

## **Torrenti montani**

## Quaderni habitat

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

### *coordinatori scientifici*

Alessandro Minelli · Sandro Ruffo · Fabio Stoch

### *comitato di redazione*

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

### *"Torrenti montani - La vita nelle acque correnti"*

a cura di Fabio Stoch

### *testi di*

Marco Cantonati · Valeria Lencioni · Bruno Maiolini · Mauro Marchetti · Karin Ortler · Mario Panizza ·  
Sergio Paradisi · Margherita Solari · Fabio Stoch

### *illustrazioni di*

Roberto Zanella

### *progetto grafico di*

Furio Colman

### *foto di*

Archivio Museo Friulano di Storia Naturale (Ettore Tomasi) 47/1, 47/3, 49/1, 50/1, 50/2, 50/3, 51/1, 51/2,  
51/3, 54, 55/1, 55/2, 55/3  
Marco Cantonati 31/1, 31/2, 32/1, 32/2, 32/3, 34/1, 34/2, 35/1, 35/2, 39  
Massimo Capula 134  
Ulderica Da Pozzo 9, 10, 27, 28, 46, 58, 110, 139, 148, 151, 153  
Adalberto D'Andrea 6, 63, 132  
Massimo Domenichini 141  
Maria Manuela Giovannelli 60/2  
Luca Lapini 90, 92, 97, 98  
Valeria Lencioni 20, 100  
Bruno Maiolini 56, 60/1, 65/2, 68/1, 71, 74/1, 74/2, 79/1, 112, 145  
Mauro Marchetti 124  
Michele Mendi 95  
Andrea Mocchiutti 23  
Giuseppe Muscio 26, 42, 52, 119, 120, 130, 135, 137  
Karin Ortler 40, 45, 49/2, 53  
Sergio Paradisi 85, 87  
Parco Naturale delle Foreste Casentinesi (Nevio Agostini) 7, 18, 80, 122, 129, 147  
Roberto Parodi 96/1, 96/2  
Ivo Pecile 13, 66  
Margherita Solari 47/2, 59, 116, 150  
Fabio Stoch 62, 68/2, 103/1, 103/2, 103/3, 114, 115, 138  
Roberto Zucchini 65/1, 67, 70, 79/2, 91, 93, 127

©2002 Museo Friulano di Storia Naturale · Udine

*Vietata la riproduzione anche parziale dei testi e delle fotografie.  
Tutti i diritti sono riservati.*

ISBN 88 88192 07 7

*In copertina:* sorgenti dell'Arzino in Carnia, Friuli (foto Ulderica Da Pozzo)

QUADERNI HABITAT

# Torrenti montani

La vita nelle acque correnti

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

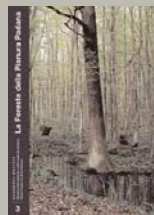
## Quaderni habitat



**1**  
Grotte e  
fenomeno  
carsico



**2**  
Risorgive  
e fontanili



**3**  
Le foreste  
della Pianura  
Padana



**4**  
Dune e  
spiagge  
sabbiose



**5**  
Torrenti  
montani



**6**  
La macchia  
mediterranea



**7**  
Coste marine  
rocciose



**8**  
Laghi costieri  
e stagni  
salmastri



**9**  
Le torbiere  
montane



**10**  
Ambienti  
nivali



**11**  
Pozze, stagni  
e paludi



**12**  
I prati aridi



**13**  
Ghiaioni e  
rupi di  
montagna



**14**  
Laghetti  
d'alta quota



**15**  
Le faggete  
appenniniche

## Indice

<b>Introduzione</b> .....	7
Sergio Paradisi	
<b>Idrogeologia</b> .....	13
Mauro Marchetti · Mario Panizza	
<b>Flora e vegetazione</b> .....	29
Marco Cantonati · Karin Ortler	
<b>La fauna ad invertebrati</b> .....	57
Bruno Maiolini · Valeria Lencioni	
<b>La fauna a vertebrati</b> .....	81
Sergio Paradisi	
<b>Ecologia dei torrenti montani</b> .....	101
Fabio Stoch	
<b>Aspetti di conservazione e gestione</b> .....	121
Mauro Marchetti · Mario Panizza · Sergio Paradisi · Fabio Stoch	
<b>Proposte didattiche</b> .....	149
Margherita Solari	
<b>Bibliografia</b> .....	155
<b>Glossario</b> .....	156
<b>Indice delle specie</b> .....	157



## Introduzione

SERGIO PARADISI

La montagna assume indubbiamente aspetti di grande fascino quando accanto allo slancio delle vette, ai pascoli dalle meravigliose fioriture, ai boschi solenni e misteriosi, l'acqua si eleva a protagonista del paesaggio.

