



## Flora e vegetazione

MARCELLO TOMASELLI

49

### ■ Le glaciazioni e la flora alpina

Prima di affrontare in chiave attualistica il problema delle relazioni tra neve e organismi vegetali è opportuno compiere un passo che ci riporti molto indietro nel tempo, all'epoca delle grandi glaciazioni pleistoceniche.

Questo viaggio retrospettivo è culturalmente indispensabile, perché alcune delle specie vegetali che verranno citate o descritte più oltre, come rap-

presentanti emblematiche della flora nivale, hanno preso origine o sono giunte sulle Alpi proprio durante questo periodo.

Il problema dell'influenza delle glaciazioni sulla genesi e l'evoluzione della flora alpina ha affascinato fin dal secolo scorso molti botanici fitogeografi. Dopo circa un secolo di ricerche due considerazioni di fondo possono essere attualmente ritenute come acquisite:

1. le glaciazioni hanno distrutto quasi completamente i progenitori planiziali della flora alpina preesistente e parte di quest'ultima;
2. le glaciazioni hanno anche profondamente contribuito al rinnovamento e alla trasformazione della flora alpina.

L'eliminazione dei progenitori terziari ha prodotto come esito l'attuale isolamento tassonomico di alcune specie alpine molto antiche. Sulla maggior parte delle specie alpine preesistenti alle glaciazioni, l'azione distruttiva di queste ultime si è esercitata in modo meno drastico, limitandosi alla distruzione solo parziale delle loro popolazioni. La vegetazione sopravvissuta alle massime espansioni glaciali si sono accantonate sui massicci rifugio dei bordi sud-occidentale, nord-orientale e sud-orientale della catena alpina. Dopo le glaciazioni molte specie sono state capaci di riconquistare i territori perduti durante le glaciazioni, mentre altre sono rimaste confinate ai margini settentrionali e meridionali delle Alpi, formando caratteristici areali discontinui, e altre ancora sono sopravvissute in aree più limitate, acquisendo la dignità di specie endemiche. Il rinnovamento della flora alpina intervenuto durante le glaciazioni si deve in primo



La vegetazione nivale presso il Passo di Gavia (Lombardia)

Salice erbaceo (*Salix herbacea*)





Veronica delle Alpi (*Veronica alpina*)

luogo al fatto che il raffreddamento climatico che le ha precedute ed accompagnate ha spinto verso le Alpi un certo numero di specie boreali o artiche. Il successivo ritiro dei ghiacciai ha portato alla frammentazione dell'areale di queste specie, con formazione di disgiunzioni di tipo artico-alpino o asiatico-alpino. Molte specie attualmente presenti negli ambienti nivali delle Alpi presentano questo modello distributivo. Tra queste ricordiamo il salice erbaceo (*Salix herbacea*), la veronica delle Alpi (*Veronica alpina*) e il ranuncolo pigmeo (*Ranunculus pygmaeus*), quest'ultimo presente sulle Alpi con un numero limitato di stazioni.

Altri processi hanno sicuramente contribuito al rinnovamento della flora alpi-

na durante le glaciazioni; tra questi, ad esempio, le migrazioni dai Pirenei e dai Carpazi e la formazione di nuove specie o sottospecie per poliploidizzazione, ovvero per moltiplicazione dei cromosomi presenti nelle stirpi originarie. Come esempio di quest'ultimo processo citiamo il senecione biancheggiante (*Senecio incanus*), che si rinviene con una certa frequenza negli ambienti nivali. L'entità è presente nelle Alpi occidentali con la sottospecie tipica che ha numero cromosomico diploide (2n), da cui è derivata la sottospecie *carniolicus*, che risulta tetraploide (4n) ed è distribuita nelle Alpi orientali.

### ■ La neve e gli organismi vegetali

La copertura nevosa condiziona la vita degli organismi vegetali sia in senso positivo che negativo. Gli effetti positivi sono meglio conosciuti e sono sostanzialmente di tipo protettivo, quelli negativi sono noti, ma sostanzialmente meno studiati, ed hanno carattere inibitorio o limitativo.

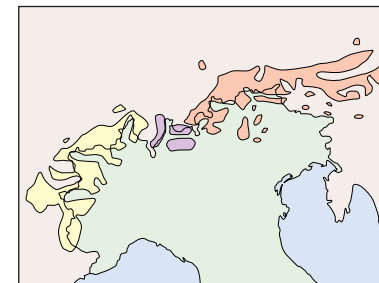
Gli effetti protettivi comprendono la prevenzione dall'esposizione alle basse temperature estreme, dal disseccamento provocato dai venti invernali, dalla disidratazione cellulare provocata dall'accumulo di ghiaccio nei tessuti e dall'effetto potenzialmente dannoso e pericoloso della radiazione solare sui tessuti in dormienza.

Gli effetti negativi sono centrati sulla limitazione dell'attività fotosintetica sotto la spessa coltre nevosa, il che si traduce, in sostanza, in un accorciamento

del periodo vegetativo. Altri effetti negativi riguardano la disponibilità dei nutrienti minerali, ridotta per la limitazione imposta all'attività dei microrganismi decompositori, il ristagno dell'acqua di fusione della neve e la conseguente imbibizione del suolo, con possibile anossia per gli apparati radicali, gli effetti meccanici dovuti alla pressione della neve stessa, le alterazioni del suolo dovute ai frequenti cicli gelo-disgelo.

Per quanto riguarda gli effetti protettivi della neve vale la pena di soffermarsi sull'azione della neve come isolante termico. La coltre nevosa che ricopre il suolo determina l'isolamento termico della vegetazione. Secondo dati di letteratura, è sufficiente uno spessore nevoso di circa 20-30 cm per mantenere attorno a 0°C la temperatura alla superficie del suolo, mentre la temperatura esterna può scendere nel frattempo a -30 o -40°C. La conducibilità termica della neve è direttamente proporzionale alla sua densità; vale a dire che la neve fresca, che ha densità inferiore a quella della neve "vecchia" più compatta, ha una maggiore capacità isolante. La formazione di una crosta superficiale di ghiaccio aumenta ulteriormente il potere isolante dello strato nevoso. Per quanto riguarda la durata, è importante che le precipitazioni nevose non ritardino troppo in autunno, altrimenti il suolo esposto alle basse temperature congela in profondità e, quando la neve finalmente lo ricopre, non riesce più a scongelarsi.

Tra gli effetti negativi, quello più eclatante riguarda la riduzione del periodo



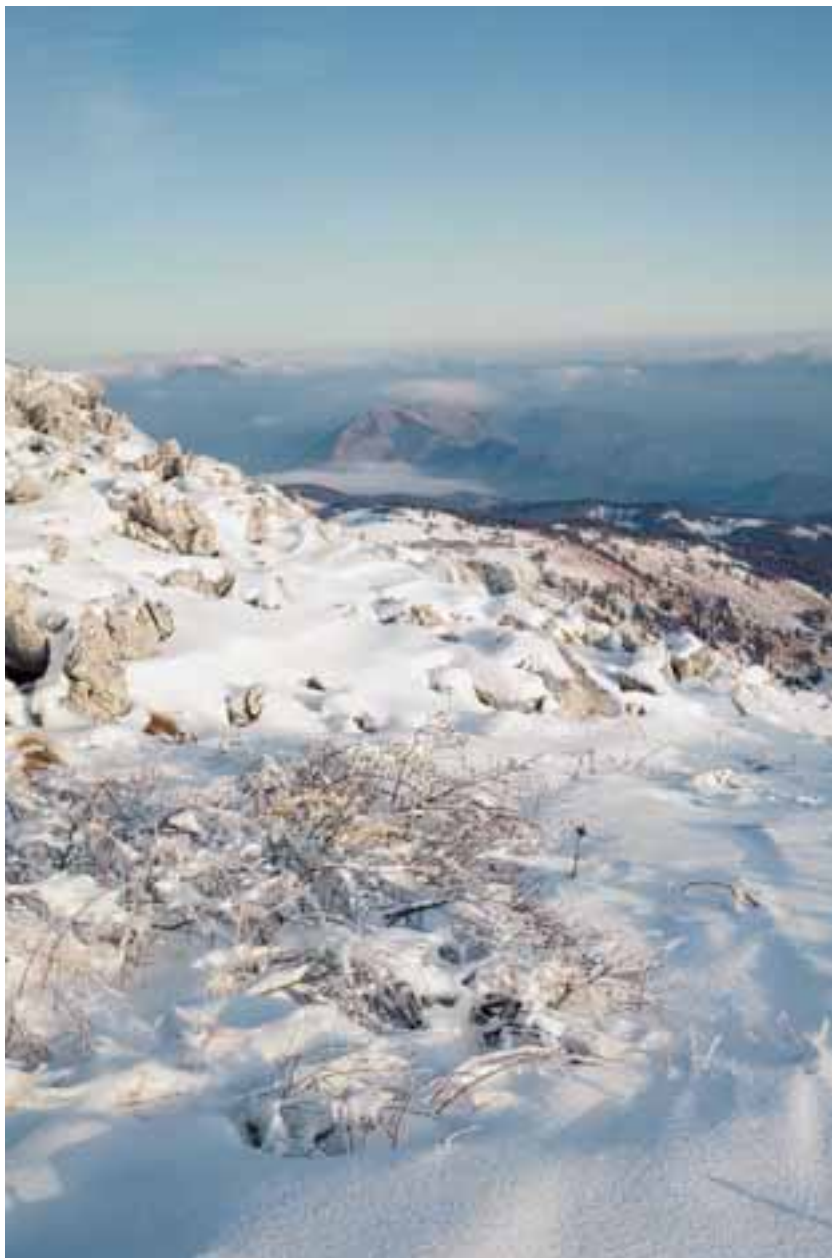
La differenziazione delle sottospecie di *Senecio incanus* sulle Alpi: ssp. *incanus*, diploide (giallo), ssp. *carniolicus* tetraploide (rosso), ssp. *insubricus* (viola)



*Senecio incanus*



*Senecio incanus carniolicus*



Vegetazione ricoperta dal manto nevoso

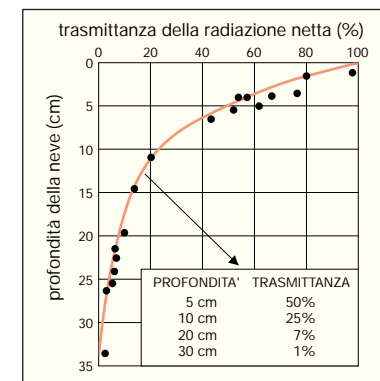
di crescita, dovuto alla depressione o inibizione dell'attività fotosintetica sotto la copertura nevosa.

In realtà, l'ambiente sotto la neve non è completamente buio e la fotosintesi, come vedremo in un altro capitolo, è possibile in queste condizioni, per diversi organismi vegetali, purché mantengano le strutture fotosintetiche attive. La quantità di radiazione fotosinteticamente attiva, ovvero utilizzabile per la fotosintesi, che filtra attraverso la coltre nevosa dipende dall'entità della radiazione riflessa alla superficie (vale a dire dalla riflettanza)

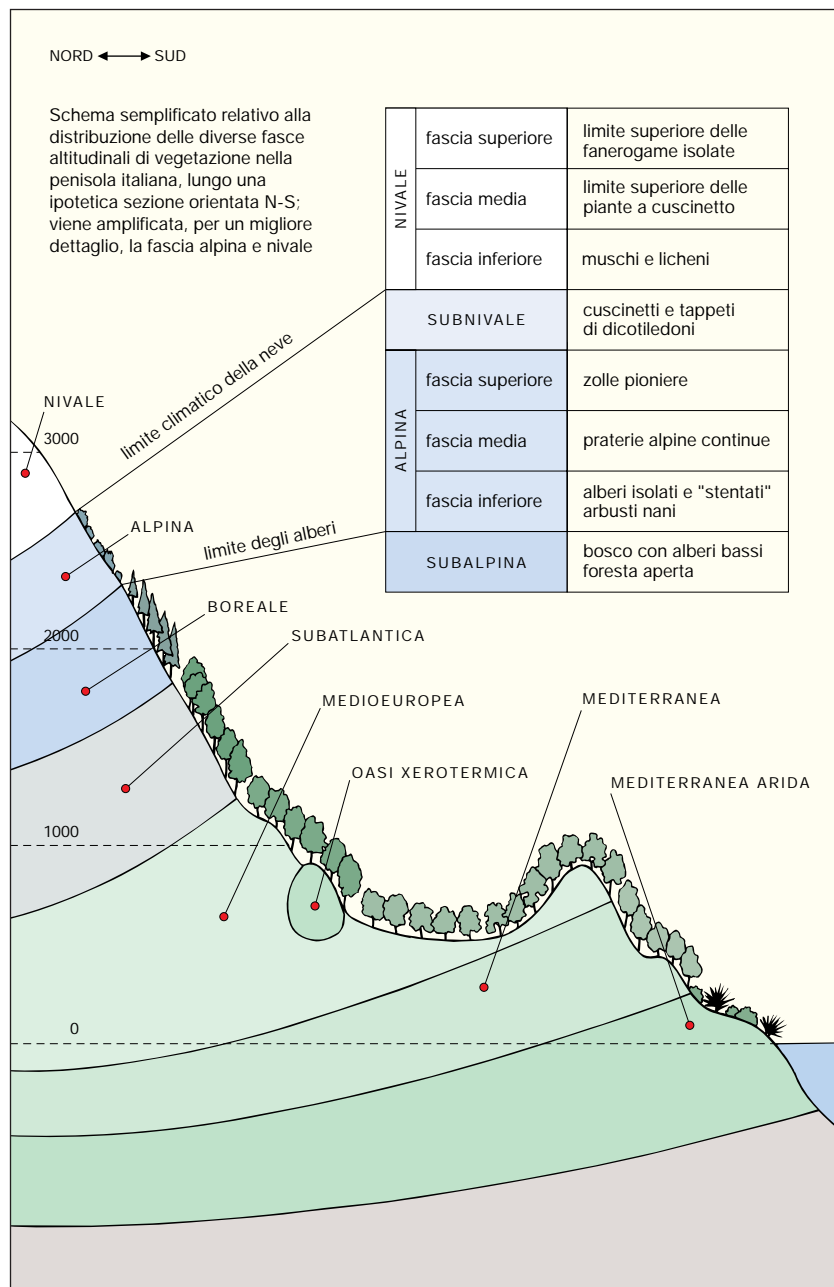
e dal suo progressivo assorbimento attraverso la neve. L'entità della luce riflessa è, in generale, molto elevata. Dal punto di vista quantitativo, la neve fresca a bassa densità riflette e assorbe di più che non la neve vecchia o in fusione. La curva di assorbimento della radiazione da parte della neve è di tipo esponenziale, nel senso di un suo notevole aumento con la profondità. Meno del 10% della radiazione non riflessa filtra sotto uno spessore nevoso di 10 cm; solo 2-3% sotto uno spessore di 20-30 cm. Al di sotto di 30 cm, l'ambiente è fondamentalmente buio dal punto di vista fotosintetico. Inoltre, la composizione spettrale della radiazione fotosinteticamente attiva viene modificata mentre attraversa lo strato nevoso, in quanto la neve assorbe preferenzialmente nella banda del rosso.

Un altro problema che può insorgere per gli organismi vegetali che vivono a lungo sotto una copertura nevosa è legato alla possibilità che si creino condizioni di anossia, cioè di carenza di ossigeno. Quando la neve è compatta, oppure è trasformata in ghiaccio, la diffusione dei gas può ridursi al punto che tutto l'ossigeno presente nello e sotto lo strato nevoso viene consumato per il metabolismo respiratorio di piante e microrganismi del suolo, determinando episodi di anossia. Queste condizioni possono svilupparsi con particolare frequenza durante lo scioglimento della neve, quando il suolo è spesso completamente impregnato d'acqua.

La neve può provocare danni meccanici, sia col suo peso che può schiantare tronchi o rami di alberi e di arbusti, sia con la sua azione abrasiva. Sulla superficie di un campo nevoso si formano piccoli cristalli di ghiaccio che possono provocare danni meccanici a tutti i germogli che emergono dalla copertura nevosa. I forti venti, frequenti in quota, hanno l'effetto di mobilitare questi cristalli e di accrescerne la potenziale azione dannosa.



Trasmissione della radiazione solare in funzione della profondità del manto nevoso



## ■ Le fasce di vegetazione oltre il limite degli alberi

Osservando in distanza il versante di un rilievo montuoso si rimane colpiti da un'impressione di discontinuità, causata dalla percezione di fasce orizzontali di vegetazione di colore diverso, disposte in successione altitudinale. La differenziazione cromatica tra le fasce dipende dalla prevalenza di una o più specie, che conferiscono la fisionomia alla vegetazione e che si sostituiscono vicendevolmente con l'incremento di altitudine. Le predette fasce sono denominate fasce altitudinali di vegetazione. Il cambiamento cromatico più netto si riscontra, ad altitudini che possono variare da un settore alpino all'altro e che, comunque, sono generalmente comprese tra 1000 e 1700 m di quota, al passaggio tra la vegetazione forestale caratterizzata dalla predominanza di latifoglie decidue e quella a predominanza di conifere, che si colloca a quote più elevate.

Un altro passaggio, ecologicamente significativo e fisionomicamente ben percepibile, si ha quando alla vegetazione arborea legnosa e arbustiva subentra una vegetazione completamente erbacea. Il passaggio non è graduale ed è caratterizzato dall'interposizione di una fascia in cui le specie arboree, rappresentate da conifere sulle Alpi e dal faggio (*Fagus sylvatica*) sull'Appennino, diventano sempre più rade ed emergono da uno strato di bassi arbusti. La fascia in cui le conifere si accompagnano ai bassi arbusti è denominata fascia subalpina. Quella ormai completamente costituita da specie erbacee e caratterizzata dalla predominanza di praterie chiuse e continue, prende nome di fascia alpina. Al limite superiore di questa fascia, la vegetazione erbacea si fa rada e discontinua (fascia subnivale). Più in alto sopravvivono soltanto poche specie, isolate o in piccoli gruppi, di piante vascolari, muschi e licheni: siamo nella cosiddetta fascia nivale.

La distribuzione spaziale della copertura nevosa, il suo spessore e la sua permanenza al suolo, rappresentano fattori ecologici di estrema importanza per spiegare la distribuzione delle specie vegetali e la loro ripartizione in comunità vegetali, a partire dalla fascia subalpina, ma soprattutto dalla fascia alpina a quella nivale.



Il passaggio fra le diverse fasce vegetazionali (Monte Sirente, Abruzzo)



**La fascia alpina.** La caratteristica fondamentale di questa fascia è data dalla predominanza di fitocenosi completamente erbacee, che prendono il posto delle formazioni arbustive della sottostante fascia subalpina. Queste formazioni si presentano per la massima parte con l'aspetto di praterie chiuse, caratterizzate cioè da una copertura continua fitta e densa. Dal punto di vista floristico sono fitocenosi molto ricche di specie, in cui le specie erbacee graminoidi (cioè con foglie lunghe e sottili a nervature parallele) risultano fondamentali per la definizione della fisionomia e consentono una prima distinzione, per così dire puramente visuale, di queste praterie. Non mancano naturalmente le dicotiledoni erbacee e le monocotiledoni; le vistose colorazioni delle loro fioriture arricchiscono cromaticamente queste praterie, consentendo di distinguere, nel periodo della fioritura, tra le diverse fitocenosi. La fascia alpina è distinta in tre sottofasce: alpina inferiore, alpina media, alpina superiore.

La sottofascia alpina inferiore si distingue per la persistenza degli ultimi individui isolati di larice (*Larix decidua*) e di cembro (*Pinus cembra*) e per la presenza, ancora quantitativamente piuttosto rilevante, delle formazioni ad arbusti nani. Sui substrati silicei queste formazioni vegetazionali sono caratterizzate dalla predominanza di ericacee acidofile. Sui substrati carbonatici predomina invece il pino mugo (*Pinus mugo*). Accanto alle formazioni legnose, ampia estensione hanno le praterie che, generalmente, risultano più o meno intensamente pascolate.



Larici (*Larix decidua*) in una valletta delle Alpi Orientali

La sottofascia alpina media è caratterizzata dalla pressoché completa scomparsa delle essenze legnose arboree ed arbustive. Le praterie, più o meno pascolate, sono la formazione dominante. Le formazioni ad arbusti persistono sui costoni ventosi in fitocenosi ad azalea nana (*Loiseleuria procumbens*), particolarmente ricche in licheni. In questa fascia fanno la loro comparsa le formazioni a salici nani delle vallette nivali.

Nella sottofascia alpina superiore l'aspetto più tipico è quello di un mosaico in cui, accanto alle praterie chiuse (che si riducono di estensione e tendono generalmente a frammentarsi) ed alle formazioni di valletta nivale, che qui hanno il loro sviluppo ottimale, risultano essere sempre più estesi i popolamenti pionieri di rocce e detriti.

Tra gli scopi di questo volume non rientra una trattazione specifica di dettaglio delle fitocenosi della fascia alpina. Ci soffermeremo soltanto in un capitolo successivo sulla descrizione dei caratteri floristici ed ecologici delle vallette nivali, la cui possibilità di esistenza dipende in modo evidente e diretto dall'entità delle precipitazioni nevose.

