si possono cogliere non solo differenze granulometriche, ma anche cromatiche. Queste ultime sono imputabili ad una varietà litologica, ossia al fatto che la parete rocciosa è costituita da rocce di natura differente. Il colore di un ghiaione risulta inoltre meno uniforme quando c'è della vegetazione, la cui presenza indica che una certa porzione della falda si è momentaneamente stabilizzata. Questo non significa che lì la falda non sarà più attiva in futuro, ma semplicemente che essa è da qualche tempo inattiva. Effettivamente la falda può anche stabilizzarsi in modo più duraturo: in questi casi, se si vuole determinare con una certa accuratezza da quanto tempo non è più attiva, bisogna ricorrere a metodi di datazione come la lichenometria, la dendrocronologia o il metodo del radiocarbonio. Il primo di questi metodi si basa sulla misura delle dimensioni dei licheni, partendo dal presupposto che queste simbiosi di alghe e funghi colonizzino una superficie



La superficie molto regolare e piuttosto ripida di una falda detritica



La franosità delle pareti rocciose intensamente fratturate è all'origine di depositi detritici non classificati

appena dopo la sua stabilizzazione e che la loro velocità di crescita sia costante nel tempo. La dendrocronologia si basa invece sul conteggio e sull'analisi degli anelli di accrescimento degli alberi, anelli che ogni anno vengono prodotti in coppia, uno di colore più chiaro ed uno di colore più scuro. La datazione con il radiocarbonio, da alcuni decenni molto utilizzata nello studio dei depositi quaternari, può essere applicata quando il deposito contiene sostanza organica (legni, torba, ossa, ecc.).

Accumuli di frana. Quando da una parete rocciosa si verifica il distacco non di un singolo frammento o blocco roccioso ma di una massa di dimensioni più rilevanti, si parla di fenomeno franoso. Per completezza è giusto precisare che le frane non interessano solo le pareti rocciose, ma anche i depositi sciolti, siano essi grossolani o di granulometria fine. Qui l'interesse è però rivolto solo a quelle situazioni in cui le frane danno luogo alla formazione di ghiaioni.

Quando da una parete si verifica il distacco di un grande ammasso roccioso, questo può subire movimenti differenti: si parla di crollo quando almeno una parte del movimento avviene in caduta libera, di ribaltamento quando la roccia subisce una rotazione rispetto ad un punto basale e di scivolamento quando la roccia si muove lungo una superficie planare. Il fatto che si verifichi un movimento piuttosto che un altro dipende dalla struttura della roccia ed in particolare dalla presenza e dalla disposizione di discontinuità come piani di stratificazione, fratture, ecc. Ad esempio, grandi fratture parallele all'andamento del versante possono favorire frane di ribaltamento, mentre rocce stratificate con giacitura a franapoggio sono generalmente soggette a fenomeni di scivolamento. Durante il movimento l'ammasso roccioso si frantuma in vario modo, talvolta producendo un detrito molto eterogeneo, ma comunque grossolano e spigoloso, talvolta mantenendo una certa compattezza. Nel primo caso l'accumulo di frana risulta abbastanza simile alle falde detritiche, anche se generalmente è costituito da frammenti di maggiori dimensioni ed assume una morfologia più irregolare delle falde. Nel secondo caso, l'accumulo non ha l'aspetto di un ghiaione e talora può anche essere scambiato per un comune affioramento di roccia in posto.

Nelle Alpi grandi fenomeni di crollo o di scivolamento si sono verificati durante la fine del Pleistocene (tra 15.000 e 10.000 anni fa), quando le potenti masse glaciali che occupavano le valli alpine si sono ritirate. Questi fenomeni hanno avuto un forte impatto sull'ambiente, ad esempio sbarrando le valli temporaneamente, ma talvolta anche definitivamente. Gli accumuli di queste frane sono molto spesso ancora ben riconoscibili, si pensi ad esempio ai Lavini di Marco in Val d'Adige o alle Masiere di Vedana nei pressi di Belluno. Queste grandi frane rappresentano degli enormi ghiaioni, anche se con caratteristiche un po' differenti rispetto alle falde detritiche. Ad esempio, su alcuni di questi

accumuli l'alterazione prolungata del detrito ha portato alla formazione di suoli, favorendo quindi una presenza stabile della vegetazione.

Un'altra tipologia di frana che dà luogo alla formazione di ghiaioni sono le colate detritiche. Nelle colate, il materiale detritico è mobilitato non solo a causa della forza di gravità, ma anche per la presenza d'acqua. Sono fenomeni che si verificano in seguito ad eventi meteorici intensi, anche di breve durata (alcune decine di minuti di forte pioggia sono sufficienti per innescare questi processi). Le colate detritiche che formano dei ghiaioni sono generalmente quelle che prendono origine dalle falde detritiche o da depositi di frana. In altre parole queste colate non fanno altro che rimettere in movimento e, quindi, trasportare più a valle materiale precedentemente staccatosi o franato dal versante. Nelle parti più basse dei versanti, o comunque quando il flusso della colata trova una condizione topografica favorevole per espandersi lateralmente, si formano dei conoidi. Un bell'esempio di questo tipo di conoidi, soprattutto per le sue ragguardevoli dimensioni, è quello dei Rivoli Bianchi di Tolmezzo (Alpi Carniche).

Depositi glaciali. Un'altra tipologia di ghiaioni si rinviene alle quote più alte della catena alpina (molto più raramente in quella appenninica). Si tratta dei detriti trasportati e depositati dai ghiacciai. Le zone delle Alpi italiane con maggior sviluppo di ghiacciai sono il Massiccio del Monte Bianco, il gruppo dell'Ortles-Cevedale ed il gruppo dell'Adamello-Presanella. I ghiacciai sono un grande



Esempio di *rock glacier*, una forma molto frequente nelle Alpi ad alta quota

nastro trasportatore in grado di prendere in carico frammenti rocciosi delle più svariate dimensioni, da enormi massi a sedimenti fini come il limo e l'argilla. Il materiale preso in carico viene quindi depositato con modalità differenti, ad esempio lungo i fianchi del ghiacciaio, alla sua base o nella zona frontale. Non sempre i detriti depositati da un ghiacciaio hanno l'aspetto di un ghiaione, in particolare quando è presente molto materiale fine. In altri casi i depositi e le forme glaciali assumono l'aspetto tipico di un ghiaione. Ad esempio, possono assumere tale aspetto le morene laterali, dossi allungati che si formano lungo i fianchi della massa di ghiaccio. Il materiale che costituisce queste morene proviene dai versanti, spesso deriva da una falda detritica e dalla parte sommitale del ghiacciaio, ossia si tratta di frammenti che coprono il ghiacciaio e che cadono lateralmente. Questi dossi allungati, con fianchi generalmente molto ripidi, si rinvengono non solo in corrispondenza delle masse di ghiaccio, ma anche più a valle, ad una certa distanza (fino ad alcuni chilometri) dall'attuale fronte del ghiacciaio. Queste morene a quote più basse sono state deposte nel corso della Piccola Età Glaciale, la fase di espansione dei ghiacciai avvenuta tra il XVI secolo e la prima metà del XIX secolo. Le morene della Piccola Età Glaciale sono forme molto fresche, ghiaioni ripidi con scarsa colonizzazione da parte della vegetazione, a differenza delle morene più vecchie, quelle pleistoceniche, che hanno una morfologia più dolce ed una copertura vegetale.

Rock glacier. In alta montagna, dove intensi sono i cosiddetti processi periglaciali, hanno una certa diffusione i *rock glacier*, in italiano pietraie semoventi o ghiacciai di pietre. Si tratta di forme lobate, con lunghezza da alcune decine di metri fino a qualche chilometro, che terminano con una fronte ripida. Il materiale contenuto nei *rock glacier* deriva generalmente da falde detritiche o da depositi glaciali. È quindi comune osservare la seguente associazione di forme: parete rocciosa - falda detritica - *rock glacier*. La superficie di un *rock glacier* è piuttosto irregolare, presenta contropendenze, solchi ed ondulazioni. Materiale anche molto grossolano si deposita in superficie, mentre i frammenti più fini si ritrovano in profondità. Queste forme sono particolari non solo perché hanno caratteristiche morfologiche ben precise, ma anche perché al loro interno contengono del ghiaccio. Questo può derivare dal progressivo scioglimento di un ghiacciaio, che nel tempo è stato coperto da detriti, oppure dal congelamento delle acque percolanti. La presenza del ghiaccio fa sì che il *rock glacier* acquisti un movimento plastico, dovuto sia alle deformazioni del ghiaccio che alla presenza di acqua alla base dell'accumulo. Si tratta comunque di movimenti lenti: per le forme più veloci sono state stimate velocità di circa un metro all'anno. L'attività di un *rock glacier* termina quando il ghiaccio al suo interno si scioglie. Le evidenze di una inattività sono una morfologia complessiva più depressa (il *rock glacier* appare più "sgonfiato") e la presenza di vegetazione.



Flora e vegetazione

MARCELLO TOMASELLI

27

■ La vita vegetale sulle rupi

L'ambiente delle rupi è certamente uno dei più sfavorevoli alla vita vegetale, tuttavia il numero di organismi che riesce a sopravvivere in questo tipo di habitat è sorprendentemente elevato in termini di variabilità di forme e di gruppi sistematici. Sulle rupi possono vivere, infatti, alghe, licheni, briofite, felci e numerose angiosperme.

La diversità vegetale è particolarmente elevata negli ambienti rocciosi di montagna, soprattutto sulle pareti oltre il limite della vegetazione arborea, ma anche in corrispondenza degli affioramenti situati a quote inferiori, che delimitano le forre tipiche di molte valli delle Prealpi e degli Appennini. Dal punto di vista fitogeografico questi

ultimi ambienti rivestono un'importanza che in molti casi è persino superiore a quella dei corrispondenti habitat d'alta quota. La ragione va ricercata nel fatto che essi hanno svolto, durante le glaciazioni, la funzione di habitat-rifugio, consentendo la conservazione fino ad oggi di specie vegetali molto antiche.

Le numerose entità che colonizzano stabilmente le rupi occupano microambienti loro propri, contraendo con la parete rocciosa un rapporto più o meno "intimo", in ragione soprattutto delle modalità di crescita caratteristiche del gruppo sistematico di appartenenza.

Per questo motivo non è possibile individuare parametri ambientali limitanti comuni a tutte le categorie di organismi vegetali rupicoli. Risulterà più agevole scoprire le particolarità dell'ambiente delle pareti rocciose e le modalità con cui esso condiziona la vita vegetale passando in rassegna i gruppi di organismi che vivono, crescono e si riproducono in questo habitat apparentemente omogeneo, ma in realtà così particolare e diversificato.



Sassifraga gialla (*Saxifraga aizoides*) e campanula dei ghiaioni (*Campanula cochleariifolia*)

Vesicaria maggiore (*Alyssoides utriculata*) ed efedra nebrodese (*Ephedra major*)



La clorofita *Trentepohlia* sp. (200x)

■ Alghe e licheni

Le alghe epilittiche. Le alghe capaci di crescere e riprodursi sulle rocce e perciò definite genericamente epilittiche non sono molto numerose ed appartengono a tre gruppi sistematici principali. Il primo, che è anche quello più numeroso, comprende le alghe procariote appartenenti alla divisione delle cianobatteriofite, note anche con i nomi di cianobatteri, cianofite o alghe azzurre. Il secondo ed il terzo gruppo sono costituiti da alghe eucariote

rispettivamente appartenenti alle divisioni delle clorofite, le cosiddette alghe verdi, e delle bacillariofite o diatomee.

Tra le cianobatteriofite le specie epilittiche più frequenti appartengono ai generi *Gloeocapsa*, *Scytonema*, *Stigonema*, *Calothrix* e *Nostoc*. Tra le clorofite un genere che include specie epilittiche è *Trentepohlia*, mentre tra le bacillariofite entità epilittiche si rinvencono nei generi *Tabellaria* e *Melosira*.

A differenza degli altri vegetali litofili, le alghe sono capaci di crescere sulla roccia nuda e compatta assolutamente priva delle pur minime fessure, aderendo direttamente alla superficie rocciosa (alghe esolittiche), oppure riuscendo a penetrare all'interno della roccia stessa (alghe endolittiche).

Le alghe epilittiche si possono rinvenire su ogni tipo di substrato roccioso. Alcune specie appaiono legate alle rocce silicee (*Gloeocapsa ralfsiana*), mentre altre sono esclusive delle rocce carbonatiche (*Gloeocapsa sanguinea*). Determinante perché un'alga epilittica possa colonizzare una rupe è la presenza di uno scorrimento di acqua sulla superficie rocciosa. Lo scorrimento si deve mantenere per un periodo di almeno qualche settimana, consentendo così all'alga di completare il proprio ciclo vitale. Queste condizioni si verificano più facilmente sui versanti rocciosi esposti a Nord. Durante il periodo di crescita le cianofite epilittiche assumono un colore rossastro o verde-azzurro. Quando lo scorrimento dell'acqua è cessato e l'alga si disidrata, passando ad una condizione di vita latente, il colore del suo tallo si fa più scuro e la sua presenza è indicata da strisce verticali di colore nero-bluastro che solcano la parete in corrispondenza della linea di stillicidio (le cosiddette strisce d'inchiostro). Alcune cianofite riescono a colonizzare le pareti esposte a Sud perché, oltre alla disidratazione, riescono a sopportare anche le notevoli escursioni termiche circadiane che caratterizzano questi versanti.

Sui substrati carbonatici alcune cianobatteriofite e clorofite (*Gloeocapsa*,

Aphanothece e *Trentepohlia*) si comportano da endolittiche, riuscendo a penetrare all'interno della parete rocciosa, sia pure per la profondità di solo qualche millimetro. Questo è possibile perché le alghe riescono a sciogliere la roccia, liberando anidride carbonica con la respirazione e trasformando così il carbonato di calcio insolubile in bicarbonato solubile. In questo modo le alghe si scavano microscopiche nicchie nella parete, avviando il processo di carsificazione epigea delle superfici rocciose carbonatiche (fenomeno del fitocarsismo). Alcune alghe endolittiche riescono a tollerare l'eccesso di calcio depositandolo sotto forma di cristalli di carbonato nella guaina mucillaginosa che avvolge le loro cellule.

I licheni epilittici. Alcune alghe epilittiche appartenenti alle divisioni delle cianobatteriofite e delle clorofite sono incapaci di colonizzare da sole le superfici rocciose, riuscendo a farlo soltanto se coinvolte in una stretta interazione strutturale e funzionale con una specie fungina. Il risultato di questa interazione, peraltro frequente in natura anche in altri tipi di habitat, prende il nome di simbiosi lichenica e gli organismi che derivano stabilmente da questa stretta consociazione sono denominati licheni. L'alga costituisce il partner della simbiosi lichenica capace di utilizzare la luce come fonte di energia, il cosiddetto ficobionte, mentre il fungo ne rappresenta la componente, denominata micobionte, che utilizza come risorse energetiche le sostanze organiche prodotte dall'alga.



Licheni rupicoli



Protoblastenia incrustans

I licheni epilittici appartengono per la massima parte al tipo morfologico dei licheni crostosi e, in parte minore, a quello dei licheni fogliosi. Le denominazioni fanno riferimento all'aspetto esteriore del lichene. I licheni crostosi si presentano come sottili croste di forma e dimensione variabile che aderiscono intimamente al substrato con tutta la pagina inferiore del loro tallo e presentano un accrescimento lentissimo. I licheni fogliosi hanno tallo laminare, più o meno lobato, che aderisce al substrato in più punti tramite cordoni di ife di ancoraggio denominate rizine.

A differenza delle alghe epilittiche, i licheni che colonizzano le pareti rocciose non si limitano a prendere contatto con la superficie nuda della roc-

cia formandovi una patina, ma penetrano all'interno delle sottilissime e microscopiche fessure presenti nella struttura rocciosa con il fitto intrico delle loro rizine, riuscendo, in questo modo, ad ancorarvi molto saldamente. La connessione è talmente stretta che è praticamente impossibile staccare con le mani il lichene dalla base di appoggio sulla roccia. Per asportarlo a scopo di studio i lichenologi sono costretti a far uso di un martello da geologo.

Le specie licheniche epilittiche sono abbastanza numerose, anche se un censimento esauriente in merito non è stato ancora eseguito. Tra i licheni crostosi le entità epilittiche si concentrano nell'ordine delle lecanorali con i generi *Rhizocarpon*, *Lecidea*, *Lecanora*, *Protoblastenia*, *Caloplaca*, *Umbilicaria* e *Acarospora* e nell'ordine delle verrucariali con i generi *Verrucaria*, *Polyblastia*, *Staurothele* e *Thelidium*.

La maggior parte dei licheni crostosi, per quanto intimamente aderenti alla roccia, sono esolitifite (non penetrano cioè oltre lo strato superficiale). Soltanto sulle rocce carbonatiche si possono rinvenire licheni che, capaci di dissolvere il carbonato di calcio mediante secrezioni acide, riescono a scavarsi una piccola nicchia al di sotto della superficie rocciosa, da cui sporge soltanto il corpo fruttifero del micobionte. Questi licheni crostosi vengono perciò definiti interni o endolittici. A titolo di esempio citiamo le specie *Petractis clausa*, *Protoblastenia immersa* e *Staurothele immersa*, i cui nomi alludono chiaramente alla loro collocazione endolittica. I licheni sono tra le poche forme di vita che si spingono fino alle massime latitudini ed alle quo-

te più elevate, in condizioni ambientali caratterizzate da temperature estremamente rigide e da periodi di aridità prolungati determinati dal persistere dell'acqua allo stato di ghiaccio.