Lo scorrere delle acque sui pendii, sia che si mostri nell'impeto dei flutti che prorompono dalle lingue glaciali, nella miriade di rigagnoli argentei che dilagano sui versanti, nell'aspetto ridente del limpido ruscello sorgivo che percorre il pascolo, nel fragore della grande cascata, è da sempre fonte di attrazione per l'uomo, che ne ha fatto in passato la sede privilegiata di alcune sue attività e lo vede oggi come ambiente "da cartolina", sufficientemente lontano dai grandi insediamenti umani

da essere considerato luogo incontaminato e di bucolica serenità. Tuttavia la realtà che sta dietro a quest'immagine oleografica è diversa. L'elevata pendenza, l'alta velocità di corrente che ne consegue, la temperatura bassa o molto bassa, il ridotto grado di trofia, concorrono a fare del torrente montano un ambiente severo e selettivo. Le comunità animali e vegetali che vi sono insediate sono più povere rispetto a quelle di un fiume di pianura e costituite da elementi specializzati. Ma essere specializzati significa anche essere vulnerabili: ecco, il torrente d'alta quota è forse, prima di tutto, un ambiente vulnerabile. Anche per sua stessa natura, poiché si tratta di un luogo dove gli eventi meteorici inducono un ringiovanimento del paesaggio pressoché continuo, impedendo ai popolamenti animali e vegetali di pervenire ad un assestato stadio di maturità: è come se le biocenosi del torrente fossero perennemente pioniere. È chiaro che in tale contesto interventi umani poco accorti, anche modesti, possono turbare i delicati accorgimenti che consentono il perpetuarsi delle forme di vita che ivi trovano dimora.



L'Acquacheta in Appennino Tosco-Emiliano

I torrenti montani sono da sempre fonte di attrazione per l'uomo

Le attività tradizionali della gente di montagna (pastorizia, selvicoltura) hanno avuto in verità conseguenze generalmente molto limitate sull'ecosistema del torrente; le fonti inquinanti in quota sono poche, gli insediamenti di piccola entità. Negli ultimi anni poi queste attività, con il noto fenomeno dell'abbandono della montagna (e dell'alta montagna in particolare) sono fortemente diminuite. Ma in concomitanza, ed in parte anche in conseguenza di tale andamento demografico, vi è stata necessità di condurre interventi di altro tipo. E questi interventi non sono né modesti né scarsamente impattanti, e spesso sono tali da privare il torrente, anche dal punto di vista paesaggistico, dell'aura di Eden che gli abbiamo finora attribuito. Briglie, canalizzazioni, sistemazioni, derivazioni, arginature sono opere di forte impatto ambientale, volte a piegare il torrente al volere dell'uomo. Certo, si tratta di interventi spesso giustificati da necessità idrauliche e di sicurezza degli insediamenti umani. Ma troppe volte il torrente - paradossalmente, vista l'assoluta naturalità con cui viene percepito dal sentire comune - è visto solo come sterile contenitore, come via preferenziale che l'acqua dei ghiacciai o piovana segue per giungere a valle; e basta. Le comunità animali e vegetali che lo popolano non vengono prese in considerazione nell'esecuzione di tali opere, e ne risultano spesso profondamente modificate, e talora compromesse per sempre.

Di questo intende parlare il presente volume dedicato ai torrenti montani, dove verranno esaminati in dettaglio gli aspetti geologici, botanici e faunistici delle acque correnti italiane d'alta quota. Parlando di torrenti però non ci riferiamo ad un habitat unico e omogeneo: affrontiamo in realtà un complesso mosaico di tipologie ambientali che spesso presentano aspetti geologici e biologici molto diversi tra loro. Sono torrenti montani i corsi d'acqua delle Alpi e degli Appennini, quelli che scendono dai contrafforti lavici dell'Etna ed i piccoli rii temporanei dell'entroterra sardo, dove la storia geologica dell'isola ha creato un mondo biogeografico del tutto diverso da quello della penisola. Sono torrenti i corsi d'acqua gelidi ed impetuosi che scendono dai ghiacciai alpini, ma anche le fiumare che nelle assolate giornate estive sono ridotte a letti di ghiaia con un aspetto che ricorda più un deserto che un corso d'acqua. Non è stato possibile per questo motivo affrontare nel volume tutte le tematiche ambientali che l'ecosistema "torrente" pone; è stato deciso pertanto di dedicare il libro ai torrenti montani propriamente detti, limitando l'area geografica all'arco Alpino ed all'Appennino settentrionale, e fermando la trattazione verso Sud, in linea di massima, ai corsi d'acqua abruzzesi e laziali.