**La fascia subnivale.** Si tratta di una fascia di transizione, interposta tra la fascia alpina e la fascia nivale. Il paesaggio appare come un complesso mosaico di aree con suolo nudo o con una modesta copertura di licheni e briofite, alternate a piccoli lembi di vegetazione prativa, costituita in prevalenza da erbe graminoidi, e a vallette nivali.



Azalea nana (*Loiseleuria procumbens*)

**La fascia nivale.** Il confine tra la fascia alpina e quella nivale è costituito dal cosiddetto limite climatico della neve, ovvero da una linea, più che altro teorica ed immaginaria, al di sopra della quale, durante l'anno, cade più neve di quanta se ne scioglia. Come conseguenza, oltre questo limite, le superfici a giacitura orizzontale dovrebbero essere ricoperte dalla neve per tutto l'arco dell'anno.

La difficoltà di reperimento in alta montagna di situazioni con questa morfologia rende in pratica estremamente problematico tracciare con precisione e continuità questa linea. In effetti, il limite inferiore di permanenza della neve al suolo risulta estremamente variabile, non solo nel corso del tempo, ma anche nello spazio, in dipendenza dall'esposizione, l'inclinazione e la morfologia del versante. Qualora la linea venga tracciata tenendo conto dell'andamento reale della permanenza della neve al suolo, legato a queste variabili, essa rappresenta il cosiddetto limite orografico della neve.

Nonostante la sua maggiore aderenza alla reale distribuzione altitudinale della copertura nevosa questo limite appare troppo variabile per poter essere accettato per la delimitazione su base ecologica della fascia nivale, che rimane quindi affidata al teorico limite climatico, misurato con le metodologie più precise possibili.

La fascia nivale viene schematicamente suddivisa in tre sottofasce: nivale inferiore, nivale media e nivale superiore. La distinzione in sottofasce si basa sulla struttura e sulla composizione floristica della vegetazione.



Cuscinetti erbosi in una valletta nivale delle Alpi Carniche (Friuli Venezia Giulia)

**Sottofascia nivale inferiore.** Con l'ulteriore incremento in altitudine, la frequenza e l'estensione dei frammenti di vegetazione erbacea a dominanza di erbe graminoidi si riducono e diventano predominanti le dicotiledoni. Sia le monocotiledoni graminoidi che le dicotiledoni sono, comunque, rappresentate da specie che abbiamo già incontrato nella fascia alpina, dove costituivano comunità pioniere su rocce e detriti. Non si conoscono, infatti, piante vascolari esclusive della fascia nivale. Il paesaggio della fascia nivale inferiore è ancora costituito da un mosaico, in cui la percentuale di copertura delle aree nude o coperte da crittogame è aumentata, le zolle erbose sono più piccole e rade ed i popolamenti di piante superiori costituiscono piccoli tappeti a dicotiledoni, spesso in forma di cuscinetti emisferici. Questi tappeti rappresentano comunità permanenti, sia su rocce che su detriti, mentre nella fascia alpina rappresentavano comunità pioniere.

**Sottofascia nivale media.** Le piante a fiori (angiosperme) trovano crescenti difficoltà a formare gruppi. I cuscinetti menzionati sopra e poche altre dicotiledoni erbacee appaiono, pertanto, più che altro come singoli individui; sono presenti solo minimi frammenti di prateria o scarse zolle erbose. Le briofite (muschi ed epatiche) possono coprire estese superfici su suolo non detritico, ma le chiazze che formano sono, comunque, a rischio costante per la soliflusione. I cuscinetti di muschi sopravvivono meglio nelle fessure o sulle cenge delle pareti rocciose.



Seppure più sporadici, ambienti nivali sono presenti anche nell'Appennino Reggiano



**Sottofascia nivale superiore.** I cuscinetti di dicotiledoni sono ormai scomparsi e sopravvivono solo poche angiosperme più o meno isolate, che pervengono qui al loro limite altitudinale superiore di distribuzione. Anche i cuscinetti di muschi ben presto spariscono, mentre la biodiversità di questa sottofascia poggia soprattutto sui licheni che formano sottili croste su rocce e detriti e che, alle quote superiori, rappresentano l'unica forma di vita non animale presente nelle aree non coperte dal ghiaccio o dalle nevi perenni. Non per niente si parla a proposito di questa sottofascia di livello delle tallofite o dei licheni, oppure di deserto lichenico o nivale. Nei capitoli successivi saranno descritte le principali comunità condizionate dalla durata della neve, dalla fascia subalpina a quella nivale.

### ■ Le comunità vegetali condizionate dalla persistenza della neve nella fascia subalpina

Nell'ambito della fascia subalpina, l'incidenza della neve nel condizionare la distribuzione delle comunità vegetali è meno rilevante rispetto a quanto avviene nelle fasce superiori. Accumuli di neve persistono soprattutto negli impluvi dei versanti esposti a Nord e nei canaloni che costituiscono percorsi preferenziali per le valanghe. La permanenza prolungata della neve al suolo, che riduce la durata della stagione vegetativa, e l'azione di disturbo meccanico esercitata dalle valanghe, rendono questi ambienti poco idonei per la for-



Valletta nella quale si raccolgono le acque di fusione (Alpi Carniche, Friuli Venezia Giulia)

mazione di una copertura forestale. La continuità del bosco appare pertanto interrotta e la vegetazione è rappresentata da arbusteti, oppure da formazioni ad alte erbe.

Gli arbusteti sono caratterizzati dalla predominanza dell'ontano verde (*Alnus viridis*), noto anche come ontano di monte od ontano minore, che conferisce all'habitat una nota cromatica di un verde brillante, in netto contrasto col verde cupo dei circostanti boschi di conifere. L'ontano verde è un arbusto d'altezza variabile da 1 a 4 metri



Ontano verde (*Alnus viridis*)

che, grazie alla flessibilità del tronco e dei rami, sopporta bene il peso degli accumuli di neve, riacquistando il portamento eretto-ascendente quando questa si fonde. Le foglie ovato-ellittiche dell'ontano verde hanno un'intensa attività traspiratoria, per cui la pianta richiede un costante approvvigionamento idrico dal suolo, assicurato dall'acqua di fusione della neve e, più avanti nella stagione, dai ruscelli che percorrono gli impluvi e i canaloni. Il suolo su cui cresce l'ontano verde è ricco in detrito fine e in nutrienti minerali. L'arbusto stesso contribuisce all'arricchimento del suolo in azoto, grazie alle simbiosi che le sue radici stabiliscono con particolari batteri fissatori dell'azoto atmosferico, appartenenti al gruppo degli attinomiceti. L'ontano verde ha, inoltre, una spiccata attività pollonifera e, di conseguenza, forma spesso consorzi assai fitti e praticamente impenetrabili.

Dove l'arbusteto è meno fitto e una certa quantità di luce riesce a penetrare fino al suolo, si forma uno strato costituito, in prevalenza, da specie erbacee di grande taglia, molto esigenti dal punto di vista trofico (le cosiddette megaforbie). Tra le specie più comuni citiamo la felce alpestre (*Athyrium distentifolium*), il geranio silvano (*Geranium sylvaticum*), l'imperatoria vera (*Peucedanum ostruthium*), il cavolaccio alpino (*Adenostyles alliariae*), il millefoglio delle radure (*Achillea macrophylla*), la cicorbia violetta (*Cicerbita alpina*) e il lauro alessandrino (*Streptopus amplexifolius*).

Dal punto di vista idrogeologico, le formazioni ad ontano verde svolgono un ruolo particolarmente importante nella stabilizzazione di pendii che, per le loro caratteristiche, appaiono di per sé assai esposti al rischio di frane. Nelle parti più elevate dei canaloni, o nei tratti degli stessi dove si forma un accumulo tale da non consentire nemmeno lo sviluppo degli arbusti, oppure dove le valanghe sono più frequenti, la copertura vegetale è formata esclusivamente da consorzi di megaforbie.

Geranio silvano (*Geranium sylvaticum*)Cicerbita violetta (*Cicerbita alpina*)

**Gli ambienti nivali nella fascia alpina: le vallette nivali.** Sotto la denominazione di valletta nivale viene indicato un sito caratterizzato da una copertura nevosa la cui durata può prolungarsi da otto fino a undici mesi nel corso dell'anno, lasciando il suolo allo scoperto solo durante i mesi estivi. Nelle fasce alpina inferiore e media queste condizioni d'innevamento si verificano soltanto in contesti geomorfologici particolari, quali depressioni o conche delimitate da argini di natura morenica o nivomorenica, o da accumuli detritici di origine gravitativa, oppure in corrispondenza di ripiani situati alla base di ripidi pendii esposti a Nord, dove la neve si accumula scivolando dall'alto. Nella fascia alpina superiore, le condizioni favorevoli ricorrono più frequentemente ed è sufficiente anche soltanto la presenza di un piccolo ripiano che interrompe la continuità del versante perché si crei un ambiente da valletta nivale.

All'inizio dell'estate, il suolo delle vallette nivali comincia a liberarsi dalla copertura nevosa e, durante i mesi successivi, rimane generalmente saturo dell'acqua derivante dalla fusione della neve. L'energia derivante dalla radiazione solare incidente non basta, infatti, nella maggior parte dei casi, al suo completo prosciugamento. Come conseguenza, il suolo rimane umido, freddo e relativamente asfittico durante tutto il periodo vegetativo. Alla formazione del suolo delle vallette nivali contribuiscono, in primo luogo, la frazione minerale costituita dal substrato pedogenetico e dalle particelle minerali fini inglobate nella coltre nevosa, che al disgelo si depositano sul terreno, cui si aggiunge la

frazione organica, derivante dalla decomposizione delle parti morte degli organismi vegetali. La decomposizione, comunque, procede con lentezza, a causa della bassa temperatura e dell'idromorfia del suolo, che incidono negativamente sull'attività dei microrganismi responsabili della mineralizzazione della sostanza organica.

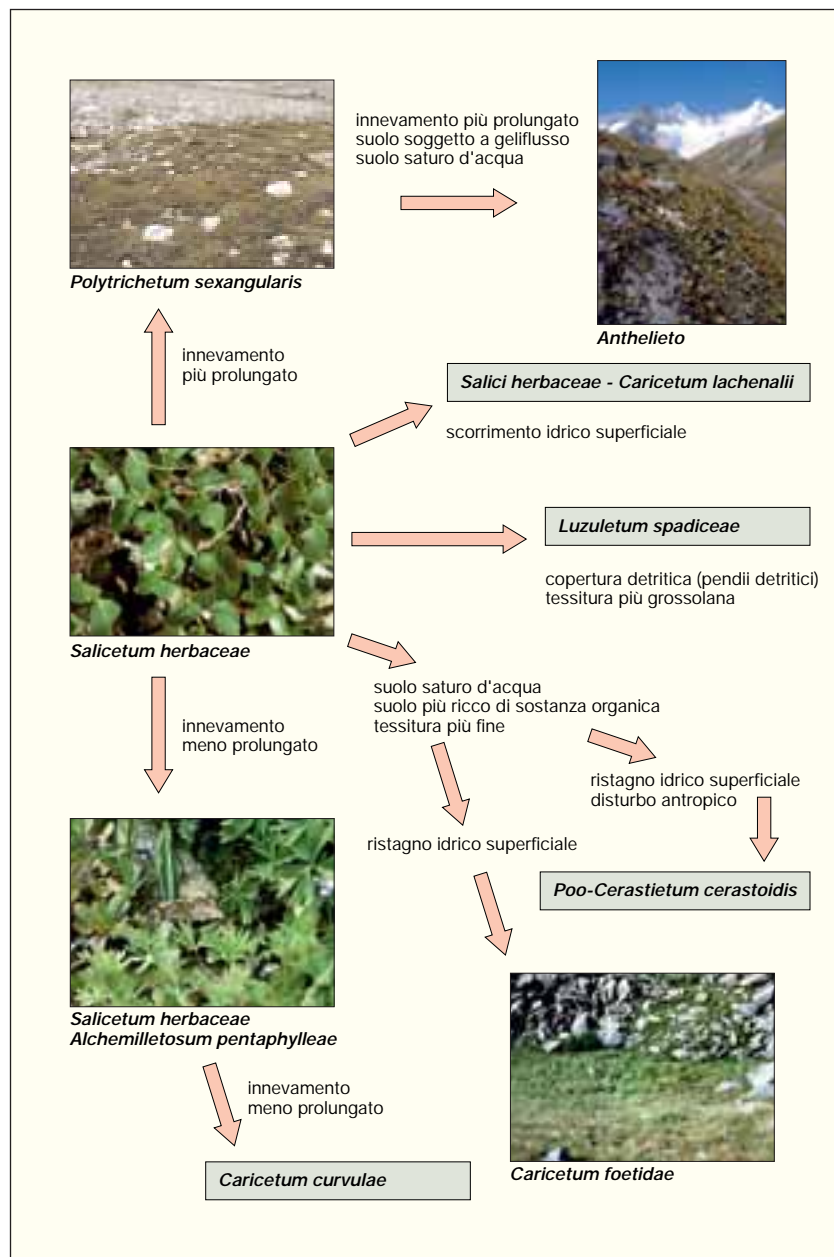
La vegetazione delle vallette nivali è costituita da una combinazione di crittogame (soprattutto briofite, ma anche licheni) e di piante vascolari perenni. Queste ultime comprendono alcune specie legnose ed un certo numero di specie erbacee, sia monocotiledoni, che dicotiledoni. Le piante vascolari hanno taglia minuscola, superando solo raramente i 10 cm in altezza. Le caratteristiche fisionomico-strutturali della vegetazione delle vallette nivali ricordano quelle della tundra artica e, per questa ragione, per questi ambienti è stata coniata l'espressione "tundra alpina".

La vegetazione delle vallette nivali risulta nel suo insieme piuttosto povera di specie; il dato non deve sorprendere, perché si tratta chiaramente di un habitat estremamente selettivo. Le differenziazioni microambientali che si riscontrano tra vallette nivali diverse, oppure all'interno di una singola valletta nivale, si traducono in differenze nella composizione floristica della vegetazione. La distinzione floristica più netta dipende dalla natura chimica della roccia madre, che condiziona le caratteristiche del substrato su cui si sviluppa la vegetazione. Su questa base fondamentalmente litologica, le vallette nivali su substrato siliceo vengono distinte da quelle su substrato carbonatico.



Acque di scioglimento nivale





Evoluzione della vegetazione in ambiente nivale



Valletta nivale su substrato siliceo nell'Appennino Tosco-Emiliano (Emilia-Romagna)

**Le vallette nivali su substrato siliceo.** Sono le vallette nivali meglio caratterizzate, sia come habitat, sia come composizione floristica. La loro vegetazione si presenta diversificata in fitocenosi, ciascuna delle quali è caratterizzata dalla predominanza di una singola specie ed è legata ad un particolare microhabitat. Nello schema classificatorio fitosociologico le fitocenosi delle vallette nivali su substrato siliceo vengono assegnate all'alleanza *Salicion herbaceae*.

Le differenze fondamentali di microhabitat dipendono dalla durata della copertura nevosa e dal grado di petrosità superficiale e di contenuto idrico del suolo. Quando la neve persiste per 10-11 mesi l'anno, la copertura vegetale delle vallette nivali è in grandissima prevalenza costituita da briofite (muschi ed epatiche), favorite dal suolo permanentemente umido. Soltanto pochissime angiosperme interrompono la continuità dei tappeti di briofite, riuscendo a svilupparsi ed a fiorire nel poco tempo disponibile.

La briofita capace di sopravvivere più a lungo sotto la neve è l'epatica artico-alpina *Anthelia juratzkana*, che forma tappeti dal colore grigio-biancastro dovuto alla copertura cerosa delle sue foglioline, distribuiti soprattutto nelle fasce alpina superiore e subnivale, in stazioni dove la copertura nevosa arriva fino ad 11 mesi. I tappeti ad *Anthelia juratzkana* assumono l'aspetto di una "crosta" che tappezza le superfici irregolarmente modellate dall'acqua e dalla neve. Tra le specie che accompagnano tipicamente *Anthelia juratzkana* si riscontrano alcune epatiche molto ben adattate a questi ambienti, tra cui pos-

Il nome *Soldanella*, coniato dal botanico francese Clusius, vissuto nel XVI secolo, deriva, con tutta evidenza, dal termine latino *solidus*, cioè "moneta", per la forma circolare delle foglie delle specie appartenenti a questo genere. Accanto alla soldanella comune (*Soldanella alpina*), che colora i prati di montagna allo sciogliersi delle nevi, va ricordata la soldanella della silice (*Soldanella pusilla*, vedi foto), una minuscola pianta perenne, alta fino a 6-7 cm, il cui scapo fiorifero emerge da una rosetta basale di foglie coriacee. Le foglie, di circa 10 mm di diametro, hanno una lamina rotondeggiante o leggermente reniforme, punteggiata sulla pagina inferiore e con un'insenatura basale all'inserzione del picciolo. Quest'ultimo è lungo circa 1-3 cm ed è poco peloso, anche nelle foglie giovani. Lo scapo fiorifero, glabro o dotato di ghiandole, porta un solo fiore pendulo

(raramente due), con corolla campanulato-tubulosa di colore lillacino-violetto, lunga 8-14 mm e con lacinie terminali lunghe da 1/4 a 1/3 della lunghezza totale della corolla.

La pianta fiorisce in giugno, molto precocemente rispetto alle altre specie di valletta nivale (è la prima a fiorire) e non di rado capita di trovare i fiori che spuntano tra la neve o, addirittura, di trovarla fiorita sotto la neve. Vive nelle vallette nivali su substrato siliceo o comunque acidificato, nei canaloni e su rocce umide dai 1800 ai 3000 m.

La specie è distribuita su buona parte delle Alpi e dei Carpazi. È stata rinvenuta anche nella catena dei Rodopi, in Bulgaria. Il limite meridionale della sua distribuzione in Italia è dato dall'Appennino settentrionale, dove è presente in due sole stazioni localizzate sulle cime più alte della catena (Monte Cimone e Monte Cusna).



siamo citare le rare *Marsupella brevisima*, *Cephalozia ambigua*, *Nardia breidlerii* e *Lophozia opacifolia* e le rarissime *Marsupella condensata* e *Marsupella commutata*.

Quando la permanenza della neve al suolo ha una durata lievemente inferiore, si formano tappeti più estesi e continui, che possono espandersi per decine di metri quadrati. Questi tappeti sono costituiti, in larga prevalenza, da muschi con distribuzione articoalpina, che sopportano bene il lungo innevamento e l'umidità del suolo e



*Polytrichum sexangulare*

che si riproducono molto velocemente, sia per via sessuale, che per via vegetativa. L'elemento di gran lunga predominante in questi tappeti è il muschio *Polytrichum sexangulare*, che dà il nome all'associazione vegetale corrispondente (*Polytrichetum sexangularis*). Lo accompagnano di regola altre specie muscinali, più o meno comuni a seconda dell'entità delle precipitazioni piovose estive e della durata della copertura nevosa. Le più abbondanti e frequenti sono *Pohlia drummondii* e *Kiaeria starkei*, ma molte altre trovano rifugio in questi ambienti. Tra queste rare briofite, bisogna citare le epatiche *Lophozia wenzelii*, *Moerckia blyttii* e *Pleurocladula albescens* ed i muschi *Arctoa fulvella*, *Kiaeria falcata*, *Gymnomitrium coralloides* e *Conostomum tetragonum*. Le poche angiosperme reperibili in questi ambienti sono, per lo più, di taglia minuscola. Tra le più frequenti, possiamo citare l'arenaria biflora (*Arenaria biflora*) e la peverina a tre stimmi (*Cerastium cerastoides*). Se la durata dell'innnevamento è inferiore a dieci mesi, la probabilità di attecchimento, crescita e riproduzione delle angiosperme aumenta progressivamente. Le vallette nivali con copertura nevosa compresa tra otto e nove mesi appaiono, infatti, colonizzate da una vegetazione in cui le angiosperme predominano, sia come numero di specie, sia, molto spesso, anche come grado di copertura.

In assenza di condizioni geomorfologiche ed edafiche che determinino ristagno idrico superficiale, la specie dominante nelle vallette nivali su silice è un minuscolo salice strisciante al suolo, definito dal botanico svedese Carlo Linneo "*minima infra omnia arborea*". Si tratta del salice erbaceo (*Salix herbacea*), specie diffusa lungo tutta la catena alpina e, sporadicamente, sulle più alte vette dell'Appennino settentrionale e centrale.