Alcune specie licheniche sopravvivono a temperature fino a -196°C senza subire danni particolari e possono assimilare anidride carbonica fino a -24°C . Per alcuni di esse l'optimum di temperatura per la fotosintesi è compreso tra 0 e -10°C . Per questa loro grande capacità di adattamento alle basse temperature i licheni sono tra i pochi organismi che si possono incontrare sulle rocce della fascia nivale.

I licheni rupicoli coprono le superfici rocciose per estensioni variabili e continue, spesso formando comunità o fitocenosi chiuse, in cui sono presenti esclusivamente specie appartenenti a questo particolare tipo di organismi. Si parla in proposito di una vegetazione lichenica rupicola, che è stata studiata e classificata secondo i principi ed i metodi della fitosociologia classica.

Nella classificazione della vegetazione lichenica vengono riconosciute due classi principali. Si tratta della classe *Protoblastenietea immersae*, che comprende le comunità formate dai licheni crostosi che colonizzano le rocce carbonatiche, e della classe *Rhizocarpetea geographicae*, alla quale si attribuiscono le cenosi licheniche insediate sulle rocce silicee. I livelli gerarchici della classificazione immediatamente inferiori (ordini, alleanze) sono differenziati sia in base alla composizione floristica, che alla modalità di crescita sulla parete (esolittica o endolittica) e alla relativa forma (crostosa o fogliosa). Determinante per l'articolazione della gerarchia delle forme di vegetazione lichenica è anche un parametro ecologico quale il grado di umidità della roccia.

Le briofite epilittiche. Sia i muschi che le epatiche, in una parola le briofite, si adattano abbastanza bene a crescere sulle rupi. Lo dimostra il numero delle specie di briofite rupicole, che è tutto sommato abbastanza ragguardevole ed è distribuito su più famiglie. Tra i muschi, la classe più ricca in specie della divisione delle briofite, gli ordini che hanno la più alta concentrazione di entità rupicole sono quelli delle grimmiali (con i generi *Grimmia*, *Racomitrium*, *Schistidium* ed altri) e delle pottiali (con i generi *Tortella* e *Tortula*). Nella famiglia



Rhizocarpon geographicum

Il genere *Grimmia* esemplifica molto bene i muschi epilittici. Comprende circa 150 specie (41 in Europa, 33 in Italia), presenti prevalentemente nelle zone con clima temperato, ma anche in Alaska, Terra del Fuoco, Siberia e nelle aree montuose delle regioni tropicali dell'Indonesia e dell'Africa Centrale.

La forma di crescita, sebbene spesso caratteristica, non è strettamente determinata su base genetica e può dipendere dal tipo di substrato, dall'ombreggiamento, dall'umidità dell'aria e dall'esposizione. È infatti possibile che specie che normalmente formano pulvini emisferici (*G. alpestris*, *G. montana*) possano presentarsi quali ciuffi sparsi in corrispondenza di crepe e fessure nelle rocce, o che specie come *G. ovalis*, tipicamente rinvenute in ciuffi sparsi, densi e nerastri nelle fessure delle rocce esposte a Sud, possano formare pulvini lassi di colore verde su rocce umide esposte a Nord.

Ad eccezione di *G. pitardii*, che si sviluppa sul suolo, tutte le specie europee appartenenti a questo genere crescono su rocce di varia natura, acide (*G. montana*, *G. alpestris*) o basiche (*G. tergestina*, *G. anodon*, *G. crinita*). In generale le specie che amano substrati basici preferiscono habitat caldi e secchi, mentre le specie acidofile prediligono habitat freddi con elevata umidità dell'aria. Questi muschi possono presentarsi in un ampio spettro di colori, che per le specie europee può variare dal blu-verde di *G. alpestris* e *G. caespiticia*, al rosso-bruno di *G. torquata* e *G. teretinnervis*, al quasi-nero di *G. pitardii*, *G. sessitana* e *G. atrata*. In generale c'è una relazione tra il colore del muschio



e la quantità di radiazione solare ricevuta; infatti i cuscinetti dei muschi che crescono in habitat esposti sono normalmente più gialli o bruni o, talvolta, tendenti al blu, mentre quelli in ambienti più ombreggiati tendono al verde scuro.

Una delle strutture più caratteristiche di *Grimmia* è il pelo bianco che si origina a partire dalla punta della foglia. Il pelo ha la funzione fondamentale di ridurre l'evaporazione nei periodi secchi, di catturare rugiada, umidità e particelle di polvere e, quindi, ha un chiaro valore funzionale per le specie che vivono in habitat secchi ed esposti. È possibile che, anche all'interno

della stessa specie, in habitat leggermente diversi vi siano forme con il pelo e senza il pelo e, addirittura, si possono rinvenire differenti forme della stessa specie che, nello stesso ambiente, sviluppano un pelo estremamente ridotto o un pelo molto lungo. In specie come *G. arenaria*, *G. curviseta* e *G. crinita*, che colonizzano ambienti soleggiati ed aridi, il pelo apicale può essere più lungo della lamina fogliare.

Sulla base della distribuzione geografica e della rarità degli habitat, sette sono le specie appartenenti al genere *Grimmia* note per l'Italia che necessitano di attenzione e protezione. *G. apiculata*, *G. limprichtii* e *G. teretinnervis* si rinvenivano solo in aree alpine e sono vulnerabili a causa dell'inquinamento atmosferico e della riduzione degli habitat idonei allo sviluppo. *G. anomala*, *G. arenaria* e *G. atrata* sono note per poche stazioni e in habitat vulnerabili, mentre *G. pilosissima* è una rara specie delle montagne mediterranee nota, in Italia, solo per la Sardegna.

andreaee l'unico genere presente (*Andreaea*) è costituito integralmente da specie rupicole. Tra le epatiche diversi sono i generi che annoverano specie che vivono su rocce generalmente ombreggiate o comunque umide. Tra questi *Preissia*, *Pellia*, *Metzgeria*, *Marsupella* ed altri.

Le briofite prendono contatto con la superficie della parete rocciosa secondo tre distinte modalità. Alcune specie si attaccano attivamente e strettamente alla roccia compatta attraverso il fitto feltro dei loro rizoidi, con una modalità molto simile a quella adottata dai licheni crostosi epilittici. Altre briofite richiedono la presenza di fessure, anche sottili, che interrompono la continuità della parete. La parte basale del cuscinetto muscinale che comprende i rizoidi si insinua nella fessura e consente l'ancoraggio del muschio. Questa modalità di contatto caratterizza i muschi cosiddetti casmofili e, come vedremo più avanti, sarà sviluppata e perfezionata dalle piante superiori. Vi è, infine, un consistente gruppo di briofite che si fissa alla roccia attraverso l'intermediazione di una sia pur minima intercapedine di materiale detritico, che si deposita nei piccoli ripiani della parete.

All'inizio della colonizzazione l'apporto di questo materiale deriva dalla caduta lungo la parete di frammenti rocciosi provenienti dall'alto, o da polveri sospinte dal vento. Solo in un secondo tempo, quando il cuscinetto si è formato e stabilmente insediato, esso stesso può direttamente contribuire alla disgregazione del substrato, producendo ulteriore detrito. A mano a mano che l'insediamento procede e il cuscinetto cresce in dimensioni, si accumula anche sostanza organica in lenta decomposizione, derivante dalle parti morte del cuscinetto stesso. Le briofite che si costruiscono in questo modo la loro nicchia sulle rupi vengono definite comofite.

Per quanto riguarda i parametri ecologici che condizionano la vita delle briofite sulle rocce dobbiamo considerare, in primo luogo, il chimismo della matrice litologica. Anche tra le briofite si conoscono, infatti, specie rupicole acidofile, ad esempio le specie dei generi *Andreaea* e *Grimmia* ed il muschio a cuscinetto *Oreas martiana*. Sono presenti anche specie che prediligono i substrati basici quali, ad esempio, *Hypnum dolomiticum* e *Barbula bicolor*.

Importante è anche il grado di insolazione, che condiziona la temperatura e, indirettamente, la disponibilità idrica, a sua volta dipendente dalla natura del substrato e dall'inclinazione. Alcune briofite sono decisamente sciafile



Tortella tortuosa

Gli aspetti vegetazionali dominati da briofite e pteridofite, legati a pareti più o meno umide interessate in genere da percolamento di acqua o stillicidi, vengono riuniti nella classe fitosociologica *Adiantetea*. Le acque che bagnano queste rupi sono generalmente ricche in carbonati che favoriscono la formazione di caratteristici depositi tufacei. Su questi depositi si insedia un denso e compatto strato briofitico dal quale emergono le fronde di varie pteridofite, fra cui soprattutto frequente è il capelvenere (*Adiantum capillus-veneris*).

Questa vegetazione si sviluppa soprattutto nella regione mediterranea, a quote relativamente modeste, con predilezione per gli ambienti di forra. A quote più elevate la classe *Adiantetea* viene sostituita dalla classe *Montio-Cardaminetea*, con associazioni adattate a condizioni ambientali più rigide. Le associazioni della classe *Adiantetea* sostituiscono su pareti più o meno umide quelle prettamente casmofile della classe *Asplenietea trichomanis*, legate a condizioni di maggiore aridità. Tra le specie tipiche della classe *Adiantetea*, oltre al capelvenere, frequenti sono le epatiche talloidi *Preissia quadrata*, *Conocephalum conicum* e *Pellia endiviifolia* ed i muschi *Eucladium verticillatum* e *Hymenostylium recurvirostre*.

Alcune associazioni della classe crescono su rupi calde e soleggiate. Esse sono caratterizzate da muschi come *Eucladium verticillatum*, *Hymenostylium recurvirostre* e *Didymodon tophaceus* e risultano tipicamente legate a superfici verticali o fortemente inclinate interessate da percolamento di acque freatiche povere di nutrienti, o da scorrimento di acque ricche in carbonati. Esse possono essere rinvenute sia su substrati carbonatici che silicei e, talvolta, possono tollerare abbastanza bene un disseccamento estivo anche prolungato.

Altre associazioni della classe crescono su pareti rocciose di natura scistosa, molto ombreggiate e localizzate in strette forre, percorse da acque percolanti oppure situate in prossimità di cascate. Su queste pareti, che rimangono bagnate anche durante le estati più aride, si insediano lussureggianti vegetazioni igrofile a briofite e pteridofite, dominate, su pareti a reazione acida, dalla felce regale (*Osmunda regalis*) e, su pareti a reazione neutra o debolmente basica, dalla felce bulbifera (*Woodwardia radicans*). Questa felce arborea a distribuzione subtropicale montana, nota in Italia per poche stazioni in Sicilia, Calabria e Campania, è estremamente rara nella regione mediterranea, dove si rinviene esclusivamente nelle forre umide. *Woodwardia radicans*, protetta dalle convenzioni internazionali ed inserita nella Lista Rossa delle piante d'Italia, assume il significato di relitto della flora tropicale che nel Terziario era presente negli attuali territori mediterranei.



Capelvenere (*Adiantum capillus-veneris*)

(cioè prediligono pareti ombreggiate, più fredde ed umide) e riescono a vivere con un'intensità luminosa minore rispetto alle fanerogame, penetrando in nicchie profonde ed all'interno di grotte e pozzi carsici. Altre, che vivono sulle pareti rocciose esposte a Sud, riescono a resistere a temperature elevate (fino a 70°C) ed a sopportare la conseguente aridità anche per periodi prolungati (specie termo-xerofile), riducendo la propria attività vitale fino a passare ad una condizione di vita latente.

In molti casi, le briofite assumono una caratteristica forma a cuscinetto denso, che consente di limitare le perdite di acqua e di proteggere dall'eccessivo calore le parti più interne. In alcuni casi (diverse specie del genere *Grimmia*) il cuscinetto assume un colore argenteo, determinato dalle parti apicali morte delle foglioline che riflettono i raggi luminosi e contribuiscono a limitare le perdite traspiratorie.

Analogamente a quanto già documentato per i licheni epilittici, anche le briofite rupicole tendono ad aggregarsi in comunità esclusivamente o prevalentemente muscinali, classificate secondo i criteri utilizzati per la vegetazione delle piante vascolari. Le classi di vegetazione che comprendono principalmente associazioni rupicole montane a briofite sono le seguenti: *Racomitrietea heterostichi*, *Grimmieta anodontis* e *Ctenidietea mollusci*.

La classe *Racomitrietea heterostichi* comprende le associazioni particolarmente ricche in briofite pulvinatate (cioè a cuscinetto emisferico) che colonizzano le rocce silicee nelle varie esposizioni ed in differenti condizioni di umidità del substrato. La classe *Grimmieta anodontis* comprende associazioni termoxerofile di muri e rocce, prevalentemente insediate su substrati carbonatici, anche a quote molto basse. Alcune associazioni appartenenti a questa classe si rinvencono, tuttavia, nella fascia montana e ricadono perciò nell'ambito di interesse di questo Quaderno Habitat. La classe *Ctenidietea mollusci* comprende invece associazioni legate ai substrati carbonatici in stazioni più fresche ed ombreggiate.

Una posizione a parte occupa la classe *Adiantetea*, formata da associazioni a briofite e felci che si insediano su rupi e muri bagnati da acque di stillicidio, percolamento e scorrimento, principalmente su substrati carbonatici. La classe è diffusa nella regione mediterranea e quindi quasi esclusivamente nell'Italia centrale e meridionale, dove si rinviene principalmente in ambienti di forra.



Barbula crocea



Gruppo del Vescovo (Pontremoli, Appennino Tosco-Emiliano)

■ Le piante superiori

Numerose sono le specie di felci e di angiosperme capaci di colonizzare le pareti rocciose nelle più svariate condizioni microambientali. Per questa ragione ad esse sarà dedicata la parte più cospicua della presente trattazione. La biodiversità vegetale delle rupi in termini di piante vascolari non dipende soltanto dai gradienti ambientali relativi a insolazione, temperatura, disponibilità idrica e di nutrienti, in altre parole dal variare delle condizioni microclimatiche e di substrato, ma anche dalla capacità che questi ambienti hanno di conservare le tracce del popolamento vegetale di epoche passate, funzionando da habitat rifugio, specialmente nelle fasce altitudinali inferiori.

Esamineremo in primo luogo le variazioni delle condizioni dell'ambiente rupicolo in quegli aspetti che più direttamente condizionano la vita delle piante vascolari e, successivamente, accenneremo all'importanza delle rupi come habitat a carattere rifugiale.

Le piante e l'ambiente delle rupi. Solo le piante provviste di tessuti (piante vascolari) sono dotate di un vero e proprio apparato radicale, cioè di un dispositivo strutturale destinato a svolgere sia la funzione di ancoraggio al substrato, sia quella di assorbimento dei nutrienti minerali presenti nelle soluzioni circolanti nel suolo. Mentre la prima funzione era efficacemente svolta sia dalle rizine dei licheni epilitici ed endolitici, sia dai rizoidi delle briofite rupicole, la nutrizione per assorbimento radicale direttamente dal substrato costituisce un'acquisizione delle piante vascolari. Essa sostituisce lo sfruttamento dell'apporto di minerali veicolato dallo scorrimento di acqua lungo la parete o dal pulviscolo atmosferico, tipico delle piante inferiori. Le caratteristiche fisiche della parete rocciosa, intese nel senso della sua morfologia di dettaglio, diventano perciò estremamente importanti nel condizionare la diversità e le condizioni di vita delle piante vascolari rupicole, in quanto da esse dipende la possibilità di ancoraggio per l'apparato radicale. Altrettanto importante risulta la matrice litologica della rupe, da cui essenzialmente dipende la nutrizione minerale della pianta vascolare.

Le piante tipiche delle rupi crescono su pareti rocciose verticali o subverticali, con inclinazioni che possono raggiungere e perfino superare i 90° nelle strutture strapiombanti. La verticalità delle pareti si accompagna ad un complesso di condizioni microclimatiche, che esamineremo in dettaglio più avanti, tali da richiedere uno specifico adattamento da parte delle piante vascolari e che favorisce pertanto la selezione di vegetali specializzati. Se l'inclinazione è inferiore, l'ambiente diviene in certo qual modo più permissivo, consentendo anche l'insediamento di specie vascolari non specializzate per vivere in questo tipo di habitat.

Le piante vascolari non riescono tuttavia a sopravvivere su pareti verticali compatte, che non offrono appigli per l'ancoraggio e risultano, di conseguenza, impenetrabili per il loro apparato radicale. Per lo sviluppo di una flora rupicola è necessario che la parete rocciosa offra, almeno in alcune sue parti, un certo numero di appigli, sporgenze o fessure, anche se di scarsa profondità, larghezza ed estensione. Questa condizione si verifica più facilmente sulle rocce carbonatiche, dove l'azione di dissolvimento esercitata dallo scorrimento idrico superficiale si somma a quella degli agenti meteorici che, attraverso variazioni di temperatura e ripetuti cicli circadiani di gelo-disgelo, determinano l'alterazione superficiale delle rocce. Per questa ragione le pareti verticali delle rupi calcaree sono, generalmente, le più ricche in flora vascolare e, nel momento dell'anno più favorevole, possono apparire come autentici giardini rocciosi naturali.