Il volume è dedicato a tutti gli aspetti naturalistici dei torrenti, ma non solo; vi è un'articolata trattazione anche dei pericoli che mettono in forse la sopravvivenza dei loro fragili popolamenti: con la speranza che, come sempre, la divulgazione della conoscenza si traduca nella consapevolezza di ciò che stiamo perdendo e in una più diffusa volontà di conservazione.



Un torrente delle Alpi in visione invernale





## Idrogeologia

MAURO MARCHETTI · MARIO PANIZZA

11

Le acque che scorrono sulla superficie terrestre formano il deflusso superficiale, studiato da alcune branche delle scienze della Terra quali l'idrologia, l'idraulica e la geomorfologia. Per comprendere caratteristiche ed evoluzione dei corsi d'acqua è infatti importante conoscere sia i parametri relativi alla fisica dei fluidi sia le geometrie degli alvei e lo sviluppo del reticolo idrografico, sia i fattori strutturali del bacino idrografico (litologia, grado di fratturazione, etc.) e le condizioni climatiche, che influenzano i processi di modellamento fluviale.

I corsi d'acqua dei rilievi alpini e di quelli appenninici differiscono alquanto fra loro poiché risultano fortemente condizionati sia dalle litologie molto diversificate, che affiorano nei rispettivi bacini, sia dalle forti differenze di energia del rilievo, in genere maggiore nei bacini alpini. Anche le condizioni climatiche risultano diverse tra bacini alpini e appenninici, perché i primi possono essere ubicati a fasce altitudinali più elevate, in cui predomina l'ambiente periglaciale.

### ■ Inquadramento geologico

Il territorio italiano è particolarmente ricco di aree montane e collinari; queste rappresentano rispettivamente il 35.2% e il 41.7% dell'intera superficie italiana. Le aree montuose sono notoriamente disposte lungo due catene (le Alpi e gli Appennini) che appartengono ad un sistema montuoso esteso dallo stretto di Gibilterra fino all'Indonesia.

L'evoluzione di questo sistema montuoso è assai complessa: per la parte che riguarda l'area circummediterranea, le varie porzioni di catena rappresentano una serie di tratti tettonicamente deformati, in cui i processi di raccorciamento e di accavallamento della crosta continentale non sono stati omogenei. L'avvio di tali fenomeni si fa risalire al limite Giurassico-Cretacico (circa 150 milioni di anni fa). Nel Cretacico si arresta la subduzione del fondale oceanico ed entrano in collisione diretta le due sponde del continente eurasiatico e africano; iniziano perciò a verificarsi sovrascorrimenti che interessano via via parti più rilevanti della crosta continentale. La fase di maggior attività per le nostre Alpi è l'Eocene superiore-Oligocene (40-20 milioni di anni fa). Nel successivo Neogene prosegue la fase orogenetica, molto intensa durante il Miocene nell'Appennino Toscano e nel Plio-Pleistocene nell'Appennino esterno.

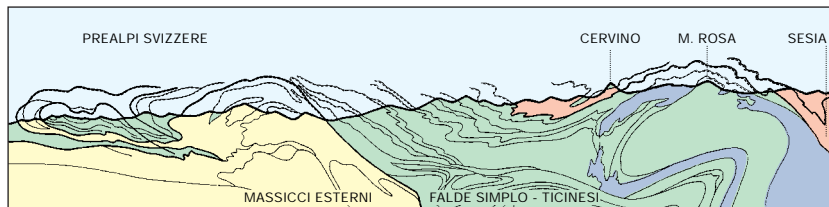
Le catene dell'Europa meridionale sono formate da falde rovesciate verso

La forre sono uno degli aspetti più tipici di morfologia torrentizia in rocce poco erodibili

Nord: la loro struttura è decisamente asimmetrica poiché sono costituite da falde accavallate le une sulle altre e traslate di centinaia di chilometri. La catena Appenninica è invece accavallata verso l'Adriatico.

Le