Il salice erbaceo forma consorzi misti, in cui si ritrovano le briofite già presenti nel *Polytrichetum sexangularis* ed alcune angiosperme, la maggioranza delle quali accompagna il minuscolo salice lungo tutto l'arco delle Alpi. Tra queste



Erba lucciola dei ghiacciai (*Luzula alpino-pilosa*)Canapicchia glaciale (*Gnaphalium supinum*)

ricordiamo, oltre a quelle già citate, il billeri alpino (*Cardamine bellidifolia* subsp. *alpina*), la sibbaldia prostrata (*Sibbaldia procumbens*), la canapicchia glaciale (*Gnaphalium supinum*), la veronica delle Alpi (*Veronica alpina*) e l'erba lucciola dei ghiacciai (*Luzula alpino-pilosa*). Altre angiosperme che convivono con il salice erbaceo hanno una distribuzione più limitata; tra queste ricordiamo la ventagliina a cinque foglie (*Alchemilla pentaphylla*), presente dalle Alpi nord-occidentali fino alle Retiche, la soldanella della silice (*Soldanella pusilla*), limitata alle Alpi centrali e orientali e, soprattutto, il ranuncolo pigmeo (*Ranunculus pygmaeus*), noto solo per poche località delle Alpi svizzere e alto-atesine. Le fitocenosi caratterizzate dalla predominanza del salice erbaceo sono state inquadrare nell'associazione *Salicetum herbaceae*, diffusa su tutti i massicci silicei delle Alpi.

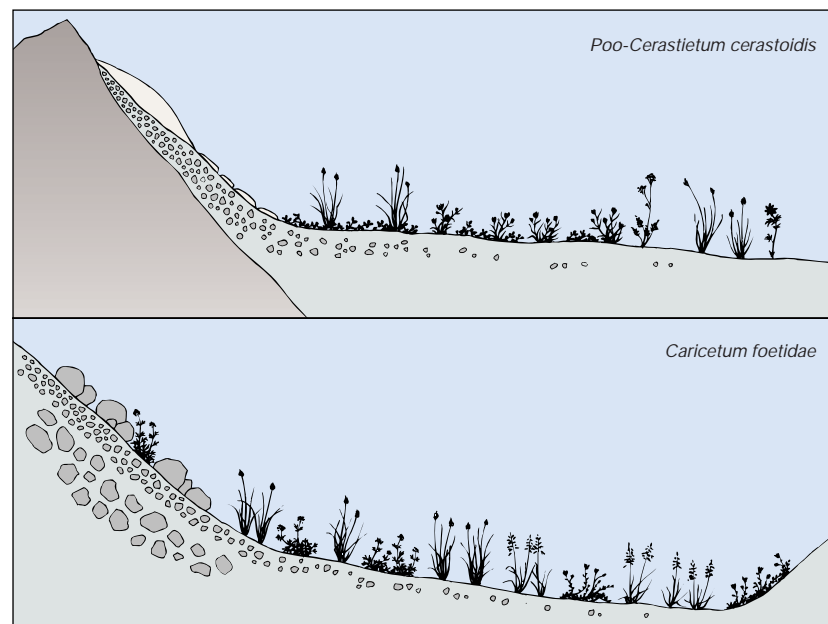
Qualora si verifichi un ristagno idrico alla superficie o nell'orizzonte superiore del suolo, principalmente per la prevalenza nella tessitura dello stesso delle componenti limosa ed argillosa su quella sabbiosa, maggiormente drenante, il salice erbaceo perde in competitività. Diventano allora dominanti altre specie, quali la carice puzzolente (*Carex foetida*) e la peverina a tre stimmi (*Cerastium cerastoides*). *Carex foetida* predomina nelle situazioni meno disturbate e con maggiore copertura erbacea formando l'associazione *Caricetum foetidae*, mentre *Cerastium cerastoides*, insieme con la fienarola delle malghe (*Poa supina*), forma fitocenosi aperte in depressioni umide, spesso presso malghe e rifugi alpini, riconducibili all'associazione *Poo-Cerastietum cerastoidis*.

Le vallette nivali spesso confinano con pendii lungamente innevati coperti da detriti, oppure possono localizzarsi sui lati di impluvi percorsi da ruscelli. Nel primo caso la specie dominante è *Luzula alpino-pilosa*, accompagnata dalle angiosperme e dalle briofite tipiche delle vallette nivali e da specie legate agli

ambienti di falda detritica quali, ad esempio, il doronico del granito (*Doronicum clusii*) e l'acetosa soldanella (*Oxyria dygina*). L'associazione corrispondente (*Luzuletum spadiceae*) presenta caratteristiche floristico-ecologiche intermedie tra la vegetazione delle vallette nivali e quella delle falde detritiche. Nelle vallette nivali situate ai lati di ruscelli, oppure situate su pendii con scorrimento idrico superficiale, in aggiunta al salice erbaceo ed alle specie già note, compare una piccola pianta erbacea igrofila con habitus graminoidale: la carice di Lachenal (*Carex lachenalii*), che dà luogo ad una peculiare associazione (*Salici herbaceae-Caricetum lachenalii*), rinvenuta finora solo nelle Alpi centrali ed orientali.

Le associazioni del *Salicion herbaceae* hanno una distribuzione geografica limitata alle Alpi ed all'Appennino settentrionale. Alcune delle specie caratteristiche di queste associazioni raggiungono anche l'Appennino centrale, dove però si collocano all'interno di fitocenosi distinte da quelle rinvenute sulle Alpi.

**Le vallette nivali su substrato carbonatico.** Le vallette nivali su substrato carbonatico presentano, in generale, una petrosità superficiale ben maggiore rispetto a quella che si riscontra negli stessi habitat sui substrati silicei. Ciò dipende essenzialmente da ragioni geomorfologiche, in quanto nella fascia



Trasetti schematici di vallette nivali igrofile su substrato siliceo (Appennino Settentrionale)

Nelle vallette nivali si rinvencono tre specie di salici nani. Il più noto è il salice erbaceo (*Salix herbacea*). Si tratta di una camefito fruticosa che presenta dei fusti legnosi striscianti, per lo più sotterranei, radicanti, grossi fino a 1-2 cm, con la porzione che cresce sopra il suolo portante 2 (raramente fino a 5) foglie rotondeggianti. *Salix herbacea* è una pianta decidua, strategia relativamente rara in alta montagna. Le infiorescenze (amenti) sono brevemente peduncolate, lunghe 0,5-1,5 cm, con 2-6 fiori. Il frutto è una capsula ovoido-conica, glabra e spesso rossastra. I fiori vengono impollinati dagli insetti ed i semi, dotati di lunghi peli, vengono trasportati a distanza dal vento.

Il salice erbaceo costituisce un componente costante delle vallette nivali su silice con innevamento inferiore a dieci mesi e senza ristagno idrico alla superficie del suolo durante la stagione vegetativa. Lo si ritrova anche nelle vallette su substrati marnosi e carbonatici, purché decarbonatati in superficie.

*Salix herbacea* è una specie artico-alpina, diffusa su Pirenei, Massiccio Centrale, Alpi, Appennini, Carpazi, Sudeti, Balcani, Isole Britanniche, Scandinavia,

Islanda, Russia, regioni boreali asiatiche e nordamericane e Groenlandia.

Mentre il salice erbaceo è l'emblema delle vallette nivali su substrato siliceo, il salice retuso (*Salix retusa*) e il salice reticolato (*Salix reticulata*) lo sono di quelle su substrato carbonatico.

*Salix retusa* è una camefito alta 5-20 cm (raramente fino a 40 cm), che presenta fusti legnosi striscianti o prostrato-ascendenti bruni, bruno-rossastri o bruno-grigiastri, glabri fin da giovani. Le foglie, da obovate ad ellittiche, hanno la base a forma di cuneo e l'apice retuso o, talvolta, acuto, con margine intero o debolmente dentato. Gli amenti sono ovoido-cilindrici, peduncolati, lunghi fino a 15-20 mm, con più di 10 fiori.

Come *Salix herbacea*, anche *Salix retusa* perde le foglie alla fine della stagione vegetativa, anche se le sue foglie luccicanti, un po' coriacee, forniscono a questo salice nano l'aspetto di una sempreverde.

I tappeti di salice retuso colonizzano vallette nivali su substrati carbonatici (più raramente anche quelle con suoli relativamente acidificati), con periodo di innevamento di 7-9 mesi. La specie si rinviene frequentemente anche sulle



Salice retuso (*Salix retusa*)



Salice reticolato (*Salix reticulata*)

falde detritiche carbonatiche lungamente innevate, dove contribuisce alla stabilizzazione del pendio, estendendosi con i propri fusti legnosi striscianti, con un tipico portamento da "arbusto nano a spalliera".

*Salix retusa* è un'orofita centroeuropea, tipica delle Alpi e dei principali sistemi montuosi del vecchio continente, tra i quali Pirenei, Giura, Appennini, Dinaridi, Carpazi meridionali e Alpi Transilvaniche. In territorio italiano *Salix retusa* è piuttosto comune lungo l'intero arco alpino, mentre diventa più raro lungo l'Appennino dove, tuttavia, la sua presenza è segnalata dai Sibillini fino alla Basilicata.

Il salice reticolato (*Salix reticulata*) è una camefito fruticosa che presenta fusti legnosi striscianti, radicanti e tortuosi di colore bruno-rossastro e rami prostrato-ascendenti di colore bruno-chiaro o gri-

gio-brunastro, appena lucidi e glabri. Le foglie, a lamina ellittica od obovata, sono glabrescenti e lucide sulla faccia superiore, dove acquisiscono un colore verde scuro e la caratteristica reticulatura. Gli amenti sono cilindrici, lunghi 1,5-3 cm, grigio-tomentosi e portati su un lungo peduncolo di 2-5 cm.

*Salix reticulata* si rinviene molto spesso insieme con *Salix retusa* negli stessi habitat, mostrando una più esclusiva predilezione per i substrati carbonatici.

*Salix reticulata* è un'entità artico-alpina il cui areale abbraccia le regioni artiche dell'Eurasia (dalla penisola scandinava alla Siberia), dell'America settentrionale (compresa la Groenlandia) e le maggiori catene montuose europee (Pirenei, Alpi e Carpazi) e centroasiatiche (con l'eccezione del Caucaso e delle catene himalayane). In Italia la sua presenza è limitata all'arco alpino.



Foglie di salice erbaceo (*Salix herbacea*)



Foglie di salice reticolato (*Salix reticulata*)



alpina media e superiore dei massicci carbonatici e dolomitici, dove si concentrano le vallette nivali, il paesaggio è molto più roccioso e detritico che nei massicci silicei. Questa condizione geomorfologica sfavorevole, combinata con un substrato di per sé già più drenante, riduce la permanenza dell'acqua di fusione della neve negli strati più superficiali del suolo e rende più difficile la formazione di un habitat comparabile a quello descritto per le montagne silicee.

Per queste ragioni, sui massicci carbonatici, le vallette nivali si formano soprattutto in corrispondenza di depressioni riempite in superficie da sedimenti fini di natura argillosa, oppure in corrispondenza di affioramenti marnosi, che consentono una maggiore ritenzione idrica del suolo.

Anche in questo caso la vegetazione delle vallette nivali si differenzia soprattutto a seconda della maggiore o minore durata della copertura nevosa. Nelle vallette con innevamento superiore a dieci mesi si rinvergono fitocenosi costituite prevalentemente da briofite che sono rare o assenti su silice, come i muschi *Pseudoleskea incurvata*, *Tayloria froelichiana*, *Distichium inclinatum* e l'epatica *Blepharostoma trichophyllum*.

Se la neve permane al suolo per un periodo di 9-10 mesi si forma una vegetazione in cui le angiosperme prevalgono sulle briofite, sia come copertura complessiva, che come numero di specie. La minore incidenza delle briofite, che tra l'altro anche qui sono rappresentate fondamentalmente da specie calcicole, ben diverse da quelle riscontrate nelle vallette nivali silicicole, si spiega con la minore imbibizione del suolo.



Valletta nivale su substrato carbonatico nelle Alpi Giulie (Friuli Venezia Giulia)

Tra le angiosperme, la specie tipica di queste vallette è l'arabetta azzurra (*Arabis coerulea*).

Altre angiosperme presenti sono la carice nera (*Carex parviflora*), la canapicchia di Hoppe (*Gnaphalium hoppeanum*), il ranuncolo alpestre (*Ranunculus alpestris*), la sassifraga rosulata (*Saxifraga androsacea*) e la cinquefoglia di Braune (*Potentilla brauneana*). L'associazione corrispondente è l'*Arabidetum caeruleae*, distribuita lungo tutta la catena alpina, che si forma in piccole conche superficialmente colmate da uno strato di argilla minerale, spesso fino a 10 cm.

In stazioni dove la durata dell'innevamento è inferiore (8-9 mesi) e la petrosità superficiale è più elevata, si formano dei tappeti con salici nani striscianti. In questo caso le specie di salici presenti sono due: il salice retuso (*Salix retusa*) e il salice reticolato (*Salix reticulata*). L'associazione, caratterizzata spesso dalla codominanza delle due specie di salici, accompagnate da molte delle specie erbacee ricordate sopra, prende il nome di *Salicetum retuso-reticulatae* ed ha distribuzione esclusivamente alpina.

Alcune delle specie tipiche delle vallette nivali su substrato carbonatico si rinvergono anche nelle aree a maggiore innevamento dell'Appennino centrale, dove tuttavia la ridotta incidenza delle precipitazioni estive rende molto meno frequente questo tipo di habitat. Le associazioni vegetali sono, anche in questo caso, diverse da quelle alpine ed hanno una distribuzione geografica piuttosto limitata, di tipo relittuale.



Floritura di salice retuso (*Salix retusa*)

Il ranuncolo glaciale (*Ranunculus glacialis*) è la pianta alpina e nivale per eccellenza. Questa specie raggiunge, infatti, una delle massime altitudini toccate dalle angiosperme sulle montagne europee, essendo stata rinvenuta a 4276 m di quota sul Finsteraarhorn, nelle Alpi svizzere. Per questa ragione e per la sua apparente mancanza di particolari adattamenti alle alte quote, è stata lungamente studiata, fin dall'inizio degli anni '70 del secolo scorso, da vari autori, che hanno in questo modo ricavato una notevole mole di informazioni sulla fisiologia delle piante alpine. Il ranuncolo glaciale è una specie che presenta un fusto ascendente, foglioso e glabro, che raggiunge raramente un'altezza superiore ai 15 cm. Le foglie basali, di colore verde-scuro, piuttosto carnose e lucide, sono divise alla base in 3 segmenti, ciascuno suddiviso in 3-5 lobi o segmenti ellittici. Le foglie cauline sono progressivamente ridotte e le superiori sono formate da 1-3 strette divisioni.

La corolla, del diametro di circa 30 mm, è composta da petali cuoriformi di colore bianco candido o roseo, che tendono a diventare roseo-vinosi dopo la fioritura. I sepali, ovati e arrossati sul bordo, sono l'unica parte pelosa della pianta.

Nell'ambiente di vita di *Ranunculus glacialis* il periodo vegetativo dura al massimo tre mesi. Si tratta, tuttavia, di una durata puramente teorica, in quanto in alta montagna anche d'estate possono sopravvenire periodi di notevole calo delle temperature, accompagnati da gelate e precipitazioni nevose. Questo fa sì che il periodo produttivo utile alla pianta si aggiri, in effetti, in media tra 30 e 70 giorni.

*Ranunculus glacialis* è in grado di utilizzare al meglio il breve periodo disponibile per la propria crescita, poiché ha un'elevata efficienza fotosintetica,

ovvero utilizza pienamente la grande quantità di luce disponibile nelle limpide giornate estive. D'altronde il ranuncolo non teme nemmeno il surriscaldamento dell'aria vicina al suolo che si verifica in queste giornate, in quanto le sue foglie possono sopportare temperature fino a 47°C. La specie non è altrettanto resistente alle basse temperature e, particolarmente nella fase di crescita, appare molto vulnerabile, non sopportando temperature inferiori ai -7°C senza congelare. Per questa ragione spesso *Ranunculus glacialis* si rifugia in conche protette e riparate dai venti gelidi delle alte quote, dove riesce a superare meglio gli episodi di raffreddamento che possono funestare il periodo vegetativo.

Come indicato dal nome stesso, la specie colonizza gli ambienti situati in prossimità di ghiacciai o nevai. In particolare, predilige habitat detritici, quali ghiaie, pietraie e morene glaciali derivanti da rocce cristalline, soprattutto dove il terreno è a lungo umido e cioè nei pressi di zone bagnate dall'acqua di fusione delle nevi.

Il ranuncolo glaciale è distribuito sulle Alpi, sui Pirenei, in Sierra Nevada, nei Carpazi, in aree subartiche ed in Groenlandia.



### Gli adattamenti delle piante delle vallette nivali.

Le piante delle vallette nivali non investono in adattamenti che le proteggano dal congelamento (adattamenti crioprotettivi). Esse devono principalmente adattarsi alla mancanza o scarsità di luce per lunghi periodi e, inoltre, far fronte a diversi tipi di stress, abiotici e biotici.

Uno stato di dormienza sotto la neve a temperature non troppo basse, che può durare anche 9-10 mesi, ha dei costi metabolici molto elevati, perché la respirazione in queste specie è ancora attiva a 0°C e si azzerà solo tra -5 e -10°C. Questi costi possono essere controbilanciati dal mantenimento, almeno per una parte del periodo di dormienza, di un certo grado di attività fotosintetica.

Le condizioni per farlo ci sono, perché, se lo spessore dello strato di neve è relativamente sottile e la radiazione ambientale elevata, l'intensità e la qualità della radiazione possono essere tali da consentire la fotosintesi.

Molte piante vascolari alpine mantengono strutture "verdi" sotto la neve, ad esempio sotto forma di foglie svernanti; anche muschi e licheni mantengono le loro strutture fotosintetiche d'inverno.

Per i licheni si è visto che riescono a mantenere gran parte della loro capacità fotosintetica anche a basse temperature; anche le angiosperme sono capaci di effettuare la fotosintesi a temperature comprese tra 0 e -6°C; tuttavia durante l'inverno la loro capacità fotosintetica è comunque fortemente ridotta, mentre aumenta sensibilmente in coincidenza del picco di radiazione che si ha tra la tarda primavera e l'inizio dell'estate, sotto una copertura nevosa ridotta, meno riflettente e più permeabile alla luce, che si scioglie molto rapidamente.

Le piante delle vallette nivali sono in grado di percepire anche quantità minime di luce filtrante attraverso la coltre nevosa ed "apprendere" in questo modo in quale parte della giornata e in quale momento dell'anno si trovano. Alcune ricerche compiute da autori americani circa trent'anni fa hanno dimostrato che attraverso uno spessore di 2 metri di neve può passare una quantità di luce sufficiente per attivare la germinazione dei semi e la ripresa vegetativa del germoglio. La percezione di questi segnali luminosi a bassa inten-



Il lichene *Parmelia omphalodes*



sità, la buona disponibilità idrica derivante dallo scioglimento della neve e l'incremento di temperatura che favorisce la fotosintesi fanno sì che molte piante alpine inizino a fiorire e vegetare, o i loro semi a germinare, anche sotto la neve, cioè prima che lo strato nevoso si sia completamente sciolto, e ciò permette, come conseguenza, un'ottimale utilizzazione del breve periodo vegetativo disponibile.

Le piante delle vallette nivali vanno soggette a diversi tipi di stress abiotici. Il momento più critico sopravviene all'atto dello scioglimento della neve, quando esse si trovano esposte a cicli di gelo-disgelo circadiani e possono perciò andare incontro al rischio di congelamento.

Un'altra condizione che comporta il pericolo di congelamento, combinato allo stress idrico, può intervenire se d'inverno la copertura nevosa viene improvvisamente e bruscamente rimossa da forti venti che spirano in direzioni insolite, da valanghe che scoprono un pendio, da animali o sciatori che rimuovono la neve.

Un ulteriore tipo di stress cui vanno soggette le piante delle vallette nivali è quello dovuto all'elevata radiazione incidente quando emergono dalla neve. Entro uno o due giorni, o anche in poche ore, se la neve si scioglie molto rapidamente per l'elevata temperatura, i tessuti vegetali possono risultare esposti ad intensità di radiazione solare tra le più alte che possono essere misurate sulla terra, specialmente se, come accade di regola, chiazze di neve riflettenti sono presenti tutt'intorno.



Soldanella comune (*Soldanella alpina*)

Dobbiamo considerare che, mentre le foglie mature delle piante vascolari e il tallo delle alghe nivali sono ben equipaggiati per schermare in vario modo l'eccesso di radiazione dall'apparato fotosintetico, i tessuti ancora dormienti, oppure al loro risveglio vegetativo, appena liberati dalla neve non sono affatto attrezzati per sopportare lo stress da eccesso di radiazione incidente.

Le piante che vivono nelle vallette nivali fanno fronte a questa difficile situazione seguendo due distinte strategie adattative.

Alcune angiosperme rimangono verdi anche sotto la neve e conservano una piena capacità fotosintetica durante l'inverno. L'epatica *Anthelia juratzkana* può conservare la sua attività fotosintetica sotto la neve per oltre nove mesi. Le specie del genere *Soldanella*, ad esempio, avendo una piena attività fotosintetica al momento della fusione della neve, riescono a canalizzare nella fotosintesi tutta l'energia solare in eccesso potenzialmente dannosa, anche già prima che la neve si sia sciolta del tutto.