La natura chimica della roccia condiziona la diversità vegetale non solo indirettamente, attraverso le variazioni della sua morfologia, ma anche e più profondamente, influenzando la qualità e quantità dei nutrienti minerali resi disponibili per l'assorbimento radicale. La distinzione tra la flora delle rupi carbonatiche e quella delle rupi silicee non è soltanto quantitativa, non si basa cioè solo sulla maggiore o minore ricchezza in specie, ma è soprattutto di tipo qualitativo. La flora delle rupi calcaree, in altri termini, è costituita da specie diverse da quelle che costituiscono la flora delle rocce silicee.

Una delle ragioni che spiegano questa diversità è data dalla quantità di calcio, elemento che costituisce un nutriente fondamentale per le piante, particolarmente abbondante nelle minime quantità di suolo che si formano nelle fessure e sugli appigli delle rupi carbonatiche e assente, o quasi del tutto assente, nei microambienti corrispondenti sulle rupi silicee. Per queste ragioni le piante rupicole delle rupi carbonatiche sono definite calcicole, cioè amanti del calcio. In termini ecologici questo significa che esse hanno la capacità di utilizzare al meglio (o di tollerare, quando eccessive) le elevate quantità di calcio rese disponibili nel suolo per l'assorbimento radicale. I suoli ricchi in calcio hanno una reazione neutra o basica; per questa ragione le specie calcicole sono anche dette basifile. Le piante rupicole silicicole sono, invece, calcifughe, cioè adattate alla presenza, nel suolo, di una minima quantità di calcio e incapaci di sopportarne l'eccesso. I suoli poveri in calcio hanno reazione acida e perciò le piante calcifughe sono anche dette acidofile.

La reazione basica del suolo comporta precise conseguenze a livello della disponibilità di nutrienti minerali indispensabili per le piante. Nei suoli basici, infatti, fosforo, ferro e manganese sono per lo più fissati in composti insolubili e perciò meno disponibili per la nutrizione delle piante, mentre il molibdeno è disponibile in quantità adeguata. Nei suoli acidi alcuni elementi possono costituire fattori limitanti per la crescita vegetale, perché disponibili in quantità insufficienti. Tra questi elementi vi sono l'azoto, che in tali suoli viene minera-

lizzato più lentamente, il fosforo, che è per la massima parte legato a ossidi di ferro e di alluminio, e il molibdeno che è, in generale, meno disponibile. Altri elementi (alluminio, ferro, manganese) possono invece risultare presenti in quantità così elevate da risultare tossici per le piante.

Oltre che dalla micromorfologia e dalla matrice litologica della parete rocciosa, il popolamento vegetale delle rupi è anche fortemente condizionato dai parametri topografici, la cui variazione determina la formazione di gradienti microclimatici che influenzano direttamente la crescita delle piante vascolari.

Il primo di questi parametri è l'altitudine, al variare della quale è infatti noto che varia anche la temperatura dell'aria. In particolare, con il crescere della quota la temperatura dell'aria diminuisce in modo regolare. Alle latitudini delle nostre montagne è stato calcolato un decremento della temperatura media annua di 0.55°C per ogni 100 m di incremento in altitudine. Questo valore può superare anche 0.70°C durante l'estate, cioè nella stagione che generalmente coincide con il periodo vegetativo delle piante di montagna. In termini ecofisiologici, la temperatura è importante per la regolazione del livello di attività del metabolismo della cellula vegetale, in particolare dei processi di assimilazione dell'anidride carbonica e, di conseguenza, della produttività della pianta vascolare.

Tra le piante rupicole si annoverano sia specie euriterme, capaci cioè di vivere entro un ampio intervallo di variazione della temperatura e quindi caratterizzate da una notevole escursione altitudinale, sia specie stenoterme, che tollerano escursioni altitudinali e termiche limitate o molto limitate. Come esempio di



Globularia delle Apuane (*Globularia incanescens*)



Campanula di Zois (*Campanula zoysii*)

specie euriterma si può citare la globularia delle Apuane (*Globularia incanescens*), che si rinviene da circa 200 m fino a 1900 m di altitudine, dalle coste della Liguria orientale fino alle vette delle Alpi Apuane. Una delle più spettacolari specie stenoterme rupicole è la campanula di Zois (*Campanula zoysii*), tipica delle rocce carbonatiche delle Alpi Carniche e Giulie a quote comprese tra 1700 e 2300 m circa.

A parità di micromorfologia, di natura della matrice litologica e di altitudine, la diversità del popolamento vegetale

rupicolo è determinata da un altro fondamentale parametro topografico: l'esposizione. L'esposizione di una parete rocciosa è importante perché la sua variazione condiziona la quantità e la qualità della luce disponibile per le piante, la temperatura dell'aria e, infine, la disponibilità idrica. Per comprendere come l'esposizione possa concorrere a determinare condizioni microambientali anche estremamente diverse, prendiamo in considerazione le opposte situazioni di due pareti rocciose, una esposta a Sud ed una esposta a Nord.

Durante la stagione vegetativa le rupi esposte nei quadranti meridionali sono soggette ad una radiazione solare diretta diurna assai intensa e prolungata. Tale condizione può determinare nelle piante uno stress da eccesso di luce e, conseguentemente, mettere a rischio il funzionamento del loro apparato fotosintetico. Inoltre, come effetto collaterale dell'elevata insolazione, si riscontra un altrettanto marcato innalzamento della temperatura della parete rocciosa, che nelle rupi oltre il limite della vegetazione arborea può raggiungere i 50°C nelle ore di punta delle giornate estive più calde. Durante la notte la temperatura si abbassa sensibilmente e, alle quote più elevate, può scendere al di sotto dello zero, anche durante i periodi più caldi dell'estate. Come risultato si ha che l'escursione termica giornaliera cui può essere sottoposta una pianta rupicola su una parete rivolta a Sud può raggiungere i 60°C.

I valori elevati di insolazione e temperatura favoriscono, d'altra parte, l'evaporazione dallo scarso suolo presente e la traspirazione da parte delle piante, che può essere ulteriormente accresciuta per effetto dell'elevata ventosità tipica degli ambienti di montagna, in particolare sulle creste ed alle quote più alte. Al rischio dello stress da eccesso di luce e di calore si aggiunge, di conseguenza, anche il pericolo di insorgenza di uno stress idrico.

Le pareti rocciose esposte nei quadranti settentrionali ricevono la radiazione solare diretta solo per una parte ridotta della giornata e, in molti casi, solo

durante una parte della loro stagione vegetativa. Se le rupi sono strapiombanti, le piante che crescono su di esse, o al loro riparo, spesso sono illuminate soltanto tramite luce diffusa, anche durante l'estate. In queste condizioni non vi è ovviamente alcun rischio di stress da eccesso di luce, anzi le specie in oggetto presentano gli adattamenti tipici delle piante che vegetano negli ambienti in ombra. Anche le escursioni termiche giornaliere sono molto più contenute sulle rupi settentrionali. Durante il ciclo vegetativo le specie che vivono in questo habitat sono tuttavia esposte a temperature

che possono scendere al di sotto di 0°C, incorrendo comunque nello stress da freddo, perché la temperatura delle loro soluzioni scende al di sotto del punto di congelamento. Durante la stagione invernale questa condizione costituisce la regola, perché la mancanza o la scarsità della copertura nevosa, causata della verticalità della parete, fa sì che venga a mancare a queste piante la coibentazione termica assicurata dallo strato di neve. Per evitare lo stress durante la stagione invernale, le specie rupicole si pongono in riposo vegetativo, condizione in cui riescono a sopportare temperature anche molto inferiori a 0°C.

Generalmente la disponibilità idrica per le piante delle rupi esposte a Nord è adeguata, nei limiti in cui, ovviamente, può esserlo in corrispondenza di una parete verticale che ha una capacità pressoché nulla di trattenere l'acqua. Sui versanti nevosi lo scorrimento dell'acqua di fusione della neve può assicurare un adeguato rifornimento idrico per gran parte o tutta la stagione vegetativa; inoltre bisogna tener conto che nella regione alpina la stagione estiva è anche quella in cui si concentrano le precipitazioni piovose. Anche la ridotta insolazione contribuisce a far sì che le perdite idriche traspiratorie di queste piante non siano mai tali da porle a rischio di stress idrico. Un'eccezione è rappresentata dalle specie che vivono in corrispondenza o al di sotto di pareti rocciose strapiombanti e che perciò non possono essere raggiunte dall'acqua derivante dallo scioglimento delle nevi o dalle precipitazioni. Queste specie, che vivono in condizioni "di ombra di pioggia", possono presentare in effetti alcuni adattamenti tipici delle xerofite. Un caso particolare tra le specie vascolari che vivono in ombra di pioggia è costituito dalla sassifraga ragnatelosa (*Saxifraga arachnoidea*), un endemita di età precedente alle glaciazioni tipico delle Alpi bresciane e trentine (Giudicarie) caratterizzato da una pelosità densa e ragnatelosa, sulla quale si condensa l'umidità atmosferica, che assicura l'equilibrio del bilancio idrico.



Sassifraga ragnatelosa (*Saxifraga arachnoidea*)



Saxifraga alpina (*Saxifraga paniculata*)

Forme di crescita e adattamenti.

Analogamente a quanto già riportato per le briofite, anche le specie vascolari radicanti nelle fessure della roccia vengono definite casmofite o, con espressione sostantivata, casmofite. Le casmofite sono specie perenni a crescita molto lenta, limitata dalla scarsa disponibilità dei nutrienti reperibili nella poca terra fine ricca di particelle grossolane che si forma e si deposita sul fondo delle fessure rocciose. Una parte dei nutrienti proviene dalla disgregazione della roccia; il resto deriva dal riciclo della sostanza organica proveniente dalla decomposizione delle parti morte della casmofita stessa, che viene mineralizzata per azione degli organismi decompositori

(batteri e funghi). Il fenomeno del riciclo è particolarmente evidente nelle casmofite pulvinatae, che verranno descritte poco più avanti.

Per quanto riguarda l'apparato radicale delle casmofite, esso può svilupparsi entro fessure rocciose anche minime, consentendo un solido ancoraggio alla parete. Talvolta la lunghezza della radice che penetra in profondità nelle fessure alla ricerca dell'acqua e di nutrienti è superiore a quella della parte subaerea della pianta e, in qualche caso, può raggiungere il metro.

Una volta penetrata nelle fessure sottili, la radice delle casmofite spesso assume, nel suo primo tratto, la forma di un cono con l'apice rivolto verso l'interno della parete rocciosa. Dall'apice del cono si irradia un ventaglio di radici secondarie che si insinuano nelle ramificazioni laterali più sottili della fessura principale. Nelle fessure più larghe e tubolari le radici secondarie hanno un calibro maggiore e si dispongono più o meno parallele, affiancando per un tratto il decorso della radice principale. Quando le fessure sono molto profonde e sufficientemente larghe, le casmofite presentano una radice principale dritta e molto lunga.

La parte subaerea di una casmofita si può sviluppare secondo due prevalenti modelli di crescita, a rosetta o a cuscinetto o pulvino. Nelle casmofite a rosetta o casmofite rosulate l'asse del germoglio cresce in misura limitata e perciò gli spazi compresi tra due foglie successive (internodi) risultano molto raccorciati. Le foglie sembrano di conseguenza emergere tutte dallo stesso punto del fusto, formando quella che viene definita una rosetta. All'atto della fioritura l'a-

pice del germoglio si sviluppa in uno scapo in cima al quale si forma il fiore o l'infiorescenza (come nella sassifraga alpina, *Saxifraga paniculata*). In alcuni casi, compiute la fioritura e la fruttificazione, la pianta muore. Si parla in questo caso di specie monocarpiche. L'esempio più noto tra le piante rupicole è la sassifraga dell'Argentera (*Saxifraga florulenta*).

Le camefite a cuscinetto, o camefite pulvinatae, presentano una precoce ramificazione dell'asse del germoglio, che si sviluppa con modalità radiale (orientato cioè in tutte le direzioni). La crescita avviene in modo relativamente uniforme e la fioritura si manifesta all'apice dei diversi rami, in modo più o meno simultaneo. A seconda della forma assunta dal pulvino, si distinguono, in primo luogo, le casmofite a cuscinetto piatto (come la silene a cuscinetto, *Silene acaulis*), con i rami centrali più corti e orientati perpendicolarmente alla roccia e quelli periferici allungati e tendenti ad assumere un portamento prostrato. Quando la crescita è uniforme in tutte le direzioni il pulvino può assumere forma emisferica, se la sua base poggia direttamente sulla superficie rocciosa, come nell'androsace emisferica (*Androsace helvetica*) o in quella di Vandelli (*A. vandellii*), oppure forma completamente sferica, quando la base è libera, perché tra il punto di irradiazione dei rami e la radice fittonante vi è una porzione assile, allungata, del germoglio. È questo il caso dell'androsace dei ghiacciai (*Androsace alpina*). Uno dei caratteri morfologici più frequenti, sia nel fusto che nelle foglie del-



Silene a cuscinetto (*Silene acaulis*)



Androsace dei ghiacciai (*Androsace alpina*)



Androsace di Vandelli (*Androsace vandellii*)

le casmofite, è l'elevata pelosità. La presenza di una copertura di peli può rappresentare una forma di adattamento nei confronti di molteplici fattori. Per le piante che vivono sulle rupi esposte nei quadranti meridionali, la copertura pilifera ha valore protettivo nei confronti dell'eccesso di radiazione incidente e del surriscaldamento. In queste specie il rischio di stress da disidratazione è evitato attraverso lo sviluppo di particolari tessuti con funzione di riserva idrica, denominati parenchimi acquiferi. La presenza di questi tessuti conferisce alle foglie ed ai fusti di queste specie una caratteristica carnosità o succulenza. La succulenza caulinare e/o fogliare si riscontra soprattutto nella famiglia delle crassulacee, in particolare nei generi *Jovibarba*, *Sedum* e *Sempervivum*.

Una densa copertura pilifera si riscontra anche in molte tra le specie che vivono sulle rupi esposte nei quadranti settentrionali. In questo caso la funzione protettiva è soprattutto rivolta ad evitare il congelamento della parte subaerea della pianta quando la temperatura esterna scende al di sotto del punto di congelamento dei tessuti.

Non tutte le piante che crescono sulle rupi riescono a sviluppare una radice capace di esplorare in profondità le fessure della roccia; inoltre, le loro esigenze nutritive possono essere decisamente superiori a quelle di una comune casmofita. Queste piante riescono a colonizzare una parete rocciosa solo se i loro semi germinano in corrispondenza di ripiani, cenge e terrazzi anche di limitata estensione, dove si è formata una copertura di detriti fini ai quali possono ancorarsi. L'apparato radicale è molto ramificato e le sue sottili



Semprevivo ragnatelo (Sempervivum arachnoideum)

ramificazioni affondano in questa limitata coltre di detriti, da cui traggono nutrimento. La maggiore disponibilità di nutrienti determina, inoltre, una crescita più rapida e spesso più rigogliosa. Anche per queste piante vascolari si usa la denominazione di specie comofite o comofite, che abbiamo già introdotto a proposito delle briofite con attitudini ecologiche simili. Spesso le comofite assumono un aspetto "a cespo", perché l'asse centrale del germoglio sviluppa numerosi ricacci laterali. Come esempio possiamo ricordare la festuca delle Dolomiti (*Festuca alpina*), una delle poche specie rupicole appartenenti alla famiglia delle poacee.

Aspetti fitogeografici. Le piante delle rupi non si limitano a costituire dei "modelli sperimentali" di come gli organismi vegetali possano adattarsi a sopravvivere in un ambiente estremamente severo, ma ci forniscono anche informazioni di tipo retrospettivo sulla storia del popolamento vegetale delle nostre montagne conservando, per così dire, la memoria genetica del territorio geografico di loro pertinenza. Questo vale soprattutto per le piante vascolari che colonizzano le pareti rocciose dei fondovalle e delle gole delle Alpi e delle Prealpi meridionali e quelle di gran parte delle montagne appenniniche (dalle Alpi Apuane fino alla Calabria), nonché di tutte le montagne insulari. In queste stazioni, infatti, si conservano specie molto antiche, alcune delle quali non assomigliano a nessun'altra pianta attualmente vivente e sono perciò del tutto isolate dal punto di vista sistematico.

La ragione della maggiore "anzianità media" e dell'isolamento sistematico della flora rupicola, a mano a mano che si procede dalle Alpi verso i rilievi insulari, si spiega con l'incidenza che le glaciazioni hanno avuto sulla flora delle nostre montagne. Tale incidenza ha avuto come effetto principale, ma non esclusivo, quello di determinare un impoverimento floristico, provocando l'estinzione di molte specie. Il processo è stato più forte sulle Alpi che sui sistemi montuosi più meridionali, proprio perché questo imponente sistema montuoso è stato più marcatamente interessato dalle glaciazioni.