Altre angiosperme presenti nelle vallette nivali iniziano l'espansione fogliare prima della fusione della neve ed inverdiscono ed attivano la fotosintesi immediatamente dopo essere rimaste scoperte dalla neve; questo avviene, ad esempio, per alcune specie del genere *Ranunculus*. In questo modo esse riescono a proteggere le loro delicate strutture fotosintetiche dall'eccesso di radiazione solare della fase del disgelo. Questo meccanismo dilatatore della fotosintesi costituisce la regola nelle angiosperme delle altre comunità vegetali della fascia alpina e subalpina, dove il dilazionamento



Valletta nivale con ranuncolo alpestre (*Ranunculus alpestris*) e salice reticolato (*Salix reticulata*)



*Sempervivum montanum*

può durare anche qualche settimana, reso possibile dalla maggiore durata del periodo vegetativo.

Un cenno, infine, agli stress biotici, legati ai microrganismi patogeni e ai funghi (muffe della neve). Particolarmente dannose sono le muffe, la cui crescita è favorita da periodi prolungati con temperature attorno a 0°C e dalle condizioni di permanente umidità degli strati superficiali del suolo. Si ritiene che l'elevata incidenza di specie che svernano con gemme ipogee, localizzate cioè completamente sotto la superficie del terreno, negli habitat a copertura nevosa più prolungata, sia un adattamento per evitare l'infestazione da parte delle muffe.

In definitiva, per vivere nelle vallette nivali, si richiedono tre fondamentali requisiti:

- resistenza a stress fisico-chimici ed agli agenti patogeni tipici di questi habitat
- capacità di adattamento del ciclo biologico alla durata della copertura nevosa
- produzione annua di carbonio organico sufficiente per supportare il completamento del ciclo vitale e la sopravvivenza durante "il letargo invernale" con adeguate riserve.

#### ■ Gli organismi vegetali che vivono sulla neve

Sulla superficie della neve vive una speciale flora algale che costituisce il cosiddetto "crioplancton", responsabile dei fenomeni di colorazione rossa e verde del manto nevoso.

L'entità meglio conosciuta è l'alga responsabile del fenomeno della neve rossa, il cui nome scientifico è *Chlamydomonas nivalis*, distribuita in tutto il mondo, ovunque vi sia della neve permanente. Si tratta di un'alga unicellulare che colora di un rosso lampone superfici nevose più o meno estese. A differenza delle fanerogame e di tutte le altre crittogame che vivono nella fascia nivale, quest'alga non sopravvive a temperature superiori a -4°C; inoltre le sue spore durature possono sopravvivere fino a -36°C senza subire alcun danno.

Al crioplancton appartengono anche altre specie di alghe, sia ancora del



L'alga *Chlamydomonas nivalis* è responsabile del fenomeno della "neve rossa"





*Saxifraga oppositifolia*

genere *Chlamydomonas*, che di altri generi di alghe verdi. La microflora nivale è soggetta ad un'elevatissima radiazione incidente, ricca in raggi ultravioletti, e riesce a sopravvivere a questo tipo di stress, proteggendo il delicatissimo apparato fotosintetico mediante un'intensa produzione di diverse tipologie di pigmenti schermanti fotoprotettivi.

**Gli organismi vegetali della fascia nivale.** Le piante di rocce e detriti rappresentano la quasi totalità della flora vascolare della fascia nivale. Gli unici luoghi "sicuri" per le angiosperme non rupicole, né detriticole, sono rappresentati da pendii soleggiati e da falde detritiche non troppo mobili.

Nei versanti esposti a Nord le piante vascolari possono mancare del tutto, perché anche in estate il suolo gela di frequente o la luce arriva in scarsa quantità, solo per riflessione. Anche le vallette nivali vengono meno, perché la morfologia è generalmente sfavorevole oppure, laddove è favorevole, sono presenti spesse coperture detritiche; inoltre, l'eccessiva acclività dei versanti riduce l'apporto dell'acqua di fusione nivale al suolo, il che, in combinazione con l'intensa radiazione incidente, potrebbe esporre le piante chionofile al rischio di stress idrico.

Nelle aree della fascia nivale scoperte dalla neve in estate il clima è caratterizzato da notevoli escursioni termiche circadiane, da una radiazione solare incidente che sui versanti esposti a Sud e nelle giornate serene può raggiungere valori molto elevati a causa dello spessore atmosferico più sottile, dalla notevole frequenza ed intensità dei venti.

I caratteri del clima influiscono sulla vita vegetale anche in modo indiretto, condizionando l'evoluzione del suolo e, di conseguenza, la nutrizione minerale delle piante. La pedogenesi è, infatti, rallentata dalle basse temperature ed ostacolata dai continui processi erosivi che interessano i versanti più ripidi, o si manifestano laddove più intensa risulta l'azione dei venti.

Queste condizioni ambientali spiegano il nanismo o, comunque, la piccola taglia delle piante nivali. Le dimensioni ridotte rispondono, infatti, ad una precisa strategia adattativa. Mantenersi a pochi centimetri dalla superficie del suolo può garantire sia protezione dallo stress da freddo, che temperature più favorevoli per l'accrescimento, protegge inoltre dal vento ed assicura la copertura completa da parte della neve.

Come adattamento alle condizioni ambientali estremamente severe, le piante nivali esibiscono spesso forme di crescita e adattamenti morfologici peculiari, che permettono loro il mantenimento di temperature compatibili con l'attività fisiologica, anche quando la temperatura dell'aria è molto bassa. Molte piante nivali presentano fusti e foglie provvisti di fitte pelurie che hanno la duplice funzione di limitare le perdite traspiratorie nell'aria secca e ventosa delle alte quote e di riflettere la radiazione incidente in eccesso, che

potrebbe provocare il surriscaldamento delle strutture e danneggiare l'apparato fotosintetico.

Il modello strutturale che possiamo considerare maggiormente emblematico delle strategie adattative messe in atto dalle angiosperme per sopravvivere nella fascia nivale è quello delle cosiddette piante a cuscinetto appressate al suolo. La forma a cuscinetto tende ad attenuare le estreme differenze di temperatura ed umidità che si riscontrano sui versanti soleggiati; ciò avviene per l'intensa radiazione rivolta, durante il giorno, verso l'interno del cuscinetto e, nelle notti limpide, verso l'esterno. La superficie del suolo e lo strato d'aria ad esso aderente sono, infatti, riscaldati dalla radiazione solare durante il giorno molto più di quanto ci si potrebbe aspettare sulla base della bassa temperatura dell'aria. Durante la notte, invece, il forte irraggiamento fa sì che il suolo possa gelare anche d'estate.

I cuscinetti densi consentono, inoltre, l'accumulo di residui vegetali che altrimenti verrebbero rimossi per azione dei forti venti spiranti in quota. Questi residui vengono lentamente trasformati in humus che dà ricetto sia a microrganismi, che ad invertebrati. La stessa pianta formatrice del cuscinetto trae vantaggio dall'accresciuta disponibilità di nutrienti, attraverso una massa di radici laterali e avventizie, che esplorano il suolo che essa ha contribuito a formare.

Da queste condizioni microambientali favorevoli traggono vantaggio non soltanto microrganismi ed invertebrati, ma anche altre piante vascolari, che ven-



*Saxifraga caesia*

gono per così dire "ospitate" nei cuscinetti. Secondo ricerche recenti, nei cuscinetti delle piante nivali opererebbe una sorta di meccanismo di "facilitazione", che consentirebbe la convivenza di organismi diversi all'interno di uno stesso microhabitat, abbassando la competizione interspecifica.

Sono state distinte cinque diverse tipologie morfologiche di piante a cuscinetto:

1. Cuscinetti a rosetta. Consistono in fitti gruppi di rosette ravvicinate, da cui emergono gli scapi fioriferi. Le foglie morte contribuiscono alla formazione di humus. L'accumulo di sostanza organica non è mai rilevante. Formano cuscinetti di questo tipo diverse specie di sassifraghe e di semprevivi (genere *Sempervivum*).
2. Cuscinetti striscianti. Sono formati da rosette appiattite che si espandono in superficie con rami laterali, che possono essere staccati dai movimenti del suolo per crioturbazione. I frammenti di rami staccati contribuiscono alla riproduzione per via vegetativa. Questi cuscinetti accumulano solo un sottile strato di humus. Come esempio possiamo citare alcune specie di sassifraghe come la sassifraga a foglie opposte (*Saxifraga oppositifolia*) e la sassifraga brioides (*Saxifraga bryoides*).
3. Cuscinetti cespitosi. Hanno aspetto "a cespo" arrotondato. Sono caratterizzati dal fatto che la radice principale e il vecchio germoglio durano in vita un anno. L'apparato radicale è formato da una massa di radici avventizie che attraversa una spessa coltre di humus, che si forma per decomposizione



Cuscinetto di *Silene acaulis* e, accanto, una fioritura di *Dryas octopetala*





*Androsace hausmanni*

delle parti morte all'interno del cuscinetto. Come esempio possiamo citare la carice rigida (*Carex firma*).

4. Cuscinetti radiali piatti. Differiscono dai precedenti per il fatto che la radice principale rimane in vita più a lungo ed ancora il cuscinetto a maggiore profondità. Rispondono a questo modello la silene a cuscinetto (*Silene acaulis*) e la minuartia sedoide (*Minuartia sedoides*).
5. Cuscinetti emisferici. I loro germogli, strettamente aderenti, formano una struttura rigida e compatta, la cui forma emisferica dipende dal fatto che la lenta crescita apicale si accompagna ad un'altrettanto lenta crescita laterale. Di solito queste piante si ancorano al substrato con una radice principale lignificata e lungamente ramificata. Si tratta della tipologia che consente una migliore protezione contro lo stress idrico e frequentemente si adatta all'ambiente di rupe. Presentano questo modello diverse specie rupicole del genere *Androsace*, tra cui l'*androsace emisferica* (*Androsace helvetica*).

La sottofascia nivale superiore è il regno dei muschi e, soprattutto, dei licheni. Anche tra i muschi alcune specie assumono un habitus a cuscinetto. Tra le specie muscinali che risalgono più in alto possiamo citare *Polytrichum piliferum*, *Grimmia donniana* e *Racomitrium lanuginosum*. I licheni altonivali sono principalmente crostosi e fogliosi ed appartengono soprattutto ai generi *Rhizocarpon*, *Umbilicaria*, *Parmelia* e *Lecidea*.

### ■ Specie vegetali e loro limite superiore di vita

Fin dai primi decenni del secolo scorso, alcuni botanici con inclinazioni alpinistiche sono andati alla ricerca dei limiti altitudinali superiori di vita delle piante vascolari. Queste ricerche hanno interessato principalmente le Alpi austriache e quelle svizzere. Gli studi compiuti nelle Alpi austriache hanno dimostrato che solo tre specie riuscivano a superare i 3500 m di quota: la festuca di Haller (*Festuca halleri*), la festuca rossa (*Festuca rubra* s.l.) e la fienarola ciondola (*Poa laxa*).

Nelle Alpi svizzere le piante vascolari raggiungono quote superiori; ben 5 specie, infatti, superano i 3800 m di quota: la sassifraga a foglie opposte (*Saxifraga oppositifolia*), la sassifraga solcata (*Saxifraga exarata*), la sassifraga brioides (*Saxifraga bryoides*), l'*androsace dei ghiacciai* (*Androsace alpina*) e il ranuncolo glaciale (*Ranunculus glacialis*). Quest'ultima specie ha detenuto, per molto tempo, il record altitudinale, essendo stata rinvenuta a 4276 m di quota sulla vetta del Finsteraarhorn nelle Alpi bernesi. Recentemente, questo primato è stato superato dalla sassifraga a due fiori (*Saxifraga biflora*), ritrovata nel gruppo dei Mischabel, sul versante svizzero delle Alpi Pennine, a 4450 m di altitudine.



## Aspetti faunistici

STEFANO VANIN · ADRIANO ZANETTI

87

### ■ Animali e neve

La presenza al suolo di neve e ghiaccio è un fattore di grande rilievo per gli animali e limita fortemente la struttura e la composizione delle faune. La biodiversità negli ambienti di alta quota, lungamente o quasi perennemente innevati, è bassa a causa soprattutto dei valori della temperatura media e della scarsa disponibilità di vegetazione. Neve e ghiaccio svolgono tuttavia un ruolo importante negli ambienti in cui permangono a lungo soprattutto per la capacità di attenuare le escursioni termiche al suolo e di fungere da riserva d'acqua che viene rilasciata in maniera lenta e prolungata. La presenza dei ghiacciai è stata determinante nei fenomeni di speciazione (cioè di formazione di nuove specie) e ha contribuito a diversificare le faune di distretti geografici contigui.

In Italia sono molti gli ecosistemi e le condizioni ambientali in cui la neve e il ghiaccio rivestono o hanno giocato un ruolo importante per la fauna.



L'alternanza fra roccia e neve caratterizza le alte quote montane

**Adattamenti al freddo e alla neve.** Nella regione alpina l'altitudine è il fattore determinante per i parametri fisici e meteorologici che condizionano la possibilità di sopravvivenza di animali e piante; da essa dipendono altri parametri quali: la temperatura, la pressione atmosferica, l'umidità relativa, la forte radiazione luminosa, la presenza di venti e la copertura nevosa. Questi fattori non sono indipendenti, ma legati tra loro da complessi rapporti di causa ed effetto. La temperatura atmosferica nelle Alpi tende a diminuire di circa 7°C ogni 1000 metri. Anche se le precipitazioni in alta montagna sono abbondanti, l'umidità relativa è generalmente bassa a causa dell'alto tasso di evaporazione. La lim-

Stambecco (*Capra ibex*)



pidezza dell'aria determina poi una diminuzione della capacità di filtrare la radiazione solare. Fondamentale, nel paesaggio d'alta montagna, è la copertura nevosa, che nell'Arco Alpino, al di sopra dei 2700 metri, assume carattere di neve permanente. Anch'essa influisce su importanti fattori ecologici quali la temperatura del suolo e dell'aria, la formazione di correnti, il riverbero e l'umidità, che a loro volta hanno effetti sulla struttura delle biocenosi.

Oltre ai fattori fisici, sopra elencati, vanno considerati anche i fattori biologici che non sono indipendenti dai primi. La grande scarsità di piante influenza direttamente le variabili fisiche del sistema in quanto vengono a mancare gli effetti tampone esercitati dalla vegetazione.

I fattori biotici che maggiormente influenzano la vita degli artropodi negli ambienti nivali sono la scarsità di risorse trofiche e l'isolamento. Per le specie legate agli ambienti più estremi come la superficie della neve e del ghiaccio, le risorse alimentari, infatti, sono alquanto irregolari e localizzate soprattutto nelle zone di margine dove si accumula la materia organica. Tali risorse costituite in massima parte da pollini, spore di funghi, semi, piccoli invertebrati e frammenti di origine vegetale e animale sono trasportati in alta quota dai venti e dalle correnti ascensionali provenienti dal fondovalle. Una fonte alimentare non trascurabile è costituita inoltre dalle alghe unicellulari e dai funghi che si sviluppano sul manto nevoso. Le risorse alimentari oltre ad essere scarse sono disponibili solo per un ridotto periodo dell'anno, data la breve durata della stagione estiva.



Monte Bianco (Val d'Aosta)

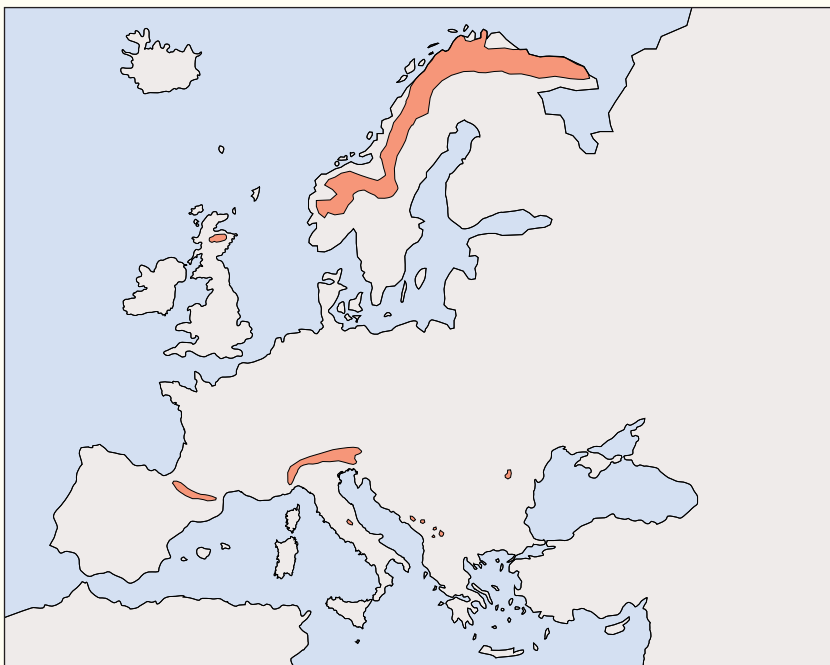
Gli artropodi che vivono in questi habitat hanno sviluppato una serie di adattamenti in risposta all'insieme dei fattori fisici e biologici di questi ambienti. I caratteri tipici, che indicano una specializzazione all'alta montagna ed in particolare alla regione nivale, sono la riduzione delle dimensioni del corpo, la riduzione o perdita delle ali, il melanismo, la petrofilia, cioè la tendenza a vivere sotto le pietre, le abitudini ed i cicli di vita particolari e la resistenza alle basse temperature. Si osserva, inoltre, negli insetti degli ambienti nivali, un alto grado di idrofilia (ovvero la tendenza a vivere in presenza di una elevata umidità come si può trovare in prossimità di stillicidi, pozze e ruscelli) e di stenotermia. Questi organismi, infatti, tollerano escursioni termiche molto ristrette.

A basse e medie altitudini, le specie presentano una grande variabilità di dimensioni; al contrario, in alta quota, l'ampiezza della variabilità è bassa. Si nota in generale una tendenza alla riduzione della taglia del corpo. Le dimensioni sono, in questi casi, un compromesso tra l'ottimizzazione della taglia in funzione del poco tempo disponibile per lo sviluppo e la necessità di raggiungere dimensioni tali da poter utilizzare al meglio le risorse trofiche. La riduzione della taglia permette a questi organismi di utilizzare alcuni spazi, sotto i sassi o fra le fessure, in cui le condizioni microclimatiche sono più favorevoli.

Tra gli artropodi si nota, inoltre, un aumento della frequenza percentuale di specie dalla colorazione scura all'aumentare dell'altitudine. Tale pigmentazione è correlata alla necessità di protezione contro la forte radiazione ultravioletta. Contemporaneamente, queste colorazioni permettono un assorbimento di



Maiella (Abruzzo)

Larva di *Zygaena exulans*Adulto di *Zygaena exulans*L'areale di *Zygaena exulans* è un tipico esempio di distribuzione boreoalpina

calore che viene poi lentamente rilasciato durante la notte. Tipici a questo riguardo sono i casi di melanismo dei lepidotteri che vivono sulle catene montuose himalayane.

Un ruolo selettivo fondamentale per la perdita della capacità di volare e per la riduzione delle ali è giocato infine dal vento e dal freddo uniti alla forte specificità di certi biotopi per lo sviluppo larvale. Sono un esempio di questo fenomeno alcuni ditteri tipulidi, le cui larve si sviluppano nelle torbiere d'alta quota e il chironomide *Diamesa steinboeckii* la cui larva è stenoterma e si sviluppa solo in acque particolarmente fredde derivanti dallo scioglimento di ghiacciai e nevai. Molti coleotteri carabidi ed altri predatori della fauna nivale presentano abitudini di caccia notturne per evitare la disidratazione durante il giorno ed impedire a loro volta di essere predati. Per lo stesso motivo molte specie trovano il loro habitat ideale sotto i sassi e tra le rocce, dove umidità e temperatura sono costanti e più elevati rispetto all'ambiente esterno.

Gli organismi che vivono nella regione nivale hanno sviluppato una serie di adattamenti fisiologici e biochimici che permettono loro di vivere a basse temperature, spesso al di sotto dello zero. Da un punto di vista fisiologico, gli insetti che vivono in ambienti in cui il freddo è fattore di selezione si dividono in specie in grado di evitare la formazione di cristalli di ghiaccio al proprio interno e in specie in grado di tollerare il parziale congelamento dei liquidi extracellulari. Talvolta individui della stessa specie mostrano una tolleranza alle basse temperature che varia a seconda dell'area geografica e delle condizioni ambientali, presentando entrambe le strategie. I danni dovuti al freddo si riflettono a più livelli e variano in relazione alla durata dell'esposizione. Un abbassamento della temperatura al di sotto del punto di congelamento, che si trova a circa  $-0,5^{\circ}\text{C}$  negli animali terrestri, a livello microscopico provoca delle variazioni nelle membrane cellulari, la denaturazione temporanea o totale delle proteine, con conseguenze a livello strutturale e metabolico e modifica le proprietà di molti enzimi che hanno intervalli di temperatura specifici entro cui sono attivi. Tutto questo si riflette, a livello macroscopico, nella riduzione della respirazione e, parallelamente, nel rallentamento dei movimenti, portando a una fase chiamata stupore, o nell'assenza di movimento, alla fase di coma da freddo. Sono situazioni che vengono sopportate per periodi di tempo che vanno da pochi minuti, nelle specie non adattate al freddo, fino a molti mesi, in quelle che lo sono, dopo di che sopraggiunge la morte dell'organismo.

Le specie sensibili al congelamento resistono al freddo ma non tollerano la formazione di ghiaccio nei propri tessuti. Appartengono a questa categoria collemboli e acari, ma anche molti insetti. La loro strategia è volta ad abbassare il punto di congelamento dei liquidi corporei e ad impedire la formazione di ghiaccio. La capacità di abbassare il punto di congelamento è assicurata da numerose sostanze solubili in acqua che vengono sintetizzate in quantità ele-



vata durante la stagione fredda, tanto da rappresentare il 20% del peso corporeo dell'intero animale. Tra queste troviamo il glicerolo, il trealosio, il sorbitolo, gli aminoacidi liberi, come la prolina, e varie proteine antigelo. In alcuni insetti e ragni la presenza di tali sostanze porta ad abbassare di 5-6°C il punto di congelamento dei liquidi corporei. Questi organismi, inoltre, eliminano o mascherano i possibili punti di nucleazione, ovvero i centri presenti nel corpo attorno ai quali si possono formare i cristalli di ghiaccio (batteri, cibo, ecc.), cessando di alimentarsi oppure svuotando il tubo intestinale.

Le specie tolleranti invece possono sopportare la formazione di ghiaccio nei liquidi extracellulari. Appartengono a questa categoria diversi gruppi di animali, come qualche rana e alcuni insetti. Anche nelle specie tolleranti sono presenti sostanze crio-protettive (glucosio, sorbitolo, trealosio, ecc.) la cui funzione è quella di controllare la dimensione e la crescita dei cristalli di ghiaccio.

### ■ Vita con la neve: gli invertebrati dell'inverno

Sebbene sulla coltre nevosa si possano osservare numerose specie di aracnidi, collemboli e insetti bloccate occasionalmente dal freddo o dalle nevicate precoci, esistono alcune specie caratteristiche che vivono regolarmente in questo ambiente. Gli animali che sono attivi durante l'inverno si possono trovare sotto, sopra o tra la neve. Alcuni di essi, come ciliati, rotiferi e collemboli, possono nutrirsi di microrganismi che vivono sopra o sotto la sua superficie. La produttività microorganica costituisce perciò il primo gradino della catena alimentare che si instaura durante l'inverno nelle zone coperte dalla neve. I livelli ecologici superiori della catena sono costituiti da invertebrati quali ad esempio acari e ragni, ma anche da vertebrati come uccelli e micromammiferi che nella stagione fredda ampliano le loro preferenze alimentari.

I collemboli, che con gli acari sono gli artropodi più tolleranti verso il freddo, spesso determinano con la loro presenza massiva colorazioni della neve che vanno dal nero viola al rosso a seconda delle specie presenti. Per potersi muovere agilmente tra i cristalli di neve alcune specie, come ad esempio *Isotoma hiemalis*, mettono in atto un cambiamento morfologico delle loro appendici motorie tra l'estate e l'inverno. Tale fenomeno, chiamato cicломorfosi, consente all'animale di muoversi sulla superficie nevosa; in primavera, con la scomparsa della neve, si ritorna alla condizione originaria.

Numerosi esemplari di collemboli si possono trovare nella neve che circonda i tronchi degli alberi e gli steli degli arbusti. I collemboli, come pure gli altri invertebrati attivi durante l'inverno, utilizzano queste zone di fessurazione del manto nevoso per passare dallo spazio sottonivale alla superficie della neve. Nello spazio sottonivale, intendendo con questo termine lo spazio di 3-5 cm che si crea, a causa delle irregolarità del terreno e per la presenza di frammenti vege-

tali, tra il suolo e la coltre nevosa, le condizioni microclimatiche sono del tutto indipendenti da quelle esterne. La neve costituisce infatti un ottimo isolante. Al di sotto di 20 cm di neve fresca, la temperatura è costante e prossima allo zero, l'umidità è elevata e non sono presenti movimenti d'aria, al contrario di quanto avviene all'esterno dove le temperature possono scendere anche sotto i -30°C, l'umidità è bassa e sono presenti forti venti. Sotto la neve comunque la composizione dell'aria è la stessa di quella dell'esterno e quindi la presenza di ossigeno è garantita.

I collemboli attivi sia sopra che sotto il manto nevoso sono predati da numerose specie di ragni, attivi anch'essi durante l'inverno in entrambi gli ambienti, sia come adulti che come stadi giovanili. La maggior parte di questi ragni appartiene alla famiglia dei linifiidi, che nel genere *Lepthyphantes* annovera anche numerose specie endemiche delle Alpi.

Alle numerose specie di chironomidi che escono dalle acque durante l'inverno si accompagnano, sia sulle Alpi che sull'Appennino, anche alcune specie di plecoteri. Numerosi sono gli insetti attivi sopra e sotto il manto nevoso; i più conosciuti sono quelli appartenenti al genere *Chionea* tra i ditteri e al genere *Boreus* tra i mecoteri. Prima di entrare in dettaglio su questi due generi, entrambi caratterizzati da una evidente riduzione delle ali, è opportuno ricordare che sul manto nevoso si possono incontrare anche numerosi esemplari di mosche appartenenti alle famiglie dei foridi, degli sferoceridi con alcune specie invernali e dei tricoceridi con solo specie autunnali o invernali.



Accumuli di neve permangono alle quote maggiori anche in estate (Gran Paradiso, Val d'Aosta)



Un dittero tricoceride

Alle prime due famiglie appartengono specie di piccole dimensioni, normalmente di qualche millimetro, dalla colorazione scura e le cui larve si sviluppano su materia organica in decomposizione, sia di origine animale che di origine vegetale.

Se disturbati gli esemplari di specie appartenenti a queste due famiglie cercano velocemente riparo tra gli

interstizi e le fessure della neve. Ai tricoceridi, presenti in Italia con il solo genere *Trichocera*, appartengono invece esemplari caratterizzati dalle esili zampe e dalle lunghe ali.

Ai limoniidi appartiene il genere *Chionea* il cui nome, derivato dal greco, significa "nivale". Tale genere è presente in Italia con tre specie: *C. alpina*, *C. araneoides* e *C. lutescens*. In questo genere le ali si sono trasformate in piccole scaglie, più piccole degli stessi bilancieri, che nei ditteri sono quel che rimane del secondo paio alare, e le zampe sono robuste. Il caratteristico modo di camminare, simile a quello dei ragni, ha determinato il nome *araneoides* attribuito a una specie di *Chionea*. Un tempo si pensava che questi ditteri fossero attivi solo sul manto nevoso, ma essi sono stati ritrovati anche al di sotto di esso, nelle tane di micromammiferi, nelle grotte e, occasionalmente, nelle cantine e depositi di alimenti. Le larve, ancora poco conosciute, si nutrono di sostanza organica in decomposizione, soprattutto di origine vegetale.

I piccoli *Boreus*, dai caratteristici colori metallici, sono spesso associati ai muschi. Gli adulti sono attivi esclusivamente durante i mesi invernali e si trovano abbondanti quando la temperatura è compresa tra gli 0 e i +2°C. Le femmine di questo genere hanno delle ali sottili e sclerotizzate mentre nei maschi esse sono modificate in lunghe appendici utilizzate per la copula. Se disturbati gli esemplari possono spiccare lunghi balzi e poi cadere in uno stato di morte apparente, chiamato tanatosi, al fine di non farsi individuare da eventuali predatori. Spesso maschi e femmine, anche durante gli accoppiamenti, si possono trovare in gran numero negli ultimi residui di neve durante l'inizio della primavera, soprattutto in boschi di latifoglie o in radure in prossimità di questi.

Oltre a queste specie talvolta si possono incontrare attivi sul manto nevoso, soprattutto nelle ore notturne o verso sera, esemplari giovani di forficule, mentre nelle ore più calde risultano abbondanti le larve dei coleotteri cantaridi. Sotto al manto nevoso si muovono, oltre a numerosi acari, anche alcuni pseudo-scorpioni, la cui biologia non è però ben conosciuta.

## ■ Ghiacciai e biodiversità

Il naturalista che percorre le grandi vallate alpine solcate dai fiumi alimentati dai ghiacciai non fatica a scorgere sulla roccia i segni di antiche lingue glaciali ben più estese di quelle attuali, che sono peraltro in fase di rapida regressione. Il profilo della valle, le rocce montonate o levigate su cui spesso antichi popoli hanno lasciato le loro enigmatiche incisioni rupestri, sono tutti segni lasciati dai poderosi ghiacciai quaternari che, in un susseguirsi di fasi di espansione e di ritiro, nell'ultimo milione di anni si sono originati e sono spariti a causa delle variazioni del clima, in un'alternarsi di fasi calde-secche e fredde-umide. Anche il popolamento animale dell'area ha seguito le vicissitudini climatiche dell'ambiente e senza dubbio i segni lasciati dalle glaciazioni sulle faune sono molteplici. Vederli e comprenderne le cause tuttavia non è facile perché gli animali, a differenza delle rocce, si possono spostare attivamente per colonizzare nuovi territori o per sfuggire a condizioni sfavorevoli, nei tempi lunghi evolvono e speciano, cioè danno origine a più specie a partire da una, e infine possono estinguersi.

La zoogeografia, che è la scienza che studia e interpreta la distribuzione geografica delle specie animali, ha cercato a lungo di spiegare gli areali attuali di molte specie come effetto delle glaciazioni; anche se talvolta tale relazione è stata sopravvalutata, l'impianto di base di questa concezione è tuttora valido.



Le Alpi durante la glaciazione würmiana: in azzurro la massima espansione glaciale, in tratteggio il limite della catena alpina ed in marrone le aree di rifugio al bordo o esterne alla catena montuosa o interne ad essa (Nunatakker, in marrone scuro)





Un ghiacciaio del Massiccio del Monte Bianco (Val d'Aosta)

Durante gli acmi glaciali gran parte della catena alpina ospitava estesi ghiacciai che solcavano le valli fino a quote elevate, anche oltre i 2000 m nelle aree più interne. La vita animale che poteva permanere in simili condizioni era estremamente ridotta. Soltanto ai margini della catena, dove lo spessore dei ghiacci era minore, aree poco estese e isolate tra loro, i cosiddetti "massicci di rifugio", potevano essere scoperte e mantenere una certa diversità biologica in comunità animali sostanzialmente pioniere; in questi ambienti poterono permanere anche elementi molto antichi, di origine terziaria. Questo era favorito dal fatto che la maggioranza dei rilievi prealpini delle Alpi centro-orientali è di tipo carbonatico: essi sono cioè formati in prevalenza da calcari e da dolomie che, grazie alla struttura e al chimismo della roccia, possono dare origine a suoli ricchi di microcavità adatti alla vita endogea. Questa condizione di isolamento in massicci di rifugio ha dato origine al fenomeno dell'endemismo.

La catena alpina è estremamente ricca di specie animali endemiche, che vivono cioè solo in questa area, ma tali specie sono particolarmente numerose ed hanno areali particolarmente ristretti proprio nelle aree prealpine. Generi di coleotteri come *Trechus* (carabidi) e *Leptusa* (stafilinidi) sono frammentati in un numero elevato di entità diverse che i sistematici distinguono come specie o sottospecie. Nell'intero Alto Adige, ad esempio, territorio di grandi dimensioni ricchissimo di rilievi montuosi e di ambienti ben conservati, sono note solo 4 specie del genere *Leptusa* endemiche delle Alpi, mentre sono 9 quelle conosciute del solo Pizzo Arera nelle Prealpi Bergamasche, 9 quelle del Monte Baldo nel Veronese e ancora 9 quelle dell'area del Cansiglio-Monte Cavallo nelle Prealpi Orientali.

Il ritiro dei ghiacci al termine dell'ultima glaciazione, tra 15000 e 10000 anni fa, fu determinante per dare origine a un altro modello di distribuzione geografica, quello boreoalpino, che si può attribuire a circa 200 specie animali presenti sulle Alpi e, in numero molto minore, sugli Appennini. Esso si realizza attraverso areali disgiunti, cioè divisi in due o più parti separate da ampi territori in cui la specie in questione è assente.

Le specie boreoalpine popolano oggi le estreme latitudini nordiche dell'Europa e, spesso, anche dell'America Settentrionale, per poi ritrovarsi nelle grandi catene montuose del Sud (in particolare Pirenei, Alpi, Appennini, Carpazi, rilievi balcanici e Caucaso). In questi casi si può pensare che esse occupassero durante le glaciazioni areali continui a sud del fronte glaciale settentrionale, e che poi, al ritirarsi dei ghiacci, li abbiano seguiti frammentando così l'areale. Le specie boreoalpine non sono attualmente confinate solo ai massicci di rifugio prealpini, ma si rinvencono spesso anche nella zona assiale delle Alpi, dove sono più frequenti gli habitat con notevoli analogie con le tundre polari. Talune di queste specie sono attualmente presenti in tutta la catena alpina, altre sono



Pernice bianca (*Lagopus mutus*)

confinare in singole stazioni isolate: vanno ricordati a tale proposito come ampiamente diffusi due vertebrati boreoalpini, la pernice bianca (*Lagopus mutus*) e la lepre alpina (*Lepus timidus varronis*) e, tra i numerosi casi di boreoalpini con distribuzione puntiforme sulle Alpi, il coleottero stafilinide *Mannerheimia arctica*, noto attualmente in due sole località nelle Alpi italiane. L'isolamento geografico tra le popolazioni nordiche e quelle alpine, anche se piuttosto recente, porta spesso a fenomeni microevolutivi.

### ■ Importanza dei ghiacciai nell'ambiente nivale

**Vita sui ghiacciai.** I ghiacciai costituiscono un importante elemento dell'ambiente d'alta quota contribuendo a condizionare sia i parametri fisici che quelli biologici. La presenza dei ghiacciai costituisce anche nelle Alpi, come già dimostrato in studi condotti sull'Himalaya, l'incipit dell'ecosistema a valle. L'ingente volume di acqua che viene rilasciata durante lo scioglimento trascina con sé la componente organica che su di essa si è depositata per apporto eolico, o vi si è sviluppata (batteri, microalghe, funghi). Il contributo che il ghiacciaio dà all'intero ecosistema d'alta quota prima, e alla fascia sottostante poi, non è quindi dovuto al solo apporto idrico, ma anche alla sostanza organica che nelle sue acque è disciolta e che viene già utilizzata nei

primi metri dalle larve dei chironomidi. A seconda poi dei substrati sui quali le acque di scioglimento transitano o vanno ad accumularsi, si svilupperanno ecosistemi differenti. La sostanza organica presente sui ghiacciai e sulle nevi d'alta quota è costituita sia da frammenti vegetali ed animali che da molecole azotate che la neve accumula durante la sua formazione e deposizione. La presenza di una pellicola d'acqua sulla superficie del ghiaccio permette lo sviluppo di alghe unicellulari e funghi che costituiscono il primo elemento della catena trofica sul ghiaccio. Tali organismi, comunque, una volta dilavati vanno a costituire il *plabulum* dei filtratori che vivono nei torrenti glaciali.

L'ambiente nivale, la cui posizione altitudinale è estremamente variabile a seconda dei complessi montuosi, dei versanti e delle particolari strutture oro-



Fascia nivale-glaciale nelle Alpi Pennine (Val d'Aosta)



grafiche, è costituito da un sistema ambientale a mosaico in cui si alternano zone innevate di diversa dimensione e durata, substrati morenici, lastre di roccia, lembi di ghiacciaio, ruscelli e pozze. Buona parte della "vita" di questi ecosistemi dipende quindi dai ghiacciai e dalle macchie di neve. Nelle nostre montagne non sono noti animali, invertebrati o vertebrati, che vivano esclusivamente sulla superficie dei ghiacciai, cosa che succede invece in altri complessi montuosi come ad esempio per alcuni chironomidi sui ghiacciai tibetani.

**Animali dell'ambiente nivale.** Nel linguaggio comune, ma talvolta anche in testi di ecologia e zoologia, il concetto di "ambiente nivale" viene associato a situazioni ambientali molto diverse.

L'aggettivo "nivale" fa riferimento ad un fattore fisico, la presenza di neve indipendentemente dall'altitudine o dalla stagione. La neve è un fattore rilevante per la fauna, almeno per i piccoli animali, negli ambienti in cui una copertura di 15-25 cm persiste per almeno 2-8 settimane all'anno. Ciò accade in gran parte della catena alpina e in vaste aree appenniniche. Nella maggior parte dei casi, tuttavia, la presenza di neve è una condizione stagionale che non basta da sola a caratterizzare un habitat. L'aggettivo nivale viene quindi riservato a due unità ambientali dominate dal fattore neve e solo in piccola parte coincidenti. Viene definita "orizzonte o piano nivale" la fascia vegetazionale che si trova al di sopra del limite degli alberi, con variazioni di quota a seconda dell'esposizione e della longitudine. A queste quote le forme di vita animali e



Cervo (*Cervus elaphus*)

vegetali sono poco numerose e sono condizionate dalle basse temperature e dalla persistenza della neve. L'innevamento a sua volta dipende da caratteristiche del terreno, quali la pendenza e l'esposizione, e dall'esistenza di particolari zone di accumulo come valioni e canaloni. È possibile, inoltre, parlare di "terreni nivali" per quelle zone in quota in cui la neve permane fino all'estate, sotto forma di chiazze che occupano suoli a scarsa pendenza, soprattutto in conche riparate ("vallette nivali"). Questo è un habitat particolarmente significativo sulle Alpi e, in modo più limitato, sugli Appennini, poiché ospita associazioni vegetali ben definite popolate da comunità animali ben caratterizzate. La trattazione

della fauna nivale farà riferimento soprattutto a questo ambiente, che è frequente nell'orizzonte alpino e in quello nivale inferiore. Verranno comunque presi in considerazione anche l'habitat dei terreni innevati, anche al di fuori degli ambienti "nivali" fin qui definiti, quello della superficie di ghiacciai e nevali, e inoltre quello dei terreni recentemente scoperti dai ghiacciai in fase di ritiro. Il termine "perinivale" verrà utilizzato per definire i microhabitat presenti attorno alle macchie nivali e ai ghiacciai sia della regione nivale propriamente detta che nel piano alpino.

Il termine "valletta nivale" è stato coniato dal naturalista svizzero Oswald Heer ed è entrato nella letteratura naturalistica nel XIX secolo. Il termine indica i biotopi di quota in cui scarsa pendenza, andamento dolcemente concavo del terreno ed esposizione a nord o comunque poco soleggiata concorrono a favorire una lunga permanenza della neve al suolo. In essi due fattori condizionano in maniera opposta la fauna, in particolare quella ad invertebrati. Da una parte la brevità del periodo in cui il suolo è scoperto riduce il periodo di attività degli animali che in questo ambiente dura da uno a quattro mesi. Dall'altra il permanere della neve mitiga l'aridità estiva e in inverno la temperatura del suolo rimane a lungo prossima agli 0°C. Inoltre al di sotto della coltre nevosa l'abbondante biomassa di vegetali marcescenti, spesso smossi ed accumulati dall'attività di micromammiferi, soprattutto l'arvicola delle nevi (*Chionomys nivalis*), permette lo sviluppo di molti microrganismi, in particolare mixomiceti. Materiali vegetali in decomposizione e microrganismi forniscono



Fringuello alpino in una bufera di neve



La complessità paesaggistica della fascia nivale

no il pabulum ad una rete alimentare complessa, tanto che le vallette nivali sono in genere gli ambienti di quota con maggiore biodiversità.

I botanici individuano due comunità vegetali caratteristiche di questi ambienti, quella dei terreni nivali su rocce silicee (*Salicetum herbaceae*) e quella su rocce carbonatiche (*Salicetum retuso-reticulatae*). Anche le

comunità animali risentono della struttura chimica della roccia madre, soprattutto per la diversa permeabilità dei suoli che incrementa l'aridità in superficie dopo lo scioglimento della neve sulle dolomie e ancor più sui calcari, ma che d'altra parte determina la presenza di microfessure profonde che costituiscono l'habitat di numerose specie endogee. Altri fattori come il pH del suolo (debolmente acido su silice, quasi neutro su calcare), importanti per le piante, sono meno vincolanti per gli animali.

Dal punto di vista zoologico, l'ambiente di valletta nivale non è del tutto sovrapposto a quello individuato dai botanici, ma si estende spesso a unità vegetazionali contigue a quelle a salici nani, soprattutto a curvuleti su silice e a firmeti e seslerio-sempervireti su rocce carbonatiche. La presenza di argille, che aumentano la ritenuta idrica, può determinare un prolungamento delle condizioni favorevoli alla permanenza delle specie perinivali, soprattutto di quelle epigee di superficie, dopo lo scioglimento della neve. È stata osservata inoltre una differenziazione altitudinale tra le comunità nivali del piano alpino inferiore e superiore. Ciò si verifica soprattutto su rocce silicee, dove le vallette nivali occupano un ambito altitudinale molto ampio per la maggiore altezza media dei rilievi silicei sulle Alpi.