La copertura glaciale non è stata tuttavia uniforme su tutte le Alpi. Nelle aree marginali delle Alpi sudoccidentali e in tutte le Alpi sudorientali, dal Lago di Como fino alle Prealpi Giulie, i rilievi sono stati interessati dal fenomeno glaciale solo in modo limitato. Questa ridotta incidenza non è dimostrata soltanto da dati paleogeografici e paleoclimatici, ma è anche supportata da numerose prove biogeografiche, tra cui l'elevata concentrazione di paleoendemiti in queste aree. I paleoendemiti sono specie di origine anteriore alle glaciazioni con patrimonio genetico diploide o più frequentemente poliploide, la cui distribuzione si concentra in aree geografiche ristrette. Molti dei paleoendemiti alpini sono specie rupicole, prive di plasticità genetica e di potenzialità adattativa, sopravvissute fino ai nostri giorni sulle pareti rocciose, perché ivi sottratte alla

pressione competitiva di altre specie più esigenti dal punto di vista nutrizionale e sfuggite alla generale antropizzazione del territorio. Oltre che sulle catene marginali le specie terziarie sono sopravvissute su isole e picchi rocciosi emergenti dai ghiacci, denominati *nunatak*.

Il valore conservativo delle pareti rocciose della fascia collinare e montana non si estrinseca soltanto in dimensione retrospettiva, ma anche in chiave attualistica. Questo avviene quando le rupi delimitano forre e gole o valli strette ed incassate, caratterizzate da condizioni microclimatiche marcatamente più fredde ed umide di quelle che si riscontrano alla stessa quota al di fuori di questi ambienti. Tali condizioni consentono l'insediamento e la persistenza a bassa quota di specie rupicole che hanno il loro baricentro distributivo ad altitudini più elevate. Il fenomeno caratterizzato dalla discesa di specie alpine a quote più basse, dove vengono conservate in habitat rifugio, prende il nome di dealpinizzazione.

Le felci delle rupi. Le felci che vivono sulle rupi delle montagne italiane non sono molto numerose. La famiglia che annovera il maggior numero di specie rupicole è quella delle aspleniacee, con i generi *Asplenium* e *Ceterach*. Altri generi che annoverano specie strettamente rupicole sono *Cystopteris* (atiriacee) e *Woodsia* (woodsieacee). Le specie di questi generi raggiungono la fascia nivale. Anche i generi *Adiantum* (adiantacee) e *Notholaena* (sinopteridacee) comprendono specie rupicole che tuttavia non oltrepassano la fascia montana.



Asplenio tricomane (*Asplenium trichomanes*)

Alcune felci rupicole sono termofile. Tra queste ricordiamo la felcetta lanosa (*Notholaena marantae*), che cresce principalmente su rupi serpentinosi fino a 1400 m di quota ed il capelvenere (*Adiantum capillus-veneris*), che colonizza pareti rocciose carbonatiche umide o stillicidiose e che non supera i 1500 m di altitudine. Tra le aspleniacee, la cedracca comune (*Ceterach officinarum*), pur prediligendo il calcare, cresce su tutti i tipi di substrato, fino a 2000 m, con preferenza per i versanti meridionali. Il genere *Asplenium* comprende numerose specie rupicole. Alcune sono esclusive o preferenziali di pareti rocciose carbonatiche (calcarei o dolomie); tra queste l'asplenio grazioso (*Asplenium lepidum*), che predilige stazioni ombreggiate e talora moderatamente stillicidiose, l'asplenio ruta di muro (*Asplenium ruta-muraria*), la specie a più ampia distribuzione, che può raggiungere i 2900 m di quota, l'asplenio delle Dolomiti (*Asplenium seelosii*), con distribuzione limitata alle rupi calcaree ombreggiate delle Alpi centrali ed orientali, l'asplenio delle fonti (*Asplenium fontanum*), anch'esso preferenzialmente legato alle rupi calcaree ombrose ed umide delle Alpi centrali e occidentali e dell'Appennino settentrionale fino a quasi 1800 m di quota.

L'asplenio del serpentino (*Asplenium cuneifolium*), come lascia facilmente intendere il nome comune, è invece legato alle serpentine o ad altri substrati di natura ofiolitica. In Italia è distribuito dalla Val d'Aosta fino all'alta Val Tiberina (Appennino settentrionale). Anche l'asplenio settentrionale (*Asplenium septentrionale*) si rinviene su rocce ofiolitiche, ma, a differenza della specie precedente, colonizza anche substrati acidi.

Relativamente indifferenti al substrato appaiono, infine, l'asplenio tricomane (*Asplenium trichomanes*), piuttosto comune su tutti i rilievi italiani, suddiviso in sottospecie distinte sia dal punto di vista distributivo che ecologico, e l'asplenio verde (*Asplenium viride*), diffuso dalle Alpi alla Calabria, dalla fascia montana fino alle rupi della fascia nivale.

Il genere *Cystopteris* comprende tre specie prettamente rupicole, che si rinvencono preferibilmente su pareti ombreggiate, o alla loro base. Due specie sono indifferenti al substrato: la felcetta fragile (*Cystopteris fragilis*), diffusa in tutti i rilievi italiani, e la felcetta dickieana (*Cystopteris dickieana*), a distribuzione alpina ed appenninica assai discontinua. La terza specie, la felcetta delle Alpi (*Cystopteris alpina*), mostra invece una certa predilezione per le rupi carbonatiche.

Menzioniamo infine il genere *Woodsia* che annovera tre specie rupicole, di cui due silicicole (*Woodsia alpina* e *W. ilvensis*) ed una calcicola (*W. glabella* ssp. *pulchella*). Tutte e tre le specie sono rare o rarissime. La più diffusa è *W. alpina* presente lungo tutto l'arco alpino e sull'Appennino settentrionale. *W. glabella* ssp. *pulchella* è diffusa dalla Valsesia fino alle Alpi Giulie, mentre *W. ilvensis* ha una distribuzione limitata a poche stazioni in Alto Adige e Lombardia.



Sassifraga dell'Argentera (*Saxifraga florulenta*)

Le angiosperme rupicole. Anche se ci limitiamo alle fasce altitudinali superiori, da quella montana fino alla nivale, il numero complessivo delle angiosperme casmofile presenti sulle montagne italiane è piuttosto rilevante. Tra i generi di angiosperme più ricchi in casmofite si annoverano *Campanula*, *Primula* e soprattutto *Saxifraga*, il cui nome chiaramente allude all'habitat rupicolo. Poiché lo spazio disponibile non consente di trattare tutte le angiosperme casmofile italiane, un compromesso ragionevole appare quello di elencare fuori testo le specie di maggiore interesse fitogeografico (endemiti o specie ad areale comunque ristretto o disgiunto), procedendo dalle Alpi

insulari, attraverso gli Appennini (vedi pagg. 68-71). Solo ad alcune casmofite endemiche di grande rilevanza tassonomica, conservazionistica ed estetica sarà riservata una specifica menzione nel testo.

Per le ragioni già esposte, le Alpi Liguri e le Alpi Marittime rappresentano nell'ambito della catena alpina uno dei maggiori centri di endemismo. Una parte consistente degli endemiti ivi presenti sono strettamente rupicoli ed hanno origine preglaciale. Nelle Alpi Liguri le casmofite endemiche si concentrano sulle rupi carbonatiche (calcari e dolomie), piuttosto diffuse in questo settore, mentre nelle Alpi Marittime un importante centro di endemismo è costituito dagli imponenti affioramenti di gneiss e graniti che costituiscono l'ossatura di questo tratto della catena alpina.

Tra le casmofite calcicole la primula di Allioni (*Primula allionii*) è forse la specie più nota, sia per la sua rarità che per motivi estetici. La specie è distribuita principalmente lungo il medio bacino della Roia sul versante meridionale delle Alpi Marittime, in un numero limitato di stazioni su rupi al riparo dai raggi diretti del sole tra 500 e 1900 m.

Tra le casmofite acidofile delle Alpi Marittime indubbiamente la più spettacolare e celebrata è la sassifraga dell'Argentera, pianta misteriosa e leggendaria, che vegeta esclusivamente sulle rupi silicee esposte nei quadranti settentrionali tra 1900 e 3240 m di quota, spesso in siti inaccessibili. La sassifraga dell'Argentera è specie monocarpica, che fiorisce e fruttifica una sola volta e poi muore, non riuscendo a sopravvivere al considerevole impegno riproduttivo; il

tempo necessario perché un individuo pervenga alla fioritura, secondo alcune stime, varia da 30 a 75 anni.

Abbandonando le Alpi Marittime e risalendo le Alpi occidentali in direzione Nord si incontrano altre casmofite endemiche tra cui ricordiamo la sassifraga valdese (*Saxifraga valdensis*), endemica delle Alpi Cozie e Graie, che vegeta su substrati calcarei e su calcescisti tra 2000 e 2900 m di quota, e la campanula piemontese (*Campanula elatines*), confinata alle rupi ombrose silicee tra 300 e 1900 m di quota dello stesso settore. Procedendo verso Est si incontra un'altra specie silicicola tipica delle Alpi nordoccidentali, il raponzolo del Carestia (*Phyteuma humile*), che nel settore delle Alpi Retiche è sostituito dal raponzolo retico (*Phyteuma hedraianthifolium*). Le Alpi e le Prealpi sudorientali italiane, la cui matrice litologica è per la massima parte di natura carbonatica, rappresentano il più importante centro alpino di endemismo rupicolo. In termini fitogeografici questa parte delle Alpi è suddivisa in tre distinti distretti, ognuno caratterizzato da un proprio corredo di endemiti casmofili:

- insubrico, che comprende i rilievi tra il Lago di Como e il Lago di Garda e il M. Baldo
- dolomitico, con le Prealpi Venete, le Alpi Feltrine e le Dolomiti
- carnico-giuliano, che comprende le Prealpi e le Alpi Carniche e Giulie.

Per il settore insubrico, oltre alla già ricordata sassifraga ragnatelosa, menzioniamo la campanula dell'arciduca (*Campanula raineri*), la cui distribuzione è centrata sulle Prealpi Lombarde con stazioni isolate su alcuni rilievi della Valsugana e del Vicentino. Questa spettacolare casmofita dalle grandi corolle azzurre vegeta tra 700 e 2000 m di quota. Per il settore dolomitico non si può fare a meno di menzionare un'altra spettacolare specie del genere *Campanula*: la campanula di Moretti (*Campanula morettiana*), che adorna con le sue corolle blu-violacee le fessure delle rocce dolomitiche tra 1700 e 2400 m di quota. La rassegna delle campanule endemiche si chiude con la già citata campanula di Zois che caratterizza le pareti rocciose carbonatiche delle Alpi Giulie. Tra gli endemiti rupicoli ad areale ristretto delle Alpi sudorientali una menzione particolare meritano anche alcune specie del genere *Primula*, accomunate dal fatto



Campanula di Moretti (*Campanula morettiana*)

di essere tutte di recente scoperta. L'elenco comprende la primula delle Grigne (*Primula grignensis*) descritta da Moser nel 1998, la primula del Monte Alben (*Primula albenensis*) descritta da Banfi e Ferlinghetti nel 1993 per il settore insubrico e la primula di Recoaro (*Primula recubariensis*) descritta da Prosser e Scortegagna nel 1998 nelle Piccole Dolomiti, per il settore dolomitico.

Il nostro itinerario attraverso gli endemiti rupicoli delle montagne italiane prosegue con la discesa lungo la penisola attraverso un ideale percorso che inizia dall'Appennino settentrionale. In questo settore il principale centro di endemismo è rappresentato dalla piccola catena delle Alpi Apuane. Come esempio di endemismo casmofilo apuano ricordiamo la globularia delle Apuane, distribuita dalle rupi carbonatiche in prossimità del Golfo di La Spezia fino alle principali vette delle Alpi Apuane, dove cresce sia su rocce acide che su rocce basiche. La specie si ritrova, seppure più raramente, anche sui versanti soleggiati dell'Appennino Tosco-Emiliano, dove vegeta nelle fessure di rocce acide appartenenti a diverse tipologie di arenarie.

L'Appennino Tosco-Emiliano è in generale assai povero di endemiti propri. L'unico autenticamente casmofilo è la primula appenninica (*Primula apennina*), che vegeta sulle rupi arenacee del settore nordoccidentale dell'Appennino Tosco-Emiliano tra 1300 e 1900 m circa.

L'Appennino centrale è stato meno intensamente coinvolto dalle glaciazioni ed ha perciò conservato una flora orofila in buona parte preglaciale, che annovera molti endemiti. Tra quelli autenticamente casmofili si può citare la



Primula appenninica (*Primula apennina*)

campanula napoletana (*Campanula fragilis* ssp. *cavolinii*), che si rinviene nell'Appennino Abruzzese e laziale sulle rupi carbonatiche da 500 a 1300 m di quota. Una consistente parte della flora orofila dell'Appennino centrale è distribuita anche sulla sponda opposta dell'Adriatico, sulle montagne del Montenegro e della Bosnia. Tra queste specie denominate "anfiadriatiche" particolare rilievo assume la rara androsace abruzzese (*Androsace mathildae*), che vegeta nelle fessure delle rocce carbonatiche del Gran Sasso d'Italia e della Majella tra 2100 e 2900 m di quota e che è stata recentemente rinvenuta anche sulle montagne del Montenegro.

L'Appennino meridionale presenta strutture rocciose meno imponenti e, di conseguenza, un minor numero di casmofite endemiche. Tra queste una delle specie più rare è l'achillea lucana (*Achillea lucana*), che si insedia nelle fessure delle rupi carbonatiche e conglomeratiche, con distribuzione centrata sui principali massicci della Basilicata.

La situazione delle montagne siciliane non è molto diversa, in quanto a causa delle quote relativamente modeste della maggior parte dei rilievi montuosi, la flora rupicola orofila è poco rappresentata. Esempi di pareti rocciose imponenti a quote superiori ai 1500 m si trovano infatti soltanto sulle Madonie. Come esempi di endemiti siculi casmofili menzioniamo la stellina di Gussone (*Asperula gussonei*), che colonizza le rupi dolomitiche dell'anfiteatro di Quacella nella catena delle Madonie tra 1400 e 1800 m circa, e il fiordaliso della Busambra (*Centaurea busambarensis*), diffuso sulle rupi carbonatiche di diversi rilievi siciliani fino a 1400 m circa.

L'itinerario attraverso la flora rupicola delle montagne italiane si conclude in Sardegna. La varietà litologica, che annovera sia substrati carbonatici che substrati silicei, ha consentito la differenziazione di specie calcicole e calcifughe. Tra le prime citiamo lo spillone di Moris (*Armeria morisii*), che colonizza le rupi calcaree nel Sopramonte di Orgosolo e Oliena, tra 1000 e 1300 m di quota. Tra le specie silicicole la menzione va a due rappresentanti del genere *Helichrysum*, i perpetuini del Monte Linas (*Helichrysum montelinasanum*), una specie localizzata sulle rupi granitiche del monte omonimo nella Sardegna sudoccidentale e i perpetuini del Limbara (*Helichrysum frigidum*), specie relativamente frequente sulle più elevate montagne della Corsica e presente in Sardegna solo sul Monte Limbara, nella parte settentrionale dell'isola.



Androsace abruzzese (*Androsace mathildae*)

La vegetazione rupicola. Nella tassonomia fitosociologica o sintassonomia le comunità vegetali rupicole delle montagne italiane dominate da casmofite vengono riunite all'interno di un'unica classe (*Asplenieta trichomanis*), suddivisa a sua volta in due ordini (*Potentilletalia caulescentis* e *Androsacetalia multiflorae*), rispettivamente comprensivi delle fitocenosi delle rupi carbonatiche e silicee. Ciascuno dei due ordini risulta suddiviso in un certo numero di alleanze.

L'ordine *Potentilletalia caulescentis*, distribuito dalle Alpi fino alla Sicilia, è suddiviso in numerose alleanze definite, nella massima parte dei casi, su base geografica e comprende un consistente numero di associazioni.

Un primo gruppo di associazioni ha carattere eliofilo e termofilo, con baricentro distributivo nelle fasce montana e subalpina, ma è occasionalmente diffuso anche a quote inferiori. Tra le associazioni di questo gruppo, la più frequente è il *Potentilletum caulescentis*, distribuito lungo tutte le Alpi meridionali e fisionomicamente caratterizzato dalla predominanza della cinquefoglia penzola (*Potentilla caulescens*), frequentemente accompagnata dal ranno spacca-sassi (*Rhamnus pumilus*).