## ■ Invertebrati

Tutti i gruppi zoologici terrestri ed alcuni acquatici o semiacquatici sono rappresentati nell'ambiente alpino, in quello nivale propriamente detto e in quello perinivale. La trattazione verrà ristretta tuttavia alle specie che abbiano relazioni più definite col fattore neve, che siano cioè allo stesso tempo legate alle alte quote e che prediligano ambienti umidi e freddi come le vallette nivali. Si trascureranno quei gruppi che siano tendenzialmente xerofili ed eliofili, cioè amanti del secco e dell'intensa insolazione, come ad esempio, tra gli insetti, gli ortotteri (cavallette), gli eterotteri (cimici) e i dermatteri (forficule), e quelli ad ampia valenza ecologica per i quali l'ambiente perinivale costituisce un habitat occasionale.

## Bianchi come la neve

Adriano Zanetti

Confondere la propria immagine con l'ambiente è una strategia di difesa e, talvolta, anche di attacco, molto usata nel regno animale. Si usa spesso per questo adattamento il termine di mimetismo criptico, dovuto a omomorfia (somiglianza di forme) o ad omocromia (somiglianza di colore), che si deve associare a particolari comportamenti tra i quali il più comune è l'immobilità sul substrato. Sulla bianca superficie della neve dove l'uniformità è il carattere dominante, questo mimetismo si manifesta essenzialmente come omocromia, cioè con colorazioni bianche. Il mimetismo è diffuso fra tutti gli animali, e gli artropodi, ragni e insetti in particolare, sono maestri in questo.

Un altro tipo di mimetismo è quello batesiano che ha uno scopo difensivo e si basa sulla convergenza verso modelli cromatici simili a quelli di specie dotate di difese particolarmente efficienti. Si spiega in questo modo la somiglianza, ad esempio, di molte mosche con api e vespe.

Gli insetti che frequentano la superficie della neve, tuttavia, non si nascondono con colorazioni bianche, e spiccano nettamente sul substrato. Le colorazioni bianche sono invece una prerogativa di molti vertebrati che frequentano ambienti a lungo innevati. In Europa i casi più vistosi si verificano in specie delle terre polari come l'orso bianco (*Ursus maritimus*), la volpe artica (*Alo-*

*pex lagopus*) e la civetta delle nevi (*Nyctea scandiaca*), ma esistono anche casi relativi a specie presenti nelle catene montuose dell'Europa meridionale. Il colore bianco si presenta allora come variazione stagionale, ma può essere associato anche a una variazione geografica. La pernice bianca (*Lagopus mutus*) e l'ermellino (*Mustela erminea*, vedi foto) sono scuri d'estate e bianchi d'inverno in tutto il loro areale, mentre la pernice bianca nordica (*Lagopus l. lagopus*) del Nord Europa muta di colore, ma in Scozia e Irlanda (*Lagopus l. scoticus*) è scura in tutte le stagioni.

Fenomeni analoghi si verificano nella lepre alpina (*Lepus timidus*), che varia di colore in gran parte del suo areale (Europa Settentrionale e Alpi, ove è presente *L. t. varronis*), ma che lo fa solo parzialmente in Scozia e nei boschi della Scandinavia e rimane scura tutto l'anno in Irlanda e nelle isole Fär Oër. Anche la donnola (*Mustela nivalis*), diffusa in tutta Europa, in alta montagna e nelle regioni nordiche può presentare colorazione invernale bianca. Il colore bianco nelle specie di quota può avere un significato adattativo diverso da quello criptico. Il pelo bianco infatti è più ricco al suo interno di spazi microscopici riempiti di aria che migliorano l'isolamento termico dell'animale. Questo potrebbe spiegare la colorazione bianca di specie non minacciate da predatori.



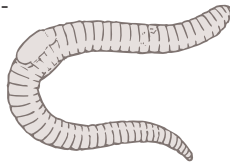


**Platelminti, nematodi, rotiferi e anellidi.** Sebbene per molti anni si fosse ipotizzata l'assenza nei suoli della regione nivale dei vermi piatti, i platelminti, alcune ricerche, condotte alla fine degli anni '50, hanno messo in evidenza la presenza di alcuni di essi a quote superiori ai 3000 m. Almeno tre specie, di cui una sola descritta, *Acrochordonoposthia ramolia*, sono state infatti isolate su suoli provenienti dalla Ötztal, in presenza di *Saxifraga opacifolia*.

Nei suoli primitivi, tra le piante a cuscinetto e tra i muschi si possono trovare anche alcune specie di nematodi e di rotiferi che dimostrano una elevata resistenza sia alle basse temperature che all'essiccamento. Queste specie utilizzano una dispersione anemocora, ovvero vengono trasportate dal vento, per colonizzare nuovi substrati.

Alcuni nematodi sono inoltre parassiti delle larve acquatiche dei chironomidi diamesini. Le specie segnalate nel suolo della regione nivale delle Alpi orientali appartengono ai generi *Dorylaimus*, *Mononchus*, *Plectus*, *Teratocephalus* e *Tylenchus*.

Tra gli anellidi, la specie segnalata delle quote più elevate è *Dendrobaena octaedra* (vedi disegno), ritrovata nella Zillertal (Austria) a circa 3000 metri. Esempari appartenenti ad anellidi enchitreidi sono comunque stati segnalati nel terreno sotto piante a cuscinetto fino a 3400 metri sulle Alpi centrali.



*Arianta chamaeleon*

**Molluschi.** Il genere *Arianta* costituisce un interessante esempio di molluschi legati all'ambiente nivale: *Arianta arbustorum* e *A. stenzielii*, specie di una certa dimensione, presentano una distribuzione alpina più ampia, mentre solamente nelle Alpi sud-orientali è presente anche *A. chamaeleon*, specie attiva anche sulla neve.

Sono poi presenti negli ambienti nivali alcuni generi di vitrinidi rari, caratteristici degli ambienti nivali, quali *Semillimax*, *Eucobresia* e *Phenacolimax* dai bellissimi nicchi traslucidi di ridotte

dimensioni, e alcune specie dei generi *Vitrea* e *Daudebardia* tra gli zonitidi. Tra le limacce qualche milacide si spinge a quote molto elevate e si rinviene sotto i sassi dei ghiaioni con individui melanici. Da un punto di vista biologico le specie del genere *Arianta* in alta quota presentano interessanti adattamenti nei cicli di vita; *A. arbustorum* ad esempio a 2600 m impiega 5 anni per rag-

giungere la maturità mentre ne impiega due soli in ambienti montani posti a 1200 m.

**Tardigradi.** Sono numerosi i rappresentanti di questo arcaico phylum affine a quello degli artropodi che si ritrovano presso i margini dei nevai e dei ghiacciai, tra i muschi o nelle acque di scioglimento della neve. I periodi dell'anno che presentano condizioni ambientali avverse vengono superati mediante un particolare meccanismo noto come "criptobiosi", durante il quale si assiste ad una sospensione reversibile del movimento e ad una estrema riduzione del metabolismo. Esperimenti di laboratorio hanno dimostrato che i tardigradi possono addirittura sopravvivere alla temperatura dell'elio liquido (-272°C).

**Crostacei.** I crostacei terrestri sono poco rappresentati nell'ambiente perinivale, ove solo pochi isopodi oniscoidi ("porcellini di terra") sono noti per la geofauna d'alta quota. Questo dipende in particolare dai meccanismi respiratori di questi artropodi, che richiedono sempre un velo d'acqua, e pertanto condizioni elevate di umidità, per funzionare correttamente. Le basse temperature rendono poco efficiente questo meccanismo fisiologico. Sono invece molto interessanti i microcrostacei, acquatici o semiac-



*Hypocamptus paradoxus*

quatici, che si possono rinvenire tra muschi, licheni o nell'ambiente interstiziale interessati in primavera dalle acque di scioglimento dei nevai. Si tratta in particolare di minuscoli copepodi arpattoicoidi, di dimensioni inferiori al millimetro, alcuni dei quali sono da ritenersi esclusivi di questi ambienti. Si tratta infatti di specie ritenute sino a pochi anni fa rare, solo perché non ricercate nei siti e nei periodi dell'anno idonei. Appartengono in prevalenza ai generi *Hypocamptus* e *Maraenobiotus*; tra essi vanno annoverate anche specie non ancora descritte. Non è noto il meccanismo con cui questi organismi sopportano i periodi di inattività (il lungo periodo di freddo invernale ed il periodo estivo durante il quale si assiste al disseccamento di questi ambienti); è presumibile formino stadi di quiescenza, ma non si sa ancora se si tratta di cisti o di uova durature. Non sono invece noti per l'Italia copepodi esclusivi dei ghiacciai, come l'eccezionale genere *Glaciella* scoperto nelle piccolissime pozzette di fusione che si formano di giorno sulla superficie del ghiaccio nei grandi ghiacciai himalayani.

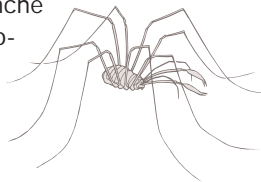


*Aculepeira carbonaria*

endemiche che si ipotizza abbiano trovato rifugio, durante le glaciazioni, nelle cime più elevate libere dai ghiacci. Due specie del genere *Lepthyphantes* (*L. merretti* e *L. brunneri*), con areali ben delimitati, sono state raccolte a quote molto elevate sulle Dolomiti. Vengono considerati elementi classici delle zone alpine nivali anche lo gnafoside *Drassodes heeri* e il licoside *Vesubia jugorum* delle Alpi Marittime. L'unico araneide che si spinge sino ai 2500-3000 m di quota è *Aculepeira carbonaria*, presente soprattutto nelle pietraie. Altre specie di ragni variamente legate all'ambiente nivale appartengono alle famiglie dei tomisidi, aniidi, gnafosidi (anche con specie che raggiungono i 3000 m di quota), licosidi e amaurobiidi.

Gli opilioni sono sufficientemente ben rappresentati nell'ambiente perinivale e condividono con i carabidi del genere *Nebria* (*Oreonebria*) la tendenza a nutrirsi di animali morti sulla superficie della neve. *Mitopus glacialis* raggiunge alte quote fino a superare i 3500 m. Legati alle alte quote sono inoltre *Dicranopalpus gasteinensis* e i rappresentanti del genere *Megabunus*. Perinivali sono soprattutto gli opilioni del genere *Ischyropsalis* come *I. kollari* (vedi disegno) delle Alpi orientali, genere che annovera anche specie troglofile, con un'interessante analogia ecologica con i carabidi del genere *Duvalius*.

I minuscoli acari, dall'amplissima valenza ecologica, non presentano forme che vivono esclusivamente in ambiente nivale sulle Alpi e sugli Appennini. Esisto-



**Aracnidi.** Tra gli artropodi non insetti, quello dei ragni è il gruppo meglio rappresentato nell'ambiente perinivale in quanto costituisce fino al 50% della fauna attiva alla superficie del suolo. Sono soprattutto i piccoli ed esili linifiidi a includere numerose forme legate ad habitat umidi e freddi come i margini delle nevi e dei ghiacciai. Esemplari del genere *Troglohyphantes* si possono rinvenire fino a quote elevate, nel detrito o sotto pietre. Le loro preferenze ambientali non sono dissimili da quelle dei coleotteri carabidi del genere *Duvalius* o di certi colevidi, anch'essi spesso perinivali di quota o cavernicoli. Tra i linifiidi il genere maggiormente rappresentato è *Lepthyphantes*, che nelle Alpi orientali conta sei specie

no specie che frequentano i margini di ghiacciai o nevai in cuscinetti di piante pioniere, in zone di accumulo di sostanza organica e nei pochi lembi di suolo, come ad esempio l'oribatide *Niphocephus nivalis*. Molte specie di brachionidi vivono su suoli privi di vegetazione.

Gli pseudoscorpioni sono particolarmente frequenti nella lettiera degli ambienti forestali, ma in quota sono meno rappresentati. Vivono sotto pietre presso la neve in fusione sulle Alpi *Neobisium jugorum* e *N. dolomiticum* e, sull'Appennino centrale, probabilmente *N. fiscelli*. Si possono inoltre incontrare *Chthonius jugorum* e *Chernes montigenus*.

**Diplopodi e chilopodi.** Tra i millepiedi (diplopodi) di alta quota vanno segnalati come perinivali i neotractosomatidi *Trimerophorella paradisica* e *T. rhaetica*. Studi sul ciclo biologico della seconda specie hanno dimostrato che esso dura ben quattro anni e ciò viene considerato una risposta adattativa alla brevità del periodo libero dalla neve.

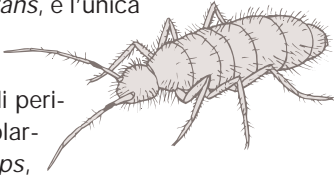
Per quel che riguarda i chilopodi (centopiedi) non sembra esistano specie esclusive degli ambienti perinivali. Alcune specie di litobiomorfi sulle Alpi ricorrono con buona regolarità negli ambienti aperti d'altitudine, come *Lithobius lucifugus*, *L. muticus* e *Lithobius schuleri*, ma si tratta di specie che non sono esclusive di questi ambienti e le associazioni sono in genere povere. Sull'Appennino in quota esistono forse più entità, ma si tratta in genere di elementi xerofili di pascolo secondario o eurici.



*Eupolybothrus longicornis*



**Collemboli.** La pulce dei ghiacciai, *Isotoma saltans*, è l'unica specie di collembolo che conduce tutto il suo ciclo vitale sulla superficie dei ghiacciai, altri sono ospiti più o meno occasionali. I collemboli perinivali sono poco conosciuti; frequentano regolarmente questo ambiente *Isotomurus palliceps*, *Orchesella nivalis* (vedi disegno), *Hypogastrura socialis* e *Ceratophysella sigillata*. I collemboli che vivono sulla superficie della neve, in annate particolari, tendono ad avere delle esplosioni demografiche che permettono loro di coprire con chiazze scure ampie superfici innevate. Questo è stato documentato per l'Alto Adige nell'inverno 1993/94 quando *Hypogastrura socialis* ha formato in varie località chiazze fino a 1000 m<sup>2</sup> di superficie formate anche da un miliardo di individui.



**Coleotteri.** I coleotteri sono i più noti tra gli invertebrati dell'ambiente perinivale e permettono quindi una trattazione più ampia di quella dedicata ad altri gruppi zoologici non altrettanto conosciuti. Essi consentono di individuare associazioni abbastanza ben definite, anche se le difficoltà tassonomiche e la scarsità di studi organici di comunità non permettono la definizione che caratterizza i lavori botanici. Tra i taxa maggiormente rappresentativi sono da citare i carabidi e gli stafilinidi, mentre i curculionidi di queste zone presentano particolari cicli biologici.



*Carabus (Orinocarabus) pedemontanus vesubianus*

**Carabidi.** I carabidi sono i più noti abitanti degli ambienti nivali, con una successione di stadi di popolamento abbastanza ben caratterizzata. Tra i numerosi rappresentanti del genere *Carabus*, che include specie di grandi dimensioni, quelli dei due sottogeneri *Orinocarabus* e *Platycarabus* includono specie di quota spesso perinivale, assai diffuse sulle Alpi e non presenti in Appennino. Le specie di *Orinocarabus* sono quasi tutte esclusive dell'orizzonte alpino, con la sola esclusione di *linnaei*, che è silvicolo; sono particolarmente frequenti e abbondanti nelle regioni interne delle Alpi, mentre si vanno rarefacendo o sono assenti nei massicci più esterni. Sulle Alpi occidentali si contano ben sette specie di *Orinocarabus*, spesso suddivise in sottospecie, con areali scarsamente sovrapposti e collegati anche alla natura dei suoli: *pedemontanus* (Alpi Liguri, Marittime e Cozie), *baudii* (Cozie), *fairmairei* (Cozie e Graie), *latreillianus* (Graie e Pennine), *heteromorphus* (Graie), *concolor* (Pennine, Lepontine e Biellesi) e *leptontinus* (Lepontine). In quelle centrali il numero scende a tre, *silvestris*, *castanopterus* e *adamellicola*, come pure nelle orientali, *bertolinii*, *alpestris* e *carinthiacus*.

I rappresentanti del sottogenere *Platycarabus*, che si nutrono di chiocciole, sono presenti soprattutto su suoli carbonatici come quelli delle Prealpi orientali. *Carabus (Platycarabus) creutzeri*, ad esempio, è il carabide di grandi dimensioni più frequente nelle Prealpi centro-orientali, anche se la sua distribuzione altitudinale è molto ampia. Si nutre in genere di molluschi, analogamente a *C. (P.) cychroides*, endemico di un'area ristretta delle Alpi Cozie. *C. (P.) fabricii*, elemento centro ed est europeo, si rinviene nelle Alpi italiane in ristrette aree dell'Alto Adige e *C. (P.) bonellii* è il rappresentante del sottogenere *Platycarabus* più diffuso in tutto l'arco alpino, soprattutto nelle aree più interne, con un'ampia valenza altitudinale.

Predatrici di chiocciole ancora più specializzate delle specie di *Platycarabus* sono quelle di *Cychnus*. La più caratteristica, per la parte anteriore del corpo estremamente stretta e allungata, è senza dubbio *C. cylindricollis*, che spesso si rinviene al fondere delle nevi in un ristretto areale che va dalle Prealpi Bergamasche al Monte Baldo.



*Carabus (Platycarabus) bonellii*



*Cychrus attenuatus latialis*

Le specie di *Nebria* del sottogenere *Oreonebria* sono carabidi appiattiti lunghi circa un centimetro, di forma elegante con zampe e antenne allungate e colorazione bruna, attive di notte sulla superficie della neve dove si nutrono soprattutto di insetti morti.

La più diffusa sull'arco alpino e in parecchie località dell'Appennino tosco-emiliano è *Nebria castanea*, mentre numerose altre hanno areali più limitati: *angustata* (Alpi centrali), *austriaca* (poche località altoatesine), *diaphana* (Prealpi orientali e Dolomiti),

*lombarda* (Alpi Orobie), *macrodera* (Alpi Marittime), *ligurica* (Marittime e Cozie), *picea* (poche località) e *angusticollis* (Alpi Cozie e Graie).

Presso la neve fondente è facile osservare i rappresentanti del sottogenere *Testediolum* di *Ocydromus* (4-5 mm), che presentano tegumenti metallici con occhi grandi e si spostano velocemente sul suolo anche di giorno. Sulle Alpi italiane sono note sei specie: *O. (Testediolum) glacialis* (in gran parte della catena), *jacqueti jacqueti* (Alpi centro-occidentali), *pyrenaeus* (Alpi occidentali), *rhaeticus* (Prealpi e Alpi centrali) e *julianus* (Alpi orientali). Sono specie per lo più a distribuzione ampia, con una certa differenziazione ecologica e biogeografica. *Ocydromus (Testediolum) glacialis* ad esempio è legato a quote più elevate e *O. (Testediolum) rhaeticus* è essenzialmente prealpino nelle Alpi centrali. In Appennino sono presenti due specie, *O. (Testediolum) glacialis* e *O. (Testediolum) jacqueti apenninus*.

Ecologia simile alle specie di *Testediolum* possiede *Principidum bipunctatum* (Alpi e Appennini). In Appennino è notevole la presenza di bembidiini nivali a carattere endemico: *Peryphanes alticola* della Maiella e due *Ocys*, *O. pennisii* del Monte Gorzano e *O. tassii* del Monte Greco che mostrano degli adattamenti alla vita nel suolo.

Sui terreni carbonatici prealpini vive un numero straordinariamente elevato di specie endemiche del genere *Trechus* che popolano l'ambiente perinivale, anche se non in modo esclusivo. L'area che presenta la massima diversità sembra essere quella delle Prealpi centrali e alcuni *Trechus* di quota si rinven- gono anche in Appennino.

Il genere *Duvalius* comprende carabidi imparentati con *Trechus*, ma più adattati alla vita nel suolo e nelle cavità sotterranee come testimoniano la riduzione degli occhi, la depigmentazione e l'allungamento delle appendici. Sulle Alpi calcaree e dolomitiche, soprattutto in quelle orientali, numerose sono le specie



*Pterostichus honnorati sellae*



*Nebria orsinii*

di *Duvalius* che si rinvenivano sotto pietre presso la neve fondente, specialmente all'ingresso di piccole cavità, mentre in Appennino fra i *Duvalius* si ritrovano sostanzialmente solo specie cavernicole o endogee. Le comunità a coleotteri carabidi che popolano le vallette nivali vanno incontro, nel breve periodo estivo, ad una successione di fasi che corrispondono al progressivo inaridimento del suolo. Nelle zone più elevate, con presenza di suoli silicei, della regione alpina interna, a partire da maggio-giugno, sono molto frequenti e abbondanti le specie del genere *Nebria*, sottogenere *Oreonebria*.

Ai margini nivali, fra i mesi di giugno e luglio, si instaura un microambiente di tipo "ripario" per il continuo apporto di acque di scioglimento nivale. Esso è spesso molto ricco di coleotteri carabidi e stafilinidi, la cui abbondanza è favorita anche dalle condizioni ambientali non molto severe degli spazi aerei subnivali, migliorate dall'attività di micromammiferi e dagli accumuli vegetali che essi producono.