Un altro gruppo è formato invece da associazioni che, a differenza delle precedenti, risultano diffuse soprattutto nella fascia alpina e presentano ancora una certa predilezione per le esposizioni soleggiate. Tra queste, la più comune è il *Potentilletum nitidae*, ampiamente diffuso su tutti i più elevati massicci carbonatici delle Alpi sudorientali e caratterizzato dalle vistose fioriture della cinquefoglie delle Dolomiti (*Potentilla nitida*), di colore roseo, variabile da chiaro

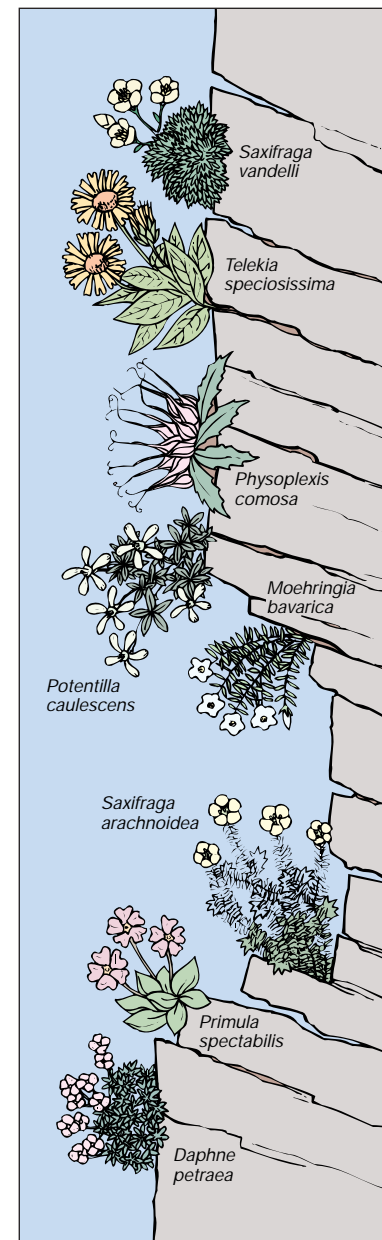


Cinquefoglie delle Dolomiti (*Potentilla nitida*)

ad intenso. In questa associazione si rinviene anche la rara androsace di Hausmann (*Androsace hausmannii*). Salendo fino alle parti più elevate della fascia alpina e alla fascia nivale dei massicci carbonatici, si può rinvenire l'*Androsacetum helveticae*, chiaramente distinguibile per l'abbondanza dei pulvini dell'androsace emisferica.

Tutte le associazioni fin qui menzionate rifuggono dalle rupi ombreggiate ad esposizione settentrionale o dalle rupi strapiombanti illuminate solo da luce diffusa. Questo particolare tipo di habitat è invece il dominio di associazioni caratterizzate dall'abbondanza di felci appartenenti ai generi *Asplenium* e *Cystopteris* e distribuite sulle Alpi e sull'Appennino settentrionale. La più frequente di queste associazioni è il *Cystopteridetum fragilis*, ove domina la felcetta fragile (*Cystopteris fragilis*).

Nelle Alpi sudoccidentali e nelle Alpi Apuane le associazioni rupicole sono caratterizzate da numerose casmofite endemiche. Nelle Alpi Liguri l'associazione più frequente è il *Saxifragetum lingulatae*, marcato dalla dominanza della sassifraga meridionale (*Saxifraga callosa*=*Saxifraga lingulata*), che adorna le rupi carbonatiche con le sue bianche infiorescenze pendule. Un'altra associazione di notevole pregio fitogeografico presente in questo distretto è il *Primuletum allionii*, dominato dalla primula di Allioni e legato alle rupi carbonatiche ombreggiate della fascia montana. L'associazione rupicola più emblematica delle Alpi Apuane è il *Sileno lanuginosae-Rhamnetum glaucophyllae*, che ha come



Vegetazione endemica nelle fessure delle rocce carbonatiche della Lombardia

specie caratteristiche il ranno delle Apuane (*Rhamnus glaucophyllus*) e l'erba-perla rupestre (*Moltkia suffruticosa*). L'associazione colonizza le falesie compatte della fascia montana.

I massicci carbonatici dell'Appennino centrale e della Sicilia sono caratterizzati da numerose associazioni casmofitiche. Due associazioni possono essere portate come esempi, in quanto particolarmente rappresentative per l'Appennino centro-meridionale. La prima è il *Campanulo cavolini-Potentilletum caulescentis*, che colonizza le rupi carbonatiche della fascia montana ed è caratterizzato dalla presenza fisionomizzante della campanula napoletana. La seconda associazione mostra una distribuzione limitata alle più alte montagne dell'Appennino centrale, dove caratterizza le rupi subalpine ed alpine. Si tratta del *Potentilletum apenninae*, che ha come specie tipica la cinquefoglia dell'Appennino (*Potentilla apennina*) e l'alisso rupestre (*Ptilotrichum cyclocarpum*). Le due associazioni sono ritenute vicarianti appenniniche rispettivamente del *Potentilletum caulescentis* e del *Potentilletum nitidae* delle Alpi.

Sulle montagne siciliane carbonatiche è presente un'unica associazione casmofitica, l'*Asperuletum gussonei*, a distribuzione limitata alla catena delle Madonie e caratterizzata dalla presenza della stellina di Gussone, accompagnata dai perpetui delle Madonie (*Helichrysum nebrodense*).

La vegetazione casmofitica delle montagne della Sardegna è stata finora poco studiata. Gli unici dati disponibili sono quelli relativi alle rupi carbonati-



Sassifraga meridionale (*Saxifraga callosa*)

che. La flora di questi ambienti appare molto diversa da quella delle rupi carbonatiche sia alpine che appenninico-sicule, tanto da giustificare la loro attribuzione ad un ordine autonomo (*Arenario-Phagnaletalia sordidae*).

L'associazione più diffusa a quote superiori ai 1000 m è il *Laserpitio garganicae-Asperuletum pumilae*, caratterizzato dalla presenza del laserpizio del meridione (*Laserpitium garganicum*), della stellina di Sardegna (*Asperula pumila*) e dell'issopo a foglie cuoriformi (*Micromeria cordata*).

Il quadro classificatorio della vegetazione delle rupi silicee è molto meno complesso, con solo tre alleanze principali ed un numero meno elevato di associazioni rispetto a quello riscontrato sulle rocce carbonatiche.

Lungo la catena alpina sono diffuse due associazioni, l'*Androsacetum vandellii*, confinato alle rupi silicee della fascia alpina e nivale e caratterizzato dalla presenza dell'androsace di Vandelli (*Androsace vandellii*), e l'*Asplenio-Primuletum hirsutae*, distribuito dalla fascia montana superiore all'alpina inferiore. Le specie tipiche di questa associazione sono la primula irsuta (*Primula hirsuta*) e la spettacolare sassifraga dei graniti (*Saxifraga cotyledon*).

Nell'Appennino settentrionale è presente un'unica associazione silicicola, il *Drabo aizoidis-Primuletum apenninae*, confinata alle rupi arenacee del crinale sommitale, con marcata predilezione verso le esposizioni settentrionali. Le specie caratteristiche sono la draba aizoida (*Draba aizoides*) e la primula appenninica.

Sulle Alpi italiane è stata verificata la presenza di un'ulteriore associazione che colonizza le rupi silicee soleggiate della fascia montana. Si tratta del *Sileno rupestris-Asplenietum septentrionalis*, che ha come specie guida la silene rupestre (*Silene rupestris*).

Un cenno particolare meritano infine le Alpi sudoccidentali, che anche dal punto di vista della vegetazione delle rupi silicee si distinguono dal resto della catena alpina. Sulle Alpi Marittime, infatti, è presente il *Saxifragetum florulentae*, che colonizza le pareti verticali delle fasce alpina e nivale ed è caratterizzato dalla sassifraga dell'Argentera e dalla sassifraga piemontese (*Saxifraga pedemontana*).

Sui rilievi dell'Italia peninsulare e della Sicilia le rupi silicee sono scarse e poco studiate. In Sardegna sono più frequenti, ma praticamente ignote dal punto di vista vegetazionale.



Primula irsuta (*Primula hirsuta*)



Conoide detritico in parte stabilizzato dalla vegetazione (Massiccio del Gran Sasso, Abruzzo)

■ La vita vegetale sui detriti

Falde e coni detritici, alcuni risalenti all'era glaciale, altri più recenti, ricoprono vaste estensioni dei rilievi alpini ed appenninici oltre il limite della vegetazione arborea. La maggior parte, vista da lontano, appare completamente priva di vita vegetale; tuttavia, avvicinandoci, possiamo renderci conto che, seppure isolate e spesso nascoste tra i massi, non poche sono le specie vegetali che crescono in questi ambienti, talvolta adornandoli di splendide fioriture. La maggior parte di queste specie presenta caratteristiche atte a consentirne la sopravvivenza in un ambiente per molti versi sfavorevole alla vita vegetale. Per queste entità così specializzate è stata coniata un'apposita denominazione: nella letteratura geobotanica esse vengono infatti denominate come glareofite o piante glareicole.

Mentre le rupi ospitano organismi vegetali appartenenti a gruppi sistematici diversi, tra i detriti possono vivere soltanto piante capaci di ancorarsi al substrato mobile attraverso un apparato radicale specificamente adattato. Ciò esclude alghe, licheni e muschi, in quanto del tutto sprovvisti di vere radici. Licheni e muschi epilitici si rinvergono, peraltro, sui clasti più antichi e stabili, mentre briofite terricole possono crescere sul materiale fine che si forma sul fondo delle anfrattuosità tra i massi di maggiori dimensioni alla base del pendio detritico. In ambedue i casi, comunque, si tratta di specie che si rinvergono più frequentemente sulle rocce oppure in comunità di prateria o valletta nivale e pertanto non possono essere in alcun modo assimilate alle glareofite.

L'ambiente dei detriti. I pendii detritici costituiscono delle stazioni estreme per la vita delle piante vascolari, sia per le condizioni microclimatiche poco favorevoli, che per le sollecitazioni meccaniche esercitate dal movimento superficiale delle pietre. Per quanto riguarda il microclima valgono le considerazioni già espresse a riguardo delle rupi circa l'importanza dei fattori topografici nel determinare differenziazioni dell'habitat in termini di bilancio di energia radiante, temperatura e disponibilità idrica. In aggiunta, occorre sottolineare il rilievo assunto dall'entità e dalla durata della copertura nevosa che, trascurabile in corrispondenza delle rupi in ragione della loro forte acclività, diviene rilevante sui pendii detritici. La copertura nevosa può infatti con-



Detrito costituito da litologia mista in Valle Aurina (Alto Adige)

dizionare la morfologia della falda o del cono, determinando la disposizione dei detriti, che possono scivolare liberamente sulla neve o venire mobilizzati all'atto dello scioglimento della stessa. L'entità e la permanenza della neve determinano inoltre la disponibilità idrica a livello dello strato di terra fine che si forma sotto la coltre più superficiale di detrito grossolano e da cui le radici delle piante glareicole traggono il loro apporto di nutrienti.

Anche per quanto riguarda la matrice litologica dalla cui disaggregazione derivano i clasti, la differenziazione tra matrice carbonatica e matrice silicea ed i suoi riflessi sulla disponibilità di nutrienti a livello dell'apparato radicale delle glareofite non richiedono ulteriori notazioni aggiuntive. Meritevole di un accenno è, invece, il dato che le caratteristiche della roccia madre condizionano la sensibilità della stessa agli agenti responsabili della disaggregazione e determinano di conseguenza, entro certi limiti, anche forma e dimensioni dei clasti e quindi, in ultima analisi, la morfologia complessiva della falda o del cono detritico.

La caratteristica dell'habitat detritico che più influenza le forme e le modalità della vita vegetale è l'instabilità del substrato, unita alla scarsità di terra fine (limo e argilla) ed alla limitata disponibilità idrica negli strati superficiali della copertura detritica. Le peculiari modalità di crescita delle glareofite sono la diretta espressione di un adattamento a queste particolari condizioni.

In base alla persistenza dell'alimentazione da parte della parete rocciosa sovrastante ed al loro grado di mobilità complessiva si distinguono, in primo



Ultimo lembo di un bosco a conifere circondato da un ghiaione (Prealpi Carniche, Friuli Venezia Giulia)

luogo, i pendii detritici ancora attivi, incessantemente modificati dall'aggiunta di nuovo materiale; essi risultano tra i più inospitali per le piante vascolari ed appaiono perciò spesso del tutto, o quasi del tutto, privi di copertura vegetale. Altri pendii non sono più attivamente alimentati, ma risultano tuttavia ancora instabili, in quanto i clasti sono mobilizzati dall'alternanza dei cicli gelo-disgelo, dal ruscellamento dell'acqua di fusione nivale, oppure dal transito di animali o turisti; questi pendii hanno una ricettività maggiore nei confronti delle glareofite. Infine ci sono i pendii a riposo, non più alimentati e completamente stabili, che solo in certe condizioni, che vedremo più avanti, possono ospitare specie vascolari, anche quelle non adattate a questo tipo di habitat. Sulla base del diametro medio dei clasti, i pendii detritici si distinguono in pendii a blocchi, quando il diametro è superiore a 25 cm, pendii a detriti grossolani con diametro dei detriti compreso tra 25 e 2 cm e pendii a detriti fini, se il diametro dei clasti è compreso tra 2 e 0.2 cm.

I fattori che hanno più importanza per le prospettive di colonizzazione da parte delle piante vascolari sono la quantità, la distribuzione ed il contenuto idrico della terra fine presente tra o sotto i detriti. I pendii detritici complessivamente più sfavorevoli alla vita vegetale sono quelli a blocchi, perché, anche se stabilizzati, sono generalmente più poveri in terra fine e scarsamente illuminati per l'effetto di ombreggiamento reciproco dei clasti di maggiori dimensioni.

Un pendio detritico situato alla base di una parete rocciosa non costituisce comunque un ambiente omogeneo ed egualmente suscettibile all'insediamento delle piante vascolari. In corrispondenza degli apici dei conetti detritici o delle parti superiori delle falde, caratterizzate da detriti più fini e instabili e soggetti alla caduta di frammenti di roccia dalla sovrastante parete alimentatrice, la mobilità dei detriti è molto elevata e non esistono piante vascolari capaci di insediarsi in queste aree. Procedendo lungo la falda detritica dall'alto verso il basso, le dimensioni dei clasti aumentano e, parallelamente, diminuisce la loro mobilità. Si crea quindi un ambiente favorevole alla colonizzazione delle glareofite che, come vedremo nel prossimo paragrafo, affrontano



Pendio detritico con blocchi rocciosi

il problema sviluppando un vasto repertorio di strategie adattative. Verso la base della falda i clasti aumentano di dimensioni (anche oltre il metro di diametro) e divengono completamente immobili. La stabilizzazione della falda può creare condizioni favorevoli all'insediamento di specie litofile non specializzate (cioè non valutabili come glareofite) negli interstizi tra i blocchi raggiunti da una sufficiente quantità di luce e ricoperti al fondo da una certa quantità di terra fine. Qualora queste due condizioni vengano a mancare, non c'è alcuna possibilità di colonizzazione della base della falda da parte delle piante vascolari.

Se immaginiamo di sezionare una falda o un cono detritico in senso trasversale, ne risulta un profilo convesso. Procedendo dalla periferia verso l'interno si incontra, in primo luogo, una fascia di contatto tra la roccia in posto e la coltre detritica, dove l'attrito con la roccia riduce la mobilità dei clasti, creando condizioni favorevoli alla colonizzazione da parte della vegetazione. Si raggiunge poi il cosiddetto piede, che corrisponde alla parte periferica meno rilevata, dove si depositano per gravità i clasti più grossolani per quel livello altitudinale; seguono poi il mantello ed infine la porzione più rilevata, denominata cerniera, caratterizzata dalla prevalenza di materiale più fine, in parte ricoperto da clasti più grossolani sovrascorsi. Le condizioni più favorevoli all'insediamento delle piante vascolari si riscontrano nel mantello, che presenta condizioni simili a quelle presenti nelle parti intermedie del transetto verticale della falda.



Ghiaione con cuscinetti erbosi nelle Vette Feltrine (Veneto)

Strategie adattative delle glareofite. La produzione di semi è generalmente abbondante nella massima parte delle glareofite e la dispersione è affidata generalmente al vento: questo consente la colonizzazione a distanza di altre parti del pendio detritico o di altri pendii. L'abbondante produzione di semi è richiesta dal fatto che su una coltre detritica ben pochi sono i siti con un substrato costituito da una matrice argillosa, l'unica che ne consenta la germinazione. Alcuni studi hanno dimostrato sperimentalmente che il tasso di germinabilità dei semi delle glareofite è alto, mentre le possibilità che una plantula riesca completamente a svilupparsi in un individuo adulto sono molto inferiori. Ciò dipende dal fatto che l'apparato vegetativo di una plantula di glareofita non ha ancora pienamente sviluppato gli adattamenti indispensabili per la sopravvivenza in questo tipo di habitat. Nello stadio adulto le glareofite sviluppano una serie di strategie adattative che coinvolgono l'apparato vegetativo e sono finalizzate ad alcuni obiettivi fondamentali: l'ancoraggio ad un substrato mobile, la prevenzione del seppellimento da parte dei detriti in caduta e il raggiungimento dello strato umido di terra fine che giace sotto la coltre detritica superficiale. Questi obiettivi vengono conseguiti attraverso un'elevata capacità di riproduzione vegetativa e di rigenerazione, sia del germoglio che dell'apparato radicale.

L'ancoraggio al substrato si realizza, generalmente, attraverso lo sviluppo di una radice (o un rizoma) principale, che penetra in profondità attraversando la copertura detritica e la terra fine sottostante. Il dispositivo di ancoraggio è completato da un sistema superficiale che raggiunge lo strato di terra fine ed è



Falda detritica con felcetta crespa (*Cryptogramma crispa*)



Campanula dei ghiaioni (*Campanula cochlearifolia*)

soprattutto deputato all'assorbimento di acqua e nutrienti. La diffusione della glareofita e la prevenzione del suo seppellimento sono realizzati attraverso lo sviluppo di getti o ricacci con portamento strisciante, che si dispongono parallelamente alla superficie del pendio. Occorre distinguere, in primo luogo, i cosiddetti ricacci migratori, che costituiscono semplici prolungamenti a distanza della pianta madre (ad esempio nella cariofillata delle pietraie, *Geum reptans*), che si sviluppano in modo indipendente soltanto se tranciati da una pietra in caduta. Ad essi si aggiungono i ricacci di propagazione che si distaccano dalla pianta a prescindere da un eventuale trauma e che formano comunque individui indipendenti.

Nella prima metà del secolo scorso alcuni botanici centroeuropei hanno provato a definire le principali tipologie di forme di crescita delle glareofite. Sono stati distinti cinque modelli principali:

- glareofite migranti, che si muovono passivamente lungo il pendio
- glareofite striscianti, che "strisciano" o "galleggiano" sulla superficie del detrito
- glareofite fissanti, che si allungano in profondità
- glareofite sbarranti, che arrestano il movimento dei detriti
- glareofite coprenti, che ricoprono e in questo modo bloccano notevoli quantità di detriti.

Le glareofite migranti possono avventurarsi sulle parti del pendio detritico dove è ancora elevato il rischio di seppellimento, evento che viene evitato attraverso l'emissione di getti striscianti capaci di radicare e rigenerare la pianta madre se questa è stata sepolta, dando così l'impressione di una "migrazione" lungo o attraverso il ghiaione. In questo gruppo si distinguono le glareofite migranti per allungamento e per moltiplicazione vegetativa e quelle migranti con ambedue queste modalità. Come esempio di glareofite migranti ricordiamo il romice scudato (*Rumex scutatus*), la cariofillata delle pietraie, la campanula dei ghiaioni (*Campanula cochlearifolia*), l'erba storna rotundifolia (*Thlaspi rotundifolium*).

Le glareofite striscianti sono caratterizzate da una fitta rete di getti striscianti sottili che "galleggiano" sulla superficie dei detriti e da un apparato radicale di tipo fascicolato con radici secondarie, anch'esse sottili, che raggiungono la terra fine sottostante. A titolo di esempio si possono menzionare la linaiola alpina (*Linaria alpina*) e la silene delle ghiaie (*Silene vulgaris* ssp. *glareosa*).

Le glareofite fissanti si allungano in profondità, attraversando la copertura detritica con un robusto rizoma ramificato che le ancora saldamente al substrato. Appartengono a questo gruppo la felcetta crespa (*Cryptogramma crispa*), l'acetosa soldanella (*Oxyria digyna*), il doronico del granito (*Doronicum clusii*) e quello dei macereti (*D. grandiflorum*).

Le glareofite sbarranti sono provviste di strutture che intercettano e trattengono i detriti fini, costituite da un germoglio formato da un fitto cespo oppure da un intricato e fitto feltro di radici orientate perpendicolarmente rispetto al pendio. Hanno un germoglio cespitoso la fienarola ciondola (*Poa laxa*), la gramigna argentea (*Trisetum argenteum*) e quella dei ghiaioni (*T. distichophyllum*). Il ranuncolo dei ghiacciai (*Ranunculus glacialis*) e il dente di leone montano (*Leontodon montanus*) si distinguono invece per la densa matassa radicale.

Le glareofite coprenti sviluppano, alla superficie della falda detritica, un esteso apparato vegetativo molto ramificato, legnoso nel camedrio alpino (*Dryas octopetala*), erbaceo nella gipsofila strisciante (*Gypsophila repens*), che stabilizza i detriti fini, per così dire irretendoli nel fitto intrico dei suoi rami o getti.

Mentre le glareofite migranti, striscianti e fissanti si rinvencono nelle parti relativamente mobili del pendio, quelle sbarranti e coprenti caratterizzano le parti più stabili della falda e dai loro cespi, cuscinetti o intrecci di culmi o rami prende avvio una dinamica vegetazionale che porta verso la formazione di praterie pioniere.



Erba storna rotundifolia (*Thlaspi rotundifolium*)



Linaria alpina (*Linaria alpina*)



Gipsofila strisciante (*Gypsophila repens*)



Coclearia alpina (*Rhizobotrya alpina*)

Le glareofite endemiche. Il numero delle glareofite endemiche è decisamente inferiore a quello delle casmofite. Tra i generi che annoverano endemiti ricordiamo *Alyssum*, *Campanula*, *Saxifraga* e *Viola*. Presentiamo di seguito qualche esempio tra i più significativi, rinviando alla scheda di pagg. 68-71 per un elenco più dettagliato.

Per le Alpi Marittime ricordiamo due specie del genere *Viola*: la viola di Valdieri (*Viola valdieri*) che colonizza le falde detritiche silicee da 1200 a 2300 m, e la viola dell'Argentera (*Viola argente-*

ria) che non è un endemita in senso stretto, perché presente anche in Corsica, e che colonizza i detriti fini silicei a quote più elevate (1800-2900 m). Distribuzione più ampia, estesa a gran parte delle Alpi occidentali, hanno la berardia (*Berardia subacaulis*), appartenente a un genere monospecifico, che colonizza i detriti fini di natura carbonatica da 1800 a 2700 m di quota, e l'achillea erbarotta (*Achillea erba-rotta*), tipica dei detriti silicei tra 2000 e 2800 m di quota. Un'altra bella glareofita legata ai detriti carbonatici derivanti dalla disgregazione di calcari e calcescisti e diffusa in tutte le Alpi occidentali è la campanula alpestre (*Campanula alpestris*).

Nelle Alpi orientali ricordiamo un'altra specie del genere *Viola*, la viola di Comolli (*Viola comollia*), la cui distribuzione è limitata alle Alpi Orobie, dove colonizza i detriti silicei di altitudine (soprattutto tra 2000 e 2450 m). Per il settore carbonatico del distretto insubrico una delle specie più interessanti è la linaiola bergamasca (*Linaria tonzigii*), diffusa nelle Prealpi bergamasche tra 1600 e 2400 m di quota. Nel settore dolomitico è presente una minuscola specie (unica rappresentante del suo genere): la coclearia alpina (*Rhizobotrya alpina*), che vegeta su detriti carbonatici fini ed umidi tra 1900 e 2800 m di altitudine, mentre per quello carnico-giuliano la menzione va al ranuncolo di Traunfellner (*Ranunculus traunfellneri*), che colonizza detriti, anche stabilizzati, a lungo innevamento, a quote comprese tra 1500 e 2300 m. Nell'Appennino settentrionale le falde detritiche sono poco estese ed ospitano solo due endemiti. Il primo è il cardo di Bertoloni (*Cirsium bertoloni*), che colonizza pendii a detriti fini di natura carbonatica nelle Alpi Apuane e di natura marnosa nell'Appennino Tosco-Emiliano, compresi tra i 1000 e i 2000 m. L'altra specie endemica è l'erba cornacchia di Zanoni (*Murbeckiella zanoni*), che si rinviene su detriti fini arenacei.

Il quadro è ben diverso nell'Appennino centrale dove le falde detritiche assumono grande sviluppo ed estensione. Tra gli endemiti più ragguardevoli di

questo settore citiamo l'elegante adonide curvata (*Adonis distorta*), che con le sue corolle di colore giallo adorna le coltri detritiche oltre i 2000 m di quota. Spesso la si ritrova insieme all'erba storna appennina (*Thlaspi stylosum*), una piccola crucifera a fiori rosa, assai simile a *Thlaspi rotundifolium* delle Alpi. Nel settore meridionale dell'Appennino si rinviene un'altra glareofita di notevole interesse fitogeografico che presenta stazioni disgiunte nella catena delle Madonie in Sicilia. Si tratta del cardo niveo (*Ptilostemon niveus*), che colonizza i detriti carbonatici tra 1200 e 1900 m di quota. In Sicilia sono soprattutto i pendii lavici dell'Etna ad ospitare glareofite endemiche. Come esempio citiamo la saponaria siciliana (*Saponaria sicula*), i cui pulvini con fiori rosa spiccano sulle colate laviche fino a 2000 m di quota. Per le montagne della Sardegna la scarsità di falde detritiche influisce negativamente sul tasso di endemismo di questi ambienti. La menzione va alla sagina pelosa (*Sagina pilifera*), tipica dei detriti silicei fino alle quote più alte e più frequente sulle più elevate montagne della Corsica.

La vegetazione dei detriti. La vegetazione dei detriti delle montagne italiane comprende numerose associazioni. Le associazioni detriticole di Alpi, Appennini e Sicilia sono inquadrare nell'ambito della classe *Thlaspietea rotundifolii*. In Sardegna la vegetazione dei versanti montuosi detritici è ancora scarsamente nota. La classe *Thlaspietea rotundifolii* si suddivide in quattro ordini (*Thlaspietalia rotundifolii*, *Galio-Parietarietalia officinalis*, *Androsacetalia alpinae*, *Galeopsietalia*). I primi due comprendono la vegetazione dei detriti carbonatici, gli ultimi due quella dei detriti silicei.

L'ordine *Thlaspietalia rotundifolii* è il più ricco in associazioni che si dispongono sul territorio secondo gradienti altitudinali e latitudinali. La differenziazione floristica tra le associazioni è inoltre condizionata anche dalla natura litologica dei clasti. Da quest'ultimo punto di vista si differenzia nettamente un gruppo di associazioni insediate sulle falde detritiche derivanti dalla disgregazione di rocce calcareo-scistose e dislocate nell'ambito della fascia alpina e subnivale delle Alpi. A questo gruppo appartengono il *Campanulo cenisiae-Saxifragetum oppositifoliae* e il *Saxifragetum biflorae*, ambedue ampiamente distribuiti lungo la catena alpina. La seconda associazione ha come specie caratteristica la sassifraga a due fiori (*Saxifraga biflora*), che recentemente è stata ritrovata sulle



Berardia (*Berardia subacaulis*)



Papavero alpino (*Papaver rhaeticum*) e papavero delle Alpi Giulie (*P. julicum*)

Alpi svizzere a 4450 m di altitudine ed è quindi la pianta vascolare che cresce più in alto sulle montagne europee.

Le altre associazioni dei *Thlaspietalia rotundifolii* colonizzano detriti carbonatici derivanti dalla disgregazione di rocce calcaree o dolomitiche e si possono raggruppare in base alla loro distribuzione geografica, distinguendo tra quelle a distribuzione alpina e nord-appenninica e quelle a distribuzione appenninica centro-meridionale. In ambedue questi gruppi è ulteriormente possibile distinguere tra associazioni gravitanti nella fascia alpina ed asso-

ciazioni gravitanti nella fascia subalpina (con estensione a quella montana).

Le associazioni glareicole calcicole distribuite nelle Alpi e nell'Appennino settentrionale sono piuttosto numerose. Tra quelle situate nella fascia alpina e nivale la più emblematica è il *Papaveretum rhaetici* che caratterizza i detriti calcareo-dolomitici di gran parte delle Alpi meridionali. La contraddistinguono le gialle corolle del papavero alpino (*Papaver rhaeticum*). Un'altra associazione di questo gruppo è il *Leontodontetum montani*, tipicamente legato a pendii con detriti fini, prevalentemente esposti nei quadranti meridionali e caratterizzato dalla presenza, spesso dominante, del dente di leone montano.

Nelle fasce montana e subalpina delle Alpi e delle Alpi Apuane sono presenti associazioni che colonizzano falde detritiche ricche di terra fine, frequentemente localizzate sui versanti che guardano verso Sud. Nella fascia subalpina delle Alpi la più frequente tra queste associazioni è l'*Athamanto-Trisetetum distichophylli*, contraddistinta dalle bianche infiorescenze ombrelliformi dell'*athamanta* comune (*Athamanta cretensis*). Sulle Alpi Apuane si riscontra l'associazione *Heracleo-Valerianetum montanae*, che presenta come specie dominante la costolina appenninica (*Robertia taraxacoides*), una glareofita distribuita lungo tutta la catena appenninica e sui rilievi della Sicilia e della Sardegna. Altre associazioni colonizzano detriti carbonatici a grossi clasti, localizzati nelle forre ombreggiate della fascia montana e nella porzione inferiore della fascia subalpina delle Alpi e delle Alpi Apuane. A causa del loro particolare microclima queste associazioni sono particolarmente ricche di felci. Come esempio citiamo il *Dryopteridetum villarii*, contraddistinto dalla dominanza della felce di Villars (*Dryopteris villarii*).

Nell'Appennino centro-meridionale sono presenti numerose associazioni glareicole distribuite dalla fascia montana a quella alpina. Una delle più peculiari

è il *Drypido-Festucetum dimorphae*, che si sviluppa su pendii detritici carbonatici mobili a clasti relativamente fini ed è caratterizzato dai pungenti cuscinetti della dripide comune (*Drypis spinosa*) e dai grossi cespi della festuca appenninica (*Festuca dimorpha*). A quote più elevate, in corrispondenza dei più imponenti sistemi montuosi dell'Appennino centrale, si rinviene il *Crepido-Leontodontetum montani* in cui figurano numerose glareofite endemiche, tra cui l'*adonide* curvata e il millefoglio di Barrelieri (*Achillea barrelieri*).

Alcune associazioni glareicole sono confinate ai pendii detritici carbonatici termofili della fascia montana. Tra queste ricordiamo il *Rumicetum scutati*, in cui il romice scudato assume il ruolo di specie dominante, e che è distribuito sia sulle Alpi che nell'Appennino settentrionale e centrale. Nel settore meridionale della catena appenninica ed in Sicilia questo tipo di habitat è caratterizzato dal cardo niveo, che nel gruppo delle Madonie entra a far parte di un'associazione glareicola termofila, il *Senecioni-Ptilostemetum nivei*.

Concludiamo la rassegna sulla vegetazione dei detriti accennando agli ordini *Androsacetalia alpinae* e *Galeopsietalia* che comprendono le fitocenosi delle falde formate dalla disgregazione di rocce silicee.

L'ordine *Androsacetalia alpinae* è diffuso sui rilievi silicei o arenacei delle Alpi e dell'Appennino Tosco-Emiliano, principalmente dalla fascia subalpina a quella nivale. Tra le associazioni più note appartenenti a quest'ordine ricordiamo l'*Androsacetum alpinae*, il *Sieversio-Oxyrietum digynae* e il *Saxifragetum depressae*, distribuite nelle fasce alpina e nivale. Una menzione particolare merita quest'ultima associazione scoperta di recente sulle vulcaniti della regione dolomitica e caratterizzata dalla sassifraga della Val di Fassa (*Saxifraga depressa*).

A quote inferiori, nell'ambito della fascia subalpina ed in quella montana si rinviene l'*Allosuretum crispae*, un'associazione caratterizzata dalla ricchezza in felci e dalla dominanza della felcetta crespa. L'*Allosuretum crispae* colonizza la base delle falde, le falde stabilizzate a grossi clasti e i campi di pietre nelle Alpi silicee e nell'Appennino Tosco-Emiliano.

L'ordine *Galeopsietalia*, infine, comprende le fitocenosi dei detriti silicei termofili montani e submontani. In Italia è rappresentato da una sola associazione, il *Galeopsio-Rumicetum*, diffusa sui pendii detritici ombreggiati.



Sassifraga della Val di Fassa (*Saxifraga depressa*)

Rupi e ghiaioni rappresentano gli habitat conservativi per antonomasia. Non deve stupire quindi il fatto che in questi ambienti si riscontri un'elevata concentrazione di entità endemiche, che più e meglio delle specie appartenenti ad altre categorie corologiche preservano la memoria genetica di un territorio. Più in generale si può affermare che le catene montuose sono un luogo deputato per lo sviluppo e la formazione di una flora endemica. L'Italia è un paese montuoso e non deve quindi sorprendere che la sua flora sia ricca di endemiti. Gli endemiti sono certamente più abbondanti su quei sistemi montuosi che presentano una maggiore ricchezza di rupi e ghiaioni. Tuttavia non è questa l'unica, e forse nemmeno la più importante ragione che può spiegare l'abbondanza di endemiti in un rilievo. Ancora più importante è la storia della catena stessa, la sua origine, il fatto che sia stata più o meno a lungo isolata dai sistemi montuosi vicini. Molto hanno giocato nel determinare la diversa ricchezza in specie endemiche anche le vicende paleoclimatiche ed in particolare le glaciazioni. Come già segnalato in precedenza i settori alpini più ricchi in endemiti sono quelli periferici. Data l'importanza rivestita dalla componente endemica nella flora di rupi e ghiaioni si è pensato bene di proporre una lista il più possibile aggiornata e completa e suddivisa per sistemi montuosi. Nell'elenco sono state inserite anche le entità a distribuzione non propriamente endemica, ma comunque ristretta e limitata a due settori fitogeografici distinti.