Si trova in questa fase una associazione caratterizzata da *Ocydromus* del sottogenere *Testediolum*. Nel mese di giugno, alla fine e subito dopo lo scioglimento completo della neve, al suolo si verifica la massima presenza di adulti di carabidi (*Carabus* del sottogenere *Orinocarabus*, *Pterostichus* sensu lato, *Amara* e altri). A partire da luglio-agosto, sui terreni divenuti progressivamente più aridi, la cenosi si arricchisce di specie progressivamente più xerofile, predatrici o a regime alimentare misto. Sono caratteristici di questa fase i rappresentanti dei generi *Amara*, come *A. quenseli*, e *Cymindis vaporariorum*.

Nelle aree prealpine centro orientali con rocce carbonatiche le comunità a carabidi sono più ricche di specie per un insieme di fattori ambientali e zoogeografici. *Oreonebria* e *Testediolum* sono meno abbondanti, dominano le specie di *Platycarabus* anziché *Orinocarabus* e sono frequenti *Trechus* e *Duvalius*.

In Appennino le aree con vere comunità perinivali sono soprattutto gli alti massicci dell'Appennino centrale. La comparsa delle specie inizia più precocemente e *Oreonebria* è vicariato da *Nebria* (*Nebria*) *orsinii* e, localmente, da *Leistus glacialis* che occupa la stessa nicchia nutrendosi di insetti morti sulla neve. Successivamente appare *Nebria posthuma* e, localmente si trovano associazioni più tardive a *Cymindis vaporariorum*.

*Oreonebria ligurica*



*Stenus glacialis*, con il caratteristico labbro inferiore estroflesso

nelle praterie di quota e nei firmeti a *Dryas* dove si comportano per lo più da predatori di invertebrati come collemboli e larve di ditteri, ma possono presentare anche costumi particolari, molti dei quali sicuramente ancora ignoti. Le specie di *Aleochara*, ad esempio, sono parassitoidi di pupari di ditteri.

Molti stafilinidi appaiono precocemente ai margini delle nevi fondenti dove si associano a carabidi, in particolare a bembidiini (*Testediolum*) e trechini. Sono tipici di queste associazioni effimere alcuni *Philonthus* come *Ph. frigidus* (presente nella catena alpina e in alcune stazioni appenniniche) e i rappresentanti del sottogenere *Kenonthus*.

Le specie di *Stenus* dai grandi occhi e dal labbro inferiore estroflettibile, che viene utilizzato per catturare i collemboli, sono per lo più ripicole di bassa quota, ma sono abbastanza ben rappresentate anche in ambiente alpino, con una decisa preferenza per quello perinivale. *Stenus glacialis* è probabilmente quello che si spinge più in alto, fino a circa 2500 m sulle Alpi, ed è vicariato sulle montagne d'Abruzzo dall'affine *S. abruzzorum*, mentre un cospicuo numero di specie di piccole dimensioni, attere, con notevole tendenza all'endemismo, popola le Alpi e l'Appennino settentrionale occidentale (*S. cottianus*, *S. kahleni*, *S. focarilei*), le Prealpi centrali (*S. areolatus*, *S. guglielmomontis*), le Prealpi orientali (*S. liechtensteini*, *S. cavallomontis*) e l'Appennino in Toscana (*S. bordonii*).

Strettamente perinivali sono da considerare due specie rappresentanti della sconfinata sottofamiglia delle aleocarine, *Atheta tibialis* e *Aleochara heeri*,

*Stafilinidi*. Gli stafilinidi sono coleotteri caratterizzati dalle elitre brevi e dall'addome mobile. Rappresentano, nel complesso, uno dei gruppi di invertebrati terrestri con maggior radiazione adattativa. Nella grande maggioranza carnivori, si rinvencono sia nel terreno, sia negli ambienti temporanei costituiti dai materiali in decomposizione: in montagna, ad esempio, nelle deiezioni dei bovini.

Sono ampiamente rappresentati nell'ambiente alpino da specie legate in particolare ai tipi di suoli: sono abbondanti soprattutto in quelli più evoluti dei cespuglieti a rododendro o negli ontaneti ad *Alnus viridis*, ma si possono rinvenire anche in situazioni estreme nelle zolle pioniere. Numerose sono le specie perinivali nei saliceti a salici nani,

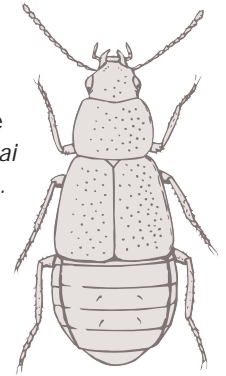
sempre abbondanti e attivi in primavera lungo la neve fondente. Più rare e difficili da individuare sono le piccole specie di *Alpinia*, attere e poco attive, molto diffuse nei Balcani e che in Italia sono state rinvenute sulle Alpi e Prealpi orientali (*A. montiscanini* del Monte Canin e *A. rosai* del Monte Cavallo, ambedue in Friuli) e in Appennino (*A. italica*) ed alcune *Oxypoda*, in particolare *O. densa*.

Gli stafilinidi più caratteristici dell'ambiente nivale in Italia sono probabilmente due rappresentanti del genere *Mannerheimia*, piccoli omalini lucidi, larghi e appiattiti. *Mannerheimia arctica* (vedi disegno), a distribuzione boreoalpina, è stata rinvenuta esclusivamente al Passo dello Stelvio e in una seconda stazione meritevole di conferma in Alto Adige presso Braies. Al Passo dello Stelvio si trova regolarmente in suoli morenici tra i salici nani sotto pietre, ma la popolazione si può considerare gravemente minacciata. Anche *Mannerheimia aprutiana*, endemica dell'Appennino centrale, è specie lapidicola di alta quota (2500 m sul Corno Grande del Massiccio del Gran Sasso e 2700 m sul Monte Amaro nella Maiella).

Legati alla neve sono i rappresentanti del genere *Deliphrosoma*, simili a *Mannerheimia* ma più grandi, che appartengono al novero delle specie autunnali. *Deliphrosoma macrocephalum* si può rinvenire sulle Alpi vagante sulla neve in quota dopo le prime nevicate, in Appennino ecologia simile ha *D. platyophthalmum*. Anche *Acidota cruentata* e soprattutto *Deliphrum algidum* sono frequentatori della superficie della neve, ma sono legati in particolare al piano montano.

Il grandissimo genere *Leptusa*, che annovera un centinaio di specie quasi tutte endemiche della catena alpina e, più sporadicamente, dell'Appennino, caratterizza fortemente le comunità dell'ambiente alpino, ma raramente i suoi rappresentanti, generalmente legati al suolo, si possono considerare perinivali. Tra questi vanno citate le specie quasi anoftalme e depigmentate del sottogenere *Typhlopasilia*, in particolare *L. stoeckleini* diffusa dai Monti Lessini al Monte Grappa.

Recenti ricerche sugli stafilinidi nell'ambiente perinivale nelle regioni meridionali dei Balcani hanno messo in evidenza una eccezionale diversità di specie legate a questo habitat, con adattamenti spesso stupefacenti, di molti gruppi diversi. Tracce di queste faune a gravitazione balcanica sono rimaste nel popolamento appenninico di quota, come testimoniano le due specie abruzzesi del genere *Emmelostiba* recentemente descritte (*E. rosai* del Gran Sasso e *E. kappi* della Maiella) ed è probabile che l'effettuazione di ricerche specializzate nell'Appennino centro-meridionale possa portare alla scoperta di altre entità.





**Crisomelidi.** I crisomelidi, coleotteri fitofagi dalle forme tondeggianti, presentano numerose specie di quota strettamente legate all'ambiente a salici nani e quindi caratterizzano decisamente la comunità delle vallette nivali, anche se in genere l'apparire degli adulti non corrisponde necessariamente al momento dello scioglimento delle nevi e quindi non si tratta di specie tipicamente perinivali. *Phaedon salicinus* si rinviene sulle Alpi centro-occidentali su *Salix retusa*; anche *Gonioctena nivosa*, elemento boreoalpino-pirenaico, è legata a *Salix retusa* e *S. herbacea*, mentre *Chrysomela collaris*, che vive su vari salici in Nordeuropa, sulle Alpi è elemento esclusivamente di quota.

Altre specie significative di crisomelidi sono *Chrysolina latecincta* che vive su *Linaria alpina*, spesso sui ghiaioni presso i ghiacciai e *Chrysolina relucens*, diffusa in due sole stazioni alpine italiane, sugli Urali, lungo le rive del Mar Bianco e in Siberia. *Oreina (Frigidorina) frigida* è la rappresentante del genere che più spesso è possibile trovare in vallette nivali di alta quota, mentre tendenzialmente anche se non rigorosamente nivali sono le *Oreina* del sottogenere *Protorina*, legate a vari *Doronicum*. Tre specie si rinvencono sulle Alpi, in particolare quelle occidentali, mentre *O. sybilla* è invece endemica dell'Appennino centrale.

**Curculionoidei.** I curculionoidei sono coleotteri caratterizzati dalla forma del capo che si prolunga in un rostro. Essi rappresentano un gruppo di enormi dimensioni, ma l'ambiente nivale non è loro particolarmente idoneo a causa dei costumi alimentari fitofagi e di una generale predilezione per gli ambienti caldi. Ciò non toglie che numerose siano le specie rinvenibili più o meno esclusivamente alle alte quote presso la neve, e non è da escludere che, grazie a ricerche mirate, altre entità nuove per la scienza si possano trovare in futuro.

I curculionoidei perinivali svernano prevalentemente allo stadio adulto e sono attivi alla fusione delle nevi, in alcuni casi fin dalla fine di maggio e appartengono a due delle famiglie del gruppo presenti in Italia, gli apionidi e i curculionidi in senso stretto. Dal punto di vista alimentare va considerato che la maggior parte delle specie di alta quota si nutre di radici o si rinviene nei muschi, mentre poche hanno larve epigee.

Tra gli apionidi va ricordato *Osellaeus bonvouloiri*. Esso vive tra i 2000 e i 3000 m di quota ed è legato di norma a *Saxifraga oppositifolia*, una pianta pioniera che popola i terreni di recente abbandono glaciale. In questi ambienti la forma tipica di *Osellaeus bonvouloiri* è pressoché l'unico coleottero presente. Nelle Prealpi orientali, sul Monte Baldo, vive una sottospecie distinta che è legata a *Saxifraga caesia*.

I curculionidi in senso stretto sono ricchi di specie legate alle alte quote, ma poche sono quelle esclusive degli ambienti nivali. Se particolarmente emble-

matiche sono le specie di *Oreorhynchaesus* legate alle soldanelle, sono soprattutto i rappresentanti degli *Otiorhynchus* a caratterizzare le cenosi di quota. Alcune specie come *O. tener* e *O. nubilis* delle Alpi occidentali sono presenti nelle aree in cui la neve si scioglie tardi in estate, sebbene si possano rinvenire anche nel suolo delle praterie fresche.

Parecchi altri *Otiorhynchus* alpini e appenninici si possono considerare perinivali in senso lato. *O. abruzzensis* frequenta le alte quote del Gran Sasso e *O. praetutiorum* i Monti della Laga, dove vive sopra i 2000 m tra le radici di *Saxifraga aizoides*.

I *Dichotrachelus* sono curiosi curculionidi di quota caratterizzati dalle elitre costate con strane setole a forma di clava. Tra le specie che raggiungono altitudini molto elevate va ricordato *D. meregallii* delle Alpi occidentali che si rinviene fino a quasi 3000 m; numerose altre specie frequentano le conche di quota dopo la fusione delle nevi.

Le entità di maggiori dimensioni sono legate alle sassifraghe, mentre quelle più piccole ai muschi su rocce. Anche alcuni *Dichotrachelus* lombardi e veneti, che pure non raggiungono le quote elevate di quelle delle Alpi occidentali, si rinvencono di norma in ambienti perinivali di dolina. Tra gli altri curculionidi alticoli delle Alpi che presentano legami più o meno stretti con l'ambiente nivale vanno ricordati i rappresentanti dei generi *Lepirus*, *Pelonomus*, *Brachyodontus*, *Orthochaetes* e *Trachystyphlus*, quest'ultimo con una specie presente anche in Appennino.



Semplici fori nella neve permettono a piccoli insetti di raggiungere la superficie della neve



Un ridotto lembo nivale in una valletta detritica

*Scarabeoidei*. Le alte quote sono spesso frequentate da un gran numero di coleotteri scarabeoidei legati agli escrementi dei bovini all'alpeggio e molte di queste specie coprofaghe vengono considerate elementi alpini. Pochi sono tuttavia gli scarabeoidei legati all'ambiente perinivale e tra questi sono particolarmente significativi i rappresentanti del sottogenere *Neagolius* di *Aphodius*. Essi hanno una biologia omogenea anche se poco nota e quasi certamente si nutrono di materiali vegetali in decomposizione anziché di sterco come la maggior parte dei congeneri. La loro presenza può essere favorita dall'attività di accumulo di detrito vegetale sotto la neve da parte dell'arvicola delle nevi.

Le specie di *Neagolius* sono legate all'orizzonte alpino, da 1800 fino a 2300 m, e sono caratterizzate da un dimorfismo sessuale molto pronunciato, tanto che taluni esemplari di sesso femminile sono stati descritti come specie diverse. Le femmine di alcune specie sono attere o brachittere, depigmentate e forse conducono vita ipogea. I maschi sono attratti dal biancore delle chiazze di neve e, curiosamente, dall'odore del fumo di tabacco.

Le specie di *Neagolius* hanno areali abbastanza limitati sulle Alpi e in Appennino: *amblyodon* popola il versante italiano delle Alpi Cozie e Graie, *liguricus* le Alpi Liguri e le Marittime, *penninus* le Alpi Pennine come endemico, *limbolarius* e *montanus* le Dolomiti e le Prealpi venete, *pollicatus* le Alpi Giulie e le Prealpi venete. Particolare la distribuzione di *N. schlumbergeri consobrinus* che vive sulle Alpi Orobiche e nelle Prealpi lombarde e venete, e, con una popolazione isolata, sulle Alpi Apuane; l'Appennino centro meridionale, dai Monti Sibillini al Pollino, ospita invece *N. schlumbergeri samniticus*.

Caratteristiche ecologiche simili al sottogenere *Neagolius* possiede *Agolius* con *A. abdominalis* di Alpi e Appennino settentrionale, rappresentato su quasi tutte le Alpi da *A. abdominalis abdominalis*, mentre l'Appennino Emiliano ospita *A. abdominalis emilianus*.

*Birridi*. I birridi sono curiosi coleotteri del terreno, che si nutrono per lo più di muschi, dalla forma ovale con tegumenti robusti che, disturbati, entrano in lunghe tanatosi addossando le appendici al corpo, sembrando così dei semi o, come dicono i tedeschi, delle pillole (Pillenkäfer). Questi coleotteri sono spesso abbondanti in quota, ma poche specie sono esclusivamente perinivali sulle Alpi italiane e sono quasi tutte endemiche: *Simplocaria jugicola* vive solo su alcune vette del Piemonte, *S. nivalis* (vedi disegno) è esclusiva di alcuni massicci del Trentino e del Bresciano, *Byrrhus focarilei* vive sui contrafforti della Presolana nel Bergamasco e *Curiomopsis carniolica* è segnalata di alcune vette della Carnia (Friuli Venezia Giulia).





**Ditteri.** Se nella regione nivale, ed in alta quota in generale, i collemboli costituiscono il gruppo tassonomico con il maggior numero di esemplari, la massima diversità di specie spetta invece ai ditteri. Sebbene la maggior parte dei ditteri qui presenti provenga dai fondovalle e dalle quote più basse, trasportata da venti e correnti ascensionali, una frazione rilevante ed estremamente variegata è rappresentata da specie che si sviluppano e vivono in alta quota. Dal momento che la regione nivale è costituita da un complesso mosaico ambientale in cui si alternano zone rocciose, substrati morenici, macchie di neve, ghiaioni ed altro, gli habitat in cui si possono sviluppare i ditteri sono molteplici. Sono da considerare in primo luogo i numerosi torrenti glaciali che attraversano queste aree e che permettono lo sviluppo larvale di numerosi nematoceri tra i quali vanno ricordati simuliidi e chironomidi, soprattutto del genere *Diamesa* con alcune specie ad ali ridotte.

La maggior parte dei ditteri di questa fascia altitudinale, comunque, si nutre allo stadio larvale di sostanza organica in decomposizione e di funghi, anche se non mancano le specie predatrici, oppure quelle parassitoidi come i tachinidi. Fattore determinante per lo sviluppo larvale, unitamente alla disponibilità di sostanza organica, è la presenza di un certo grado di umidità. Nelle zone dove queste condizioni si determinano, come nelle piccole torbiere d'alta quota o in canali e fessure, è possibile trovare numerosi esemplari di tipulidi con specie i cui nomi ricordano quest'ambiente (ad esempio *Tipula glacialis*).

Oltre ai vistosi tipulidi, più piccoli ma numericamente rilevanti risultano essere gli sciaridi ed i micetofilidi. Tra i primi si possono trovare alcune specie con ali ridotte che vivono tra gli interstizi del terreno e hanno larve che si nutrono di sostanza organica in decomposizione, mentre i secondi si nutrono dei funghi che si sviluppano in queste zone. In prossimità delle aree umide si possono trovare anche esemplari di efidridi del genere *Scatella*, dalle caratteristiche ali imbrunite con macchie chiare, e di empididi. Nell'orizzonte nivale e tra gli ultimi arbusti di ontano verde della fascia alpina si può assistere spesso ai voli dei bibionidi dei generi *Bibio* e *Dilophus*. I maschi di queste specie volano insieme in gran numero mentre le femmine, comunque in grado di volare, si possono trovare con maggior frequenza sugli steli d'erba o tra i rami. Anche le larve di queste specie si nutrono di sostanza organica in decomposizione, soprattutto vegetale.

Secondo il famoso ditterologo Mario Bezzi l'ambiente nivale si può definire come quello degli antomiidi, ditteri dalle dimensioni e dalle fattezze confrontabili con quelle delle comuni mosche, dei quali si possono citare i generi *Delia* e *Zaphne* che si possono vedere abbondanti nei fiori dei papaveri che colonizzano i ghiaioni o immobili sui sassi al sole per accumulare calore. Va comunque ricordato che il termine "nivale" utilizzato da Bezzi va riferito all'orizzonte

vegetazionale frequentato, quello nivale per l'appunto, e non solo agli ambienti perinivali. Secondo questo autore "[la regione nivale] è distinta dal predominio assoluto degli Antomiidi e dalla mancanza quasi completa dei Sirfidi e degli Acalitteri, che sono invece così frequenti nelle regioni sottoposte" e "una data fauna potrà dirsi nivale, quando più della metà delle sue specie e più dei tre quarti degli individui appartengono agli Antomiidi". Gli adulti di questa famiglia, le cui larve sono prevalentemente saprofaghe, volano alla ricerca dei non numerosi fiori presenti nella fascia nivale dove restano aggrappati per mezzo delle forti unghie in caso si alzino i venti. Sebbene meno numerosi non mancano i sirfidi, dalle colorazioni gialle e nere, appartenenti soprattutto al genere *Syrphus*.

Particolarmente interessanti per la loro etologia sono alcune specie di empididi che si accoppiano in prossimità e sulle macchie di neve. In queste specie, appartenenti al genere *Rhamphomyia*, il maschio, prima dell'accoppiamento, dona alla femmina una preda, solitamente un dittero nematocero da lui catturato.

Da un punto di vista biogeografico, particolarmente interessanti risultano le specie boreoalpine come lo sferoceride *Crumomyia setitibialis*, presente sul massiccio della Marmolada nelle Dolomiti. Le specie che sono in genere considerate nivali, come quella del genere *Chionea*, attere e spesso attive sulla neve, hanno una grande valenza altitudinale e si rinvencono dal piano montano a quello alpino.



*Chionea lutescens*

Non è solo la maggiore elevazione delle più alte vette delle Alpi rispetto alle cime dell'Appennino, la ragione della minore ricchezza di elementi di alta quota nella dorsale peninsulare. La minore elevazione ha anzi consentito all'Appennino di conservare buona parte della sua fauna originaria anche durante le prime glaciazioni plio-quadernarie, quando invece le Alpi già venivano decimate di molti elementi termofili e le popolazioni residue si trovavano accantonate in aree di rifugio tra le quali ogni possibilità di flusso genico era interrotta.

Fu solo con la più recente glaciazione würmiana che i ghiacciai fecero la loro comparsa lungo l'intera Catena Appenninica, fino al Pollino. Ma dopo questo drammatico periodo di depauperazione è mancato un serbatoio faunistico - quale sarebbe stato offerto da un'eventuale catena montuosa più meridionale

sufficientemente vicina - che potesse offrire all'Appennino dei colonizzatori adatti agli habitat di maggior quota che venivano liberandosi dai ghiacci. Diversa è stata la sorte delle Alpi, per le quali nel Postglaciale si è appunto reso disponibile un popolamento di tipo temperato-freddo che durante l'acme glaciale aveva trovato rifugio sui Pirenei, nei Balcani o sulla stessa Catena Appenninica. Così, mentre il ritorno verso nord di faune temperato-fredde sopravvissute in rifugi meridionali ha dato origine, nel Postglaciale, a molti casi di distribuzione geografica di tipo boreoalpino, pochissimi sono gli elementi ad areale disgiunto che accanto a popolazioni nordeuropee contino anche un contingente accantonato sulle cime dell'Appennino.

A fronte di almeno duecento specie animali presenti, in maniera disgiunta, nelle

regioni scandinave e sulle Alpi, gli elementi boreo-appenninici sono poche unità: fra queste è l'ortottero *Aeropus sibiricus*.

Ben più frequenti sono gli elementi, assenti in Nord Europa, con areale disgiunto tra le Alpi ed i massicci più elevati dell'Appennino. Oltre a numerosi insetti, vantano questo tipo di distribuzione alcuni vertebrati come il tritone alpino (*Triturus alpestris*), la rana montana (*Rana temporaria*), il fringuello alpino (*Montifringilla nivalis*), il gracchio alpino (*Pyrrhocorax graculus*) e l'arvicola delle nevi (*Chionomys nivalis*).

Verso la fine del periodo pliocenico, circa due milioni d'anni fa, la dorsale appenninica - in precedenza rappresentata da una serie di isole e di arcipelaghi - venne finalmente a saldarsi con le Alpi e, quindi, con quel grande sistema montuoso che, con qualche interruzione, va

dai Pirenei fino alle grandi catene dell'Asia Centrale. La nuova connessione geografica permise importanti inter-scambi faunistici, peraltro più volte interrotti dalle vicende climatiche del Quaternario, ed è proprio a questi scambi che si debbono le principali affinità faunistiche fra la fauna appenninica di alta quota e quella che abita gli ambienti corrispondenti su altre catene montuose. Il grado di differenziamento tra i relativi popolamenti dipende peraltro sia dal gruppo zoologico in questione, sia dall'antichità del reciproco isolamento fra gli abitanti delle singole catene montuose. Così, se il camoscio d'Abruzzo è differenziato solo a livello sottospecifico dal suo cugino pirenaico, tra popolazioni pirenaiche ed appenniniche di molti gruppi di insetti ci sono invece differenze tali da portare al riconoscimento di generi separati.



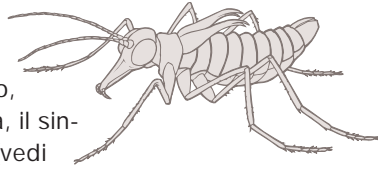
Gracchio alpino (*Pyrrhocorax graculus*)



Forficula apennina



**Mecotteri.** Sulla superficie della neve, in quota ma anche nei boschi montani, non è difficile incontrare in autunno e in inverno, sulle Alpi e in qualche località appenninica, il singolare *Boreus hiemalis*. Questo insetto (vedi disegno) assomma in sé vari caratteri stravaganti. Assomiglia alle mosche scorpione, ma le sue ali sono atrofizzate e nel maschio servono a trattenere la femmina durante l'accoppiamento. Ha il capo prolungato in un "rosto" con cui si nutre di frammenti di muschi e di insetti morti. I boreidi hanno una distribuzione circumboreale che comprende le regioni fredde dell'Eurasia e del Nordamerica.



**Lepidotteri.** Alle alte quote sulle Alpi, sia negli ambienti di valletta nivale che nell'orizzonte nivale propriamente detto, è facile osservare in volo sia vistosi rappresentanti delle farfalle diurne come le brune erebie, che le più elusive farfalle notturne e i piccoli microlepidotteri. Le conoscenze su questi gruppi sono tuttavia ancora carenti. Si deve considerare comunque che le farfalle di quota si nutrono allo stato larvale di una o poche entità di piante diverse (specie monofaghe o oligofaghe). La diversità di specie dipende quindi dalla varietà di piante presenti nell'ambiente.

Sono solo una trentina le farfalle segnalate in letteratura sopra i 3000 m nelle Alpi svizzere e per l'Italia dati inediti disponibili presso il Tiroler Landesmu-



*Erebia pluto*

seum Ferdinandeum di Innsbruck individuano una cinquantina di specie. Di queste una decina è legata a crittogame e una quarantina a piante con semi. Si tratta di specie endemiche delle Alpi, di specie boreoalpine, di specie montane a diffusione europeo-asiatica e di specie migratrici. Solo poche sono strettamente legate ad habitat nivali, come alcuni endemiti alpini, quali lo psichide *Dahlica argenterae*, il geometride *Glacies wehrlii*, e l'arctiide *Holoarctia cervini*. Una ventina di specie frequenta sia l'orizzonte nivale che quelli inferiori, in particolare quello alpino. Fra quelle endemiche un alto numero di specie vive in habitat dominati da formazioni vegetali tipiche dei ghiaioni e delle rocce dell'orizzonte alpino. Tali specie comunque raggiungono anche gli habitat subnivale e nivale, come *Plutella geniatella* (plutellidi), varie specie dei generi *Sattleria* (gelechiidi) e *Neosphaleroptera* (tortricidi), *Catoptria luctiferella* e *Eudonia sudetica* (crambidi), varie *Erebia* (satiridi) e in particolare *E. pluto* ed *E. gorge*, *Glacies spitzi* (geometridi) e *Discestra melanopa* (nottuidi).

Specie come *Eudonia vallesialis* e *Oreana helvetica* (crambidi), *Sciadia tenebraria*, *Elophos caelibaria* e *Glacies alticola* (geometridi), e *Standfussiana wiskotti* (nottuidi) sono ristrette soprattutto all'orizzonte nivale e solo eccezionalmente si rinvencono ad altitudini inferiori. Va notato infine che solo pochissime specie frequentano di preferenza gli ambienti a salici nani, e tra queste vanno ricordati i tortricidi *Aterpia anderegana* e *Epinotia cruciana* e il geometride *Pygmaena fusca*.



*Erebia gorge*

Marmotta (*Marmota marmota*)

## ■ Vertebrati

Tutti i vertebrati che vivono come stanziali nell'ambiente alpino inevitabilmente hanno rapporti con la neve o il ghiaccio, e d'altra parte nessuna specie presenta un habitat così ristretto da frequentare esclusivamente i terreni nivali come vengono intesi dai botanici, cioè quelli a muschi (politriceti) o a fanerogame (saliceti a salici nani). I vertebrati che vivono in questo habitat presentano numerosi adattamenti al prolungato innevamento.

Il letargo invernale in ampi sistemi di gallerie sotterranee è tipico della marmotta (*Marmota marmota*), che peraltro, per origine e per habitat, è da considerare elemento di tipo steppico originario dell'Asia centrale. Il melanismo, cioè la presenza di colorazioni scure totali o parziali, che si riscontra ad esempio nelle salamandre nere di quota (*Salamandra atra* e *S. lanzai*) può costituire una risposta alle basse temperature di queste zone, poiché esso produce un più efficace riscaldamento in seguito all'esposizione al sole. La presenza di una spessa copertura nevosa induce frequentemente, nelle specie stanziali attive anche d'inverno come ungulati e uccelli, migrazioni altitudinali temporanee.

Il cervo (*Cervus elaphus*) ha quartieri di svernamento diversi da quelli estivi, e anche se compie sempre limitati spostamenti, predilige nella stagione invernale vallate ampie con scarsa neve ed esposte a mezzogiorno. Lo stambecco (*Capra ibex*) caratteristico in estate di habitat rocciosi al di sopra della vegetazione arborea tra 2200 e 3000 m, durante l'inverno e la primavera frequenta foreste rade di larice, mugo ed eccezionalmente di abete rosso, scendendo anche fino a 1100 m di quota.

Il camoscio alpino (*Rupicapra rupicapra*), che d'estate ha una grande valenza altitudinale, spostandosi dall'orizzonte montano a quello alpino, si muove verso il basso d'inverno, e il camoscio d'Abruzzo (*Rupicapra pyrenaica ornata*), che d'estate frequenta le praterie d'altitudine oltre i 1700 metri, durante l'inverno frequenta pendii scoscesi con bosco nelle valli tra i 1300 e i 1700 metri. La struttura degli zoccoli dei camosci è adatta allo spostamento sulla neve grazie alla presenza di una plica cutanea tra le due dita che aumenta la superficie d'appoggio.

Poche sono comunque le specie di vertebrati terrestri alpini che si possono considerare specificatamente e vistosamente adattate al fattore neve.

Camoscio alpino (*Rupicapra rupicapra*)



Salamandra di Lanza (*Salamandra lanzai*)

Tra gli anfibî si possono considerare frequentatori abituali anche se non esclusive degli habitat nivali la salamandra nera (*Salamandra atra*) e la salamandra di Lanza (*Salamandra lanzai*). La prima è diffusa nelle Alpi centro-orientali a quote comprese tra gli 800 e i 2800 m, la seconda, descritta come specie nuova nel 1988 e distinguibile da *S. atra* grazie a sottili caratteri morfologici, è un endemita delle Alpi Cozie. Si tratta di specie vivipare che partoriscono da uno a cinque piccoli già metamorfosati.

Nelle magre praterie perinivali è talora possibile incontrare la piccola lucertola vivipara (*Zootoca vivipara vivipara*), che partorisce i piccoli già perfettamente formati. In questi ambienti estremi essa viene costantemente insidiata dal

marasso (*Vipera berus*), che si rifugia fra rocce, pulvini e arbusti contorti.

Il fringuello alpino (*Montifringilla nivalis*) è un passeriforme abbastanza grande (17-18 cm) che ha relazioni strette e costanti con la neve. In inverno è facile

Fringuello alpino (*Montifringilla nivalis*)

osservarlo sulla superficie innevata, spesso anche lungo le piste da sci, e allo scioglimento della neve frequenta il margine in fusione alla ricerca degli invertebrati di cui si nutre. Caratteristiche di questa specie sono le ali in parte bianche, più estesamente nel maschio, con l'apice nero e la coda anch'essa bicolore e il becco giallo in inverno e nero in primavera. Il fringuello alpino tende a riunirsi in vivaci gruppi e a camminare sul suolo. Durante la buona stagione raggiunge quote più elevate che in inverno, fino al limite delle nevi perenni, e in estate si trova in genere al di sopra del limite della vegetazione arborea, dove frequenta ambienti aperti con rocce. Nidifica sul terreno sotto rocce o in fessure, talvolta anche in opere umane. La sua alimentazione è varia ed è costituita da vegetali (bacche, germogli) e animali (insetti). Il suo areale comprende tutte le grandi catene montuose dell'Eurasia, dalla Spagna alla Mongolia; in Europa è diffuso nei Pirenei, nelle Alpi, negli Appennini e nei rilievi dei Balcani. In Italia popola tutte le Alpi e i rilievi più elevati dell'Appennino centrale nelle Marche, nel Lazio e in Abruzzo.

Meno vistoso ma con preferenze di habitat simili è il sordone (*Prunella collaris*). Tale specie, delle stesse dimensioni del fringuello alpino, grigio-bruno screziato sul dorso con i fianchi color ruggine, tende a vivere gregario in piccoli gruppi al suolo dove si nutre di vegetali e insetti e nidifica tra cespugli e rocce. Vive sui monti dell'Europa centro-meridionale e dell'Asia a quote elevate, e anche la sua distribuzione in Italia ricalca quella del fringuello alpino, comprendendo tutte le Alpi e i rilievi maggiori dell'Appennino centrale.

Sordone (*Prunella collaris*)

La pernice bianca (*Lagopus mutus*) è l'uccello nivale per eccellenza. D'inverno questo tetraonide lungo in media poco più di 35 cm è quasi completamente bianco. Anche le zampe sono coperte da piumino bianco; solo la coda è nera ma resta coperta quando l'animale è al suolo. Nel maschio una stretta linea nera parte dal becco e raggiunge e supera di poco l'occhio. D'estate il maschio è in gran parte bruno grigiastro con ali e ventre bianchi; una vistosa caruncola rossa cinge superiormente l'occhio. La femmina è allora bruna, più fulva del maschio. L'habitat della specie è legato alla neve. L'omocromia con il suolo innevato le permette di sfuggire ai predatori, all'aquila in particolare, ma anche alla volpe e ad altri uccelli rapaci. Essa vive infatti tutto l'anno sopra al limite della vegetazione arborea, in ambienti aperti con rocce e arbusti tra i 2200 e i 2800 m, eccezionalmente al di sopra e al di sotto. Predilige le vallette nivali protette, i suoli morenici e i tratti a vegetazione erbacea discontinua, dove trova le piante di cui si alimenta. Il suo pabulum è molto vario e comprende, tra l'altro, salici nani, ericacee di quota (mirtillo nero e rosso, corbezzolo alpino, azalea nana, brugo), sassifraghe, timo, di cui mangia gemme, ramoscelli, foglie, fiori e frutti a seconda delle disponibilità stagionali, cui si aggiungono talora insetti. La pernice bianca è una specie monogama e nidifica nel terreno deponendo 6-8 uova che vengono incubate per tre settimane. Le parate nuziali col maschio che dispiega la coda, canta e ingrossa la caruncola, iniziano a maggio. Nel tardo autunno tende a diventare gregaria e forma gruppi di molte famiglie che durano fino alla primavera successiva.



Pernice bianca (*Lagopus mutus*)

Anche la distribuzione geografica della pernice bianca è legata a nevi e ghiacci. Attualmente è diffusa nelle regioni fredde dell'Eurasia e del Nordamerica, incluse Groenlandia e Islanda, sulle Alpi e nei Pirenei, con una classica distribuzione disgiunta di tipo boreoalpino che si è frammentata dopo le glaciazioni.

La lepre alpina (nota anche come lepre bianca o variabile, *Lepus timidus varronis*) con la livrea invernale bianca, è adattata alla vita sulla neve, ma non è esclusiva delle alte quote. È simile alla lepre comune (*Lepus europaeus*), le orecchie e la coda sono più corte e inoltre il colore del mantello è meno contrastato. Anche la sua andatura è diversa, quando corre ha scarti meno frequenti e netti ed è meno veloce.

Caratteristico è il cambiamento stagionale di colorazione. D'estate il colore dominante delle parti superiori è il grigio-bruno brizzolato, mentre le parti inferiori sono bianche. Guance, muso e superficie esterna delle zampe sono fulve, la punta delle orecchie è nera. D'inverno la colorazione è interamente candida o grigia pallida, l'estremità delle orecchie è sempre nera. L'adattamento agli ambienti innevati, oltre che nel colore, si riscontra nelle zampe densamente pelose, nelle falangi fortemente divaricabili e nella tendenza a farsi ricoprire dalla neve durante le grandi nevicate.

La distribuzione geografica della specie comprende le Alpi, l'Europa settentrionale fino alla Polonia, la Russia settentrionale, la Siberia, la Mongolia e la Manciuria. È presente in modo uniforme in tutta la catena alpina, con popolazioni che vengono attribuite alla sottospecie *varronis*, più piccola della for-



Lepre alpina (*Lepus timidus varronis*)



ma tipica nordeuropea. Si insedia a quote comprese tra i 1200 e i 3500 m, in inverno anche più in basso. Frequenta i boschi, soprattutto in estate, sia di conifere che di latifoglie, i cespuglieti dell'orizzonte subalpino fino alle praterie alpine e talora all'orizzonte nivale. È specie prevalentemente crepuscolare e notturna, in genere solitaria. Di giorno si rifugia in covi nei cespuglieti, d'inverno tende a scavare cunicoli sotto la neve in cerca di cibo e di rifugio. È specie essenzialmente erbivora, e si nutre di piante erbacee, in particolare leguminose, di bacche e di funghi. Supera l'inverno cibandosi di erba e germogli secchi, radici, cortecce di latifoglie come ontani, salici e betulle, semi di conifere, muschi e licheni.

La distribuzione altitudinale dell'ermellino (*Mustela erminea*) nelle Alpi non è dissimile da quella della lepre alpina in quanto la specie è diffusa tra i 1000 e i 3000 m di quota. Il corpo cilindrico e snello con arti brevi e la coda allungata conferiscono all'ermellino un aspetto caratteristico che condivide con la donnola.

Durante l'estate la pelliccia dell'ermellino è bruna chiara nelle parti dorsali, mentre le parti inferiori e la superficie interna degli arti sono bianche. Il pennello apicale nero della coda rimane nero anche d'inverno, quando l'animale è interamente bianco. L'ermellino predilige gli ambienti montani, anche se nelle porzioni settentrionali dell'areale si rinviene anche in pianura. Dal punto di vista ambientale si adatta a condizioni differenti e vive sia in ambienti forestali che aperti, anche se evita i boschi chiusi e predilige cespuglieti, margini



Ermellino (*Mustela erminea*) in livrea estiva

di boschi, ambienti con pietre per sfuggire ai predatori e può anche avvicinarsi alle baite. Si nutre essenzialmente di micromammiferi, che caccia durante tutta la giornata, in particolare di roditori come l'arvicola delle nevi, ma anche di nidiacei e giovani uccelli, di insettivori e di insetti. Può essere a sua volta preda di mustelidi più grandi, di volpi e di uccelli rapaci.

L'ermellino ha una distribuzione di tipo circumboreale in quanto popola i territori temperato-freddi e freddi dell'Eurasia e del Nordamerica. In Europa è diffuso dall'estremo Nord (esclusa l'Islanda) alle grandi catene montuose meridionali (Pirenei, Alpi, rilievi dei Balcani, Caucaso). Alla fine del 1800 è stato introdotto in Nuova Zelanda per contrastare l'espandersi delle popolazioni di coniglio. In Italia la specie è presente su tutto l'arco alpino, anche se in modo discontinuo.

Anche l'orso bruno (*Ursus arctos*) frequenta saltuariamente ambienti nivali, ma nei periodi più freddi dell'anno rallenta la sua attività per rifugiarsi in cavità dove partorisce ed alleva la prole.

Lo strato di neve invernale in quota non permette alla temperatura al suolo di scendere a livelli così bassi da bloccare totalmente l'attività dei micromammiferi, rimanendo essa prossima agli 0°C anche quando quella della superficie della neve scende al di sotto dei -10°C. L'arvicola delle nevi (*Chionomys nivallus*), il micromammifero maggiormente adattato alla vita nelle alte quote alpine e appenniniche, rimane attiva anche in queste condizioni e scava gallerie appena al di sotto della neve per cercare artropodi e molluschi, costituendo



Anche l'orso (*Ursus arctos*) frequenta sporadicamente gli ambienti nivali



L'arvicola delle nevi (*Chionomys nivalis*)

dei manicotti di materiale vegetale in decomposizione, in particolare di erbe, che sono ben visibili al suolo quando la neve si scioglie e che possono terminare in un nido dello stesso materiale. D'estate tende a scavare gallerie nel terreno. L'arvicola delle nevi è una specie a distribuzione euroasiatica, diffusa nei rilievi sudeuropei dai Pirenei alle Alpi e agli Appennini, nei Tatra, nei rilievi balcanici e nel Medio Oriente fino all'Iran e al Turkestan. In Italia è diffusa in tutta la catena alpina, sull'Appennino tosco-emiliano e sulle cime più elevate dell'Appennino centrale (Majella, Gran Sasso, Monti della Laga, Monte della Duchessa).

Durante le ultime fasi glaciali era notevolmente diffusa in tutta la penisola, ma con l'innalzamento della temperatura si è rifugiata in quota formando popolazioni più o meno isolate che potrebbero rappresentare sottospecie diverse. Gli ambienti prediletti dall'arvicola delle nevi sono le praterie e i cespuglieti subalpini e alpini ricchi di pietre, oltre il limite della vegetazione arborea e fino a quello delle nevi perenni, dove spesso si comporta da antropofila in vicinanza di insediamenti umani (malghe, rifugi). In alcune aree si rinviene anche ad altitudini più basse, fino a quote collinari. L'arvicola delle nevi si nutre di vegetali, in particolare erbe e radici ed occasionalmente di invertebrati.

Il toporagno alpino (*Sorex alpinus*) è l'unico insettivoro che popola con regolarità l'ambiente di alta quota sulle Alpi. L'identificazione dei piccoli insettivori è sempre difficile e solo una conoscenza specializzata permette di distinguere il toporagno alpino dal toporagno comune (*Sorex araneus*) e da altre specie a questo affini. Si tratta di un minuscolo mammifero di 6-7 cm di lunghezza diffuso in Europa dove popola le Alpi, il Giura, i Monti Tatra, i Sudeti, i rilievi balcanici e i Carpazi ed è presente con popolazioni isolate in Germania e nei Pirenei; in Italia popola tutta la catena alpina. Il toporagno alpino ha un'ampia distribuzione altitudinale dai 300 ai 2000 m e oltre, e frequenta ambienti vari. Alle basse quote si rinviene in gole umide presso l'acqua mentre più in alto vive nei boschi, soprattutto di conifere, e in ambienti aperti di quota, preferibilmente dove la presenza di pietraie permette all'animale di rifugiarsi.



Gallerie scavate da microtini