Alpi Liguri e Marittime

SUBSTRATI CARBONATICI

- Rupì > *Ballota frutescens*, *Campanula albicans*, *Helianthemum lunulatum*, *Micromeria marginata*, *Moehringia lebrunii*, *Phyteuma cordatum*, *Potentilla saxifraga*, *Primula allionii*, *Saxifraga cochlearis*
- Detriti > *Galeopsis reuteri*, *Galium saxosum*, *Iberis nana*, *Ligusticum ferulaceum*

SUBSTRATI SILICEI

- Rupì > *Saxifraga florulenta*, *Silene cordifolia*
- Detriti > *Viola argenteria* (anche in Corsica), *V. valderia*

Alpi sudoccidentali

SUBSTRATI CARBONATICI

- Rupì > *Alyssum ligusticum*, *Asperula hexaphylla*, *Campanula macrorrhiza*, *Moehringia sedoides*, *Silene campanula*
- Detriti > *Isatis alpina*, *Leucanthemum atratum* ssp. *ceratophylloides*

SUBSTRATI SILICEI

- Rupì > *Galium tendae*, *Jovibarba allionii*, *Saxifraga pedemontana*, *Sedum alsinefolium*



Sassifraga piemontese (*Saxifraga pedemontana*)

Alpi sudoccidentali e Appennino settentrionale

SUBSTRATI CARBONATICI

- Rupì > *Primula marginata*, *Saxifraga callosa*

Alpi nordoccidentali

SUBSTRATI SILICEI

- Rupì > *Phyteuma humile*, *Potentilla grammopetala*

Alpi occidentali

SUBSTRATI CARBONATICI

- Rupì carbonatiche incl. calcescisti > *Androsace pubescens*, *Minuartia rupestris* ssp. *clementei*, *Saxifraga diapensioides*, *S. retusa* ssp. *augustana*, *S. valdensis*, *Sedum fragrans*
- Detriti > *Allium narcissiflorum* (anche sulle serpentinit), *Brassica repanda*, *Campanula alpestris*, *C. cenisia*, *Galium pseudohelveticum*, *Oxytropis fetida*, *Saussurea alpina* ssp. *depressa*, *Viola cenisia*



Viola del Moncenisio (*Viola cenisia*)

SUBSTRATI SILICEI

- Rupì > *Artemisia glacialis*, *Campanula elatines*
- Detriti (inclusi quelli da calcescisti) > *Achillea erba-rotta* incl. ssp. *ambigua*, *A. nana*, *Adenostyles leucophylla*, *Campanula excisa*, *Coincya richeri*, *Leucanthemum atratum* ssp. *coronopifolium*, *Thlaspi rotundifolium* ssp. *corymbosum*

Alpi orientali - Distretto insubrico

SUBSTRATI CARBONATICI

- Rupì > *Athamanta vestina*, *Campanula elatinoides*, *C. petraea*, *C. raineri*, *Daphne petraea*, *Minuartia grignensis*,



Dafne minore (*Daphne petraea*)

Moehringia bavarica ssp. *insubrica*, *M. dielsiana*, *M. glaucovirens*, *M. markgrafi*, *Primula albenensis*, *P. grignensis*, *Saxifraga arachnoidea*, *S. presolanensis*, *S. tombeanensis*, *S. vandellii*, *Silene elisabethae*, *Telekia speciosissima*

- Detriti > *Galium montis-arerae*, *Linaria tonzigii*, *Moehringia concarenae*, *Thlaspi rotundifolium* ssp. *grignense*

SUBSTRATI SILICEI

- Rupì > *Androsace brevis*, *Phyteuma hedraianthifolium*
- Detriti > *Viola comollia*

Alpi orientali - Distretto dolomitico

SUBSTRATI CARBONATICI

- Rupì > *Campanula morettiana*, *Minuartia graminifolia*, *Primula recubariensis*, *P. tyrolensis*, *Spiraea decumbens* ssp. *hacquetii*
- Detriti > *Draba dolomitica*, *Festuca austrodolomitica*, *Rhizobotrya alpina*, *Saxifraga facchinii*

SUBSTRATI SILICEI

- Detriti > *Saxifraga depressa*

Alpi orientali - Distretto carnico-giuliano

SUBSTRATI CARBONATICI

- Rupì > *Arenaria huteri*, *Athamanta*

turbith, *Campanula zoysii*, *Cerastium subtriflorum*, *Pinguicula poldinii*, *Potentilla clusiana*, *Saxifraga tenella*, *Spiraea decumbens* ssp. *decumbens*

- Detriti > *Alyssum wulfenianum*, *Festuca laxa*, *Ranunculus traunfellneri*



Ranuncolo di Traufellner (*Ranunculus traunfellneri*)

Alpi orientali

SUBSTRATI CARBONATICI

- Rupì > *Androsace hausmannii*, *Campanula carnica*, *Minuartia cherlerioides*, *Paederota bonarota*, *Physoplexis comosa*, *Phyteuma sieberi*, *Saxifraga burseriana*, *S. hostii*, *S. squarrosa*, *Valeriana elongata*
- Detriti (inclusi quelli da calcescisti) > *Achillea atrata*, *Androsace vitaliana* ssp. *sesleri*, *Aquilegia einseleana*, *Cerastium carinthiacum*, *Crepis*



Peverina di Carinzia (*Cerastium carinthiacum*)

terglouensis, *Doronicum glaciale*, *Galium margaritaceum*, *G. noricum*, *Leucanthemum atratum* ssp. *halleri*,

Minuartia austriaca, *Pedicularis asplenifolia*, *Pritzelago alpina* ssp. *austroalpina*, *Saxifraga aphylla*, *Sesleria ovata*, *Soldanella minima*, *Thlaspi alpestre*, *Th. rotundifolium* ssp. *cepaefolium*

SUBSTRATI SILICEI

- Rupì > *Androsace wulfeniana*, *Jovibarba arenaria*
- Detriti silicei > *Androsace wulfeniana*

Alpi orientali e Dinaridi

SUBSTRATI CARBONATICI

- Rupì > *Festuca stenantha*, *Moehringia bavarica* ssp. *bavarica*, *Paederota lutea*, *Saxifraga crustata*, *S. petraea*, *Silene veselskyi*
- Detriti > *Alyssum ovirens*, *Campanula thyrsoides* ssp. *carniolica*, *Laserpitium gaudinii*, *Papaver kernerii*, *Silene quadrifida*, *Trisetum argenteum*

Alpi orientali e Appennini

SUBSTRATI CARBONATICI

- Rupì > *Artemisia nitida*, *Moltkia suffruticosa*, *Potentilla nitida*, *Valeriana saxatilis*
- Detriti > *Papaver ernesti-mayeri*, *Saxifraga sedoides*, *Valeriana supina*

Appennino settentrionale

SUBSTRATI CARBONATICI

- Rupì > *Globularia incanescens*, *Leontodon anomalus*, *Polygala carueliana*, *Rhamnus glaucophyllus*, *Salix crataegifolia*, *Silene lanuginosa*
- Detriti > *Cirsium bertolonii*

SUBSTRATI SILICEI

- Rupì > *Primula apennina*
- Detriti > *Murbeckiella zanonii*

Appennino centrale

SUBSTRATI CARBONATICI

- Rupì > *Aquilegia magellensis*, *A. ottonis*, *Artemisia petrosa* ssp. *eriantha*, *Campanula fragilis* ssp. *cavolinii*, *C. tanfanii*, *Centaurea scannensis*, *Cerastium thomasii*,

Moehringia papulosa, *Pinguicula fiorii*, *Potentilla apennina*, *Saxifraga ampullacea*, *S. italica*

- Detriti > *Achillea barrelieri*, *Adonis distorta*, *Alyssum cuneifolium*, *Androsace vitaliana* ssp. *praetutiana*, *Cerastium thomasii*, *Cymbalaria pallida*, *Galium magellense*, *Ranunculus magellensis*,



Sassifraga a foglie opposte appenninica (*Saxifraga speciosa*)

Saxifraga speciosa, *Thlaspi stylosum*, *Viola magellensis*

Appennino centrale e meridionale

SUBSTRATI CARBONATICI

- Rupì > *Achillea mucronulata*, *Saxifraga paniculata* ssp. *stabiana*, *S. porophylla*
- Detriti > *Carduus chrysacanthus*, *Ptilostemon niveus* (anche sulle Madonie)

Appennino centrale e Dinaridi

SUBSTRATI CARBONATICI

- Rupì > *Androsace mathildae*, *Malcolmia orsiniana*
- Detriti > *Drypis spinosa*, *Heracleum pyrenaicum* ssp. *orsinii*, *Papaver degenii*, *Saxifraga glabella*

Appennino centrale e Alpi sudoccidentali

SUBSTRATI CARBONATICI

- Detriti > *Festuca dimorpha*

Appennino meridionale

SUBSTRATI CARBONATICI

- Rupì > *Achillea lucana*, *A. rupestris*,

Aquilegia champagnatii, *Campanula pollinensis*, *Globularia neapolitana*, *Hieracium portanum*, *Lonicera stabiana*, *Pinguicula hirtiflora*

- Detriti > *Leucanthemum laciniatum*

Sicilia

SUBSTRATI CARBONATICI

- Rupì > *Armeria gussonei*, *Asperula gussonei*, *Aubrieta deltoidea*, *Centaurea busambarensis*, *Draba olympioides*, *Helichrysum nebrodense*, *Minuartia verna* ssp. *grandiflora*, *Silene saxifraga* var. *lojaconoii*
- Detriti > *Senecio candidus*
- Detriti lavici > *Anthemis aetnensis*, *Saponaria sicula*, *Scleranthus annuus*



Saponaria siciliana (*Saponaria sicula*)

ssp. *aetnensis*, *S. vulcanicus*, *Sedum aetnense*, *Senecio aetnensis*, *S. ambiguum*

Sardegna

SUBSTRATI CARBONATICI

- Rupì > *Armeria morisii*, *Asperula pumila*, *Campanula forsythii*, *Centranthus trinervis*, *Cephalaria mediterranea*, *Limonium morisianum*

SUBSTRATI SILICEI

- Rupì > *Armeria sulcitana*, *Helichrysum frigidum*, *H. montelinasanum*, *Herniaria litardierei*, *Potentilla crassinervia*, *Saxifraga cervicornis*, *Sedum brevifolium*, *Silene requienii*
- Detriti > *Sagina pilifera*

La vita animale delle rupi e dei ghiaioni

PAOLO AUDISIO · LUCIO BONATO

Come già accennato nell'introduzione, sono condizioni difficili, spesso estreme, quelle in cui si trovano a vivere gli animali che frequentano gli ambienti rupestri montani, siano questi rappresentati da superfici rocciose nude e verticali come rupi scoscese o da accumuli detritici più o meno consolidati, quali ghiaioni, morene e macereti. I fattori naturali che limitano e che regolano la sopravvivenza delle zoocenosi rupestri e di quelle dei brecciai montani sono numerosi, ma possiamo tentare di ricordarne almeno i più rilevanti.

Le forti acclività dei substrati, con pendenze elevate o con rocce spesso a sviluppo verticale, sfavoriscono soprattutto la fauna epigea e che si muove camminando. Anche la natura mobile o comunque instabile dei ghiaioni, soggetti a frane e colate detritiche, rende assai difficile l'attività degli animali non volatori. Ad esempio, molti mammiferi terricoli hanno difficoltà a muoversi su queste superfici e a colonizzarle in modo stabile: i loro arti, infatti, non garantiscono una presa adeguata e li limitano quindi nella possibilità di risalire e discendere agevolmente falde detritiche e di arrampicarsi su emergenze rupestri. Questi substrati, inoltre, sono particolarmente ostici per le specie apode, quali i serpenti e alcuni sauri, e per molti vertebrati che colonizzano il suolo o la lettiera, come mammiferi insettivori e roditori. Sono invece più facilmente accessibili ai volatori e non sono poche le specie di uccelli che infatti li utilizzano come habitat preferenziali per motivi alimentari, per la riproduzione, o semplicemente per trovarvi rifugio, avvantaggiandosi della bassa competizione interspecifica e dei minori rischi di predazione al nido. È questo in particolare il caso di diversi falconidi, accipitridi e corvidi. Tra i vertebrati, di fatto, solo gli uccelli offrono esempi di vera specializzazione alla vita in questi ambienti. Gli invertebrati, invece, soprattutto per un loro intrinseco vantaggio di scala, associato cioè alle loro dimensioni e alla loro massa di gran lunga



Pareti rocciose e ghiaioni sono habitat spesso associati (Vette Feltrine, Veneto)



Camoscio delle Alpi (*Rupicapra rupicapra*)

inferiori, superano più agevolmente i problemi di spostamento a terra in condizioni di forte acclività. Quelli che hanno avuto un maggior successo adattativo in questi habitat sono comunque organismi perlopiù in grado di aderire più efficacemente ai substrati (come i molluschi terrestri), quelli più minuti in grado di insinuarsi in microfessure o sotto piccole pietre (come molti piccoli coleotteri microfagi), quelli associati in vario modo a parti aeree o sotterranee di vegetali (che si svincolano in tal modo dal problema della pendenza e dalla necessità di una diretta adesione al terreno, come molti insetti fitofagi), o ancora quelli che sono volatori allo stadio adulto, ma che allo stadio larvale sono fitofagi, fitosaprofagi, parassitoidi o vivono comunque aderendo in vario modo al substrato, come molti lepidotteri, ditteri e imenotteri.

L'abituale povertà di nutrienti disponibili nei substrati rocciosi montani tende poi a sostenere comunità vegetali effimere e mutevoli, con livelli di produttività primaria alquanto bassi e a forte stagionalità. In queste condizioni, è inevitabile che anche le zoocenosi siano relativamente effimere e mutevoli. Diversamente dai pascoli pingui, dalle praterie e dalle boscaglie che si sviluppano in quota, le rupi e i ghiaioni che emergono tra questi ambienti sono infatti relativamente poveri di risorse alimentari. Ciò condiziona sia i fitofagi, che possono contare solo su una biomassa vegetale scarsa e stagionale, sia i predatori, dato che la disponibilità di prede è generalmente limitata e, ancor più, variabile in modo abbastanza imprevedibile. Nonostante ciò, alcuni uccelli e mammiferi roditori e carnivori sono effettivamente specializzati nel



Ghiaione nelle Alpi Carniche (Friuli Venezia Giulia)

ricercare il cibo su ghiaioni e macereti e numerose specie di insetti ne sono addirittura esclusive.

Anche l'aridità di questi substrati, soprattutto nella stagione estiva, costituisce un altro notevole fattore limitante. Infatti, a parte fenomeni temporanei di condensazione o ruscellamento, le forti pendenze delle pareti e delle altre superfici rocciose e la notevole permeabilità superficiale degli accumuli detritici impediscono generalmente all'acqua di ristagnare o di scorrere a lungo. Mancano quindi quasi completamente un vero suolo e una significativa copertura vegetale che possano trattenere l'acqua anche solo temporaneamente o rallentarne l'infiltrazione. Non ultima, l'esposizione diretta all'insolazione e ai venti accelera l'evaporazione e il disseccamento. Ecco quindi che i paesaggi rupestri montani e i macereti associati, soprattutto quelli carbonatici, non comprendono generalmente quegli ambienti acquatici, o almeno umidi, necessari alla vita di molti animali.

Tra i vertebrati, in particolare, sono escluse non solo le specie strettamente acquatiche come i pesci, ma anche quelle solo parzialmente legate alle acque dolci come la maggior parte degli anfibi. Tra gli insetti acquatici, invece, vi possono essere occasionalmente presenti gli stadi imaginali volatori di specie a elevata vagilità, posati su rocce e massi, e pochi elementi igropetritici, legati cioè ai veli di acqua a colonizzazione algale che percolano lungo le pareti di rocce umide.

L'insolazione spesso molto marcata, specialmente nella stagione estiva, interessa di norma substrati a moderata capacità termica, ovvero caratterizzati da una certa facilità a surriscaldarsi e a raffreddarsi rapidamente. Ne conseguono stress termici e significative escursioni circadiane e stagionali che condizionano non solo gli animali eterotermi ma anche i vertebrati omeotermi. Ciò è accentuato da un contesto climatico di norma spiccatamente microtermo, con venti freddi e nevicate abbondanti, sebbene anche la neve sia di norma scarsamente trattenuta nei punti a maggiore acclività.

L'elevata ventosità e l'esposizione agli agenti meteorici, responsabili di valanghe, crolli e frane, possono portare alla frequente rimozione fisica di molti animali dalla superficie di rupi e ghiaioni, soprattutto per quanto riguarda piccoli invertebrati, inclusi quelli volatori, con conseguente aumento della mortalità e diminuzione delle loro potenzialità di insediamento. Le basse temperature e la



Parnassius apollo su una rupe ad alta quota, con ali rovinata a causa del volo in condizioni difficili



Le forti inclinazioni e l'irraggiamento solare limitano l'accumulo di neve sui ghiaioni

ventosità di questi siti rendono inoltre difficoltosi la comunicazione e l'orientamento su base olfattiva e ferormonale, favorendo invece il canale visivo. Per contro, la scarsità della copertura vegetale e l'omogeneità cromatica e strutturale di questi ambienti rendono spesso estremamente visibili ai predatori la maggior parte degli animali che vi si avventurano, soprattutto i vertebrati, esponendoli a rischi elevati. Di conseguenza, tra quelli che li frequentano regolarmente, roditori e passeriformi, ad esempio, hanno comportamenti piuttosto elusivi.

Non va infine dimenticata la tipica frammentazione di questi habitat montani, spesso isolati tra di loro. Questa situazione, combinata con le altre condizioni sopra descritte, com-

porta ovvie difficoltà nelle attività riproduttive e nella diffusione di molte specie, soprattutto quelle più specializzate, con minori capacità di dispersione attiva e con popolazioni di minori dimensioni, rendendole in definitiva più facilmente esposte anche a fenomeni di estinzione locale.

D'altra parte, alcuni altri fattori abiotici risultano in vario modo favorevoli alla vita animale e contribuiscono a mitigare le dure condizioni generali degli ambienti rupestri e dei ghiaioni, o a consentire, nel lungo termine, l'arricchimento e la specializzazione delle relative zoocenosi.

Ad esempio, l'esposizione delle rupi all'irraggiamento solare, combinata con il limitato accumulo nivale durante i mesi autunnali-invernali dovuto alla forte acclività, permette di estendere nel tempo la disponibilità di un microclima locale primaverile-estivo-autunnale termicamente più favorevole. Ciò consente a molti animali xerotermofili e a gravitazione mediterranea, ad esempio molti insetti e molluschi polmonati e qualche rettile, di raggiungere in questi habitat altitudinali insolite e, verso Nord, latitudini limite.

D'altra parte, nei ghiaioni alpini e di media-alta quota dove lo spessore dei depositi clastici sia sufficiente, si osserva spesso il mantenimento, in profondità, di condizioni ottimali per alcuni elementi dell'artropodofauna litoclasticola (quella preferenzialmente legata alle pietraie incoerenti) durante la stagione estiva, dopo lo scioglimento della copertura nevosa. La sola possibilità di trovare alcuni elementi di questa fauna durante il periodo estivo è infatti quella di

scavare pazientemente nei ghiaioni, dove a una certa profondità freddo e condensa sono in genere assicurati anche in piena estate.

Va anche osservato che la stessa azione del vento, dei fulmini e delle intemperie sugli ambienti rupestri più esposti, benché ad impatto ovviamente negativo sulle biocenosi nel loro complesso, provoca peraltro qualche effetto benefico, almeno nei confronti di alcune componenti delle zoocenosi, in particolare delle entomocenosi xilofaghe. Infatti, molte specie di insetti trovano le condizioni ideali per operare i loro attacchi alla componente lignea proprio nelle condizioni di sofferenza e di deperimento che spesso caratterizzano gli individui più o meno isolati delle specie di piante a portamento arboreo-arbustivo. Oltretutto, molti xilofagi sono tendenzialmente xerotermofili e trovano quindi condizioni particolarmente favorevoli proprio sulle rupi esposte e soleggiate. Anche l'intera comunità di insetti associati a quelli xilofagi (soprattutto imenotteri e coleotteri predatori, parassiti e parassitoidi) viene di conseguenza ad arricchirsi.

Non trascuriamo poi l'"effetto siepe" rappresentato da rupi e imboccature di gole fluviali che, interrompendo localmente il profilo dominante del paesaggio, spesso costituiscono alla loro base un potenziale ed effettivo punto di accumulo e di addensamento per molti organismi, soprattutto insetti volatori (insieme con i semi di molte piante), trasportati, passivamente o quasi, dai venti. Analogamente, anche a livello dei ghiaioni di quota e sotto cresta, molti invertebrati delle medie e basse quote, soprattutto insetti vola-



L'opilionide *Mitopus morio*



Falco pellegrino (*Falco peregrinus*)

tori (ditteri, coleotteri, imenotteri e lepidotteri in particolare), sono spesso trasportati e incanalati dai venti dal fondovalle verso i valichi montani, dove vi possono costituire comunità più o meno effimere di “veleggiatori”. La disponibilità di microhabitat con temperature medie estive e autunnali più elevate può quindi agevolare l’insediamento di queste specie, almeno in via temporanea, in ambito montano, aumentando la locale biodiversità di questi siti.

Infine, la tipica frammentazione di questi habitat montani, spesso più o meno isolati tra di loro, con popolazioni sovente di ridotte dimensioni, può favorire nel lungo termine il differenziamento genetico, dando avvio ad eventuali fenomeni microevolutivi

di speciazione, che hanno infatti interessato componenti importanti, soprattutto invertebrati, nel corso dei cicli macroclimatici plio-pleistocenici.

Per i motivi che abbiamo elencato, le rupi montane e i ghiaioni a queste associati rappresentano quindi ambienti estremamente selettivi, ma proprio per questo le comunità animali che vi si insediano, sebbene relativamente povere, rivelano tratti anche singolari, con elementi di grande peculiarità, soprattutto tra gli artropodi.

Gli animali che vi si possono trovare sono in definitiva riconducibili a tre principali categorie funzionali: i fitofagi in senso lato, in vario modo associati alle parti aeree di vegetali caratteristici di questi habitat (perlopiù insetti antofagi, fillofagi, xilofagi o spermofagi legati a casmofite e glareofite, un certo numero di molluschi e alcuni roditori e artiodattili); i microfagi o fitosaprofagi, legati ai limitati detriti vegetali che si accumulano nelle fessure delle rocce o nei modesti suoli (essenzialmente suoli bruti di erosione) presenti al di sotto di brecce e ghiaie (ancora insetti, qualche occasionale crostaceo isopode, qualche diplopode, svariati molluschi); infine i predatori (soprattutto aracnidi, insetti, occasionali chilopodi, alcuni rettili, passeriformi e rapaci). Nella prima categoria sono compresi numerosi elementi spesso più o meno strettamente specializzati per questi habitat, mentre nella seconda e soprattutto nella terza sono presenti elementi perlopiù eurici e frugali, di norma con scarsa specializzazione trofica, seppure con qualche eccezione.



Estesi depositi detritici in Alta Val Cimoliana (Friuli Venezia Giulia)

Da un punto di vista paesaggistico e naturalistico, pochi habitat in Italia sono più affascinanti delle gole fluviali, indipendentemente dalle quote in cui scorrono i fiumi o i torrenti che le hanno plasmate e dalla natura geologica dei substrati di erosione. Parte di questo fascino è legato al fatto che le gole costituiscono di solito una netta discontinuità geomorfologica e vegetazionale rispetto al paesaggio che le circonda. Inoltre, esse hanno rappresentato storicamente ambienti di difficile colonizzazione da parte dell'uomo, anche se localmente alcune popolazioni vi hanno trovato rifugio sfruttando ingressi di cavità carsiche o riadattando e ampliando anfratti naturali, spesso riutilizzati in tempi più recenti per la pastorizia ovina e caprina. Spesso, dunque, le gole sono sfuggite per secoli alla maggior parte dei processi di distruzione e rimaneggiamento incontrollato degli ambienti naturali, costituendo, soprattutto alle basse quote, delle vere e proprie "isole di naturalità", sopravvissute in aree anche a forte impatto antropico. Le gole rappresentano quindi anche dei naturali e importanti corridoi floristici e faunistici tra aree a residua naturalità. Contemporaneamente, esse costituiscono anche una sorta di naturali trappole a caduta per molti organismi che colonizzano gli ambienti limitrofi. In particolare, per molti vertebrati rappresentano aree preferenziali di rifugio dai predatori e dai disturbatori, come nel caso di alcune specie di uccelli che vi trovano un ambiente ottimale per nidificare e riprodursi in relativa sicurezza.

Almeno nelle gole più strette e profonde possono realizzarsi notevoli fenomeni di inversione vegetazionale, condizionati anche dalla diversità di esposizione delle pareti: una vegetazione tipica degli orizzonti superiori si viene quindi a trovare confinata sul fondovalle, più umido e ombreggiato, mentre una vegetazione più tipica degli orizzonti inferiori si sviluppa più in alto, sulle superfici più esposte e



Forra fluviale nell'Appennino Abruzzese

soleggiate. Ciò consente insoliti contrasti, soprattutto su versanti opposti orientati rispettivamente a Sud e a Nord, tra elementi floristici e faunistici marcatamente xerotermofili e submediterranei ed elementi invece sciafili e criofili, che nel loro insieme elevano in modo talora sorprendente la locale biodiversità, con fenomeni analoghi a quelli osservati nelle profonde doline dei paesaggi carsici (si veda la scheda "La dolina" nel Quaderno Habitat "Grotte e fenomeni carsici"). Gli organismi animali e vegetali che colonizzano le pareti, spesso verticali o a forte acclività, delle gole fluviali sono in parte gli stessi che vivono sulle rupi montane ma, per l'insieme delle peculiari condizioni sopra ricordate, le gole ospitano una varietà di gran lunga maggiore di specie, diverse per provenienza e per esigenze ecologiche, soprattutto nelle forre più profonde. Una commistione di elementi xerotermo-

filii e sciafili è particolarmente evidente nel popolamento vegetale delle gole che si sviluppano alle quote medie e medio-basse: si trovano così a vivere, spesso a distanza di pochi metri e con analogo portamento arbustivo, elementi fitoclimaticamente distinti come il leccio (*Quercus ilex*) e il faggio (*Fagus sylvatica*). Non mancano peraltro elementi peculiari di questi ambienti, che spesso costituiscono autentiche rarità floristiche (paleoendemiti, specie ad areale disgiunto o accantonate in situazioni relittuali).

Nelle Alpi sudoccidentali le gole rocciose delle quote basse e medie conservano specie di grande rilevanza fitogeografica tra cui la cimiciotta spinosa (*Ballota frutescens*) e la primula di Allioni (*Primula allionii*). Nelle Alpi sudorientali, specie tipicamente legate a questi ambienti sono l'arenaria di Huter (*Arenaria huteri*), localizzata sui rilievi carbonatici appena ad Est del Piave, la spirea cuneata (*Spiraea decumbens*) e, sulle rupi stillicidiose, l'erba-unta di Poldini (*Pinguicula poldinii*), recentemente scoperta in Carnia.

Nelle forre delle Alpi Apuane è comune l'erba-unta di Reichenbach (*Pinguicula reichenbachiana*), mentre in quelle dell'Appennino centrale si rinvenivano la meringia vescicolosa (*Moehringia papulosa*), nella Gola del Furlo nelle Marche e nelle Gole della Val Nerina, l'efedra nebrodese (*Ephedra major*) e sulle pareti con



Arenaria di Huter (*Arenaria huteri*)



Efedra nebrodese (*Ephedra major*)

scorrimento d'acqua l'aquilegia di re Otto (*Aquilegia ottonis*) e l'erba-unta di Fiori (*Pinguicula fiorii*).

Tra gli insetti, soprattutto tra i fitofagi, si annoverano alcuni tra gli elementi più specializzati ed esclusivi di questi habitat, talvolta di grande valore naturalistico e conservazionistico, che trovano i loro relitti ambienti d'elezione quasi esclusivamente nelle strette gole fluviali. È il caso, ad esempio, di alcuni coleotteri curculionidi, come i rari ceutorinchini *Ceutorhynchus pinguis*, endemita dell'Appennino legato alla brassicacea *Alyssum diffusum*, e *C. verticalis*, endemita appenninico meridionale legato a pareti verticali (da cui il nome emblematico) su *Aurinia saxatilis*, ma soprattutto *Mesoxonyx osellanus*, altra specie appenninica endemica, scoperta solo in anni molto recenti e legata alla rara e relitta *Ephedra major*, caratteristica delle pareti verticali di media quota

di gole fluviali calcaree. Tra i coleotteri nitidulidi, tipici di molte gole fluviali, in diversi settori dell'Italia nord-occidentale, appenninica e insulare, sono i già citati *Meligethes lindbergi*, *M. nuragicus*, *M. subfumatus* e *M. scholzi*. Sempre tra i coleotteri, anche alcuni elementi xilofagi e xerofili tipicamente mediterranei o sub-mediterranei manifestano spesso una presenza marcatamente extrazonale lungo le pareti più esposte e soleggiate delle gole fluviali, come ad esempio molti cerambicidi e alcuni buprestidi le cui larve si sviluppano esclusivamente o preferenzialmente entro i rami secchi di lecci o di altre querce sclerofille (*Cerambyx scopolii*, *Anaglyptus gibbosus*, *Stromatium unicolor*, *Trichoferus holosericeus*, *Deroplia geneti*, *Latipalpis plana* e altri), di leguminose genistee (*Trichoferus spartii*) o di fichi (*Stenomomalus bicolor*).

Altre specie, tipiche di habitat mesofili, ne colonizzano invece i versanti più ombreggiati, associate a forme arbustive di latifoglie come tigli (*Exocentrus lusitanus*), carpini (*Axinopalpis gracilis*) e perfino faggi (*Rosalia alpina*, che è specie prioritaria di interesse comunitario) o anche ad alcune specie montane di pini (*Arhopalus ferus*). Tra i numerosi eterotteri, caratteristici di questi habitat sono ad esempio svariati tingidi del genere *Copium*, associati a piccole lamiacee rupestri del genere *Teucrium*. Tra gli imenotteri, alcuni sfecidi del genere *Sceliphron* fissano alle pareti i loro nidi di fango, successivamente approvvigionati con ragni, a spese dei quali si sviluppano le larve. Anche alcune specie di eumenidi, ad esempio gli *Eumenes*, possono sfruttare simili siti per la nidificazione: i nidi incollati alla parete sono a forma di piccola botte, con una minuta escrescenza centrale, modellata dopo il rifornimento della cella con bruchi di lepidotteri e dopo la deposizione di un uovo all'interno. Tra i moltissimi lepidotteri, da citare è soprattutto il raro papilionide *Papilio alexanor*, ad areale frammentato, legato a

*Cerambyx scopolii**Anaglyptus gibbosus**Stromatium unicolor*

piccole ombrellifere xerofile, presente lungo alcune gole fluviali di Alpi Marittime, Calabria e Sicilia orientale, oltre al ninfalide *Polygonia egea*, ormai divenuto piuttosto sporadico e localizzato, principalmente legato a urticacee del genere *Parietaria*. Tra gli araneidi predatori, le tre specie italiane di *Segestria* (*Segestria bavarica*, *S. florentina* e *S. senoculata*) si possono rinvenire anche nelle fessurazioni delle falesie e sotto le pietre dei pendii rocciosi, fino a quote intermedie, in buona parte della penisola.

I molluschi sono associati quasi esclusivamente alle gole scavate in rocce carbonatiche. Vi si potranno trovare sia specie igrofile che xeriche, in quanto, a seconda dell'esposizione, queste pareti rocciose presentano microclimi freschi più o meno umidi. Frequenti sono alcuni prosobranchi del genere *Cochlostoma*, con numerose specie ad areale più o meno ristretto, i piramidulidi *Pyramidula pupilla* e *P. rupestris*, e molte specie di condrinidi dei generi *Rupestrella*, *Chondrina* e *Solatopupa*, spesso ad areale piuttosto ristretto. Non sono pochi i clausiliidi dei generi *Clausilia* e *Charpentieria* rappresentati da specie più diffuse nel Norditalia, *Delima* nell'Italia centrale, *Papillifera*, *Leucostigma*, *Medora* nell'Appennino e, in Italia meridionale e in Sicilia, *Siciliaria* e *Muticaria*. Tra gli elici si annoverano, infine, alcuni generi particolarmente ricchi di specie rupicole, come *Chilostoma*, frequente soprattutto nell'arco alpino, *Marmorana* nell'Appennino e nelle isole, e *Tyrrheniberus* in Sardegna.

Per molti vertebrati le gole fluviali costituiscono per lo più delle barriere o comunque dei territori inospitali, dati la notevole verticalità e il carattere roccioso. Alcune specie, tuttavia, vi trovano invece dei siti ottimali per rifugiarsi o per riprodursi, in quanto inaccessibili a molti predatori e spesso poco disturbati dalla presenza umana, ma anche perché offrono condizioni ambientali (microclimatiche soprat-

tutto) diverse da quelle che prevalgono nei territori circostanti. Tra gli uccelli, in particolare, alcuni rapaci quali il capovaccaio (*Neophron percnopterus*), l'aquila di Bonelli (*Hieraetus fasciatus*) e il lanario (*Falco biarmicus*) nidificano prevalentemente su queste pareti rocciose al di sotto dei 1000 m di quota nell'Italia meridionale. Seppure non esclusive delle forre fluviali, vi si riproducono regolarmente anche altre specie rupicole, quali il passero solitario (*Monticola solitarius*), la monachella (*Oenanthe hispanica*) e il corvo imperiale (*Corvus corax*).

Purtroppo, in tempi più o meno recenti, anche molte gole fluviali hanno subito varie forme di impatto antropico. La minaccia più violenta è certamente rappresentata dal fatto che le gole, per loro natura, hanno rappresentato e rappresentano tuttora un'ovvia scorciatoia progettuale, se non dei punti obbligati di passaggio, per la realizzazione di opere viarie e di collegamento infrastrutturale. Ne consegue che strade, autostrade, ferrovie, oleodotti ed elettrodotti hanno preso sempre più sovente la via delle gole fluviali, distruggendone o deteriorando sensibilmente la qualità paesaggistica e biologica dei fondovalle, dei corsi d'acqua che vi scorrono e delle pareti. In particolare, per la necessità di mettere in sicurezza strade, ferrovie e impianti nei confronti della caduta di massi e di fenomeni franosi in genere, si ricorre spesso a crolli controllati indotti dallo scoppio di mine e alla sistemazione di reti, palizzate metalliche di contenimento e briglie. Un altro impatto notevole è legato all'incivile abitudine, purtroppo diffusa in molti paesi mediterranei, di utilizzare forre e canali come comode e apparentemente discrete discariche abusive per i rifiuti civili, quelli agricoli e perfino quelli industriali più ingombranti (in particolare materiali edili, elettrodomestici, liquami, carcasse di animali, ecc.), con ovvie conseguenze sulle comunità vegetali ed animali delle stesse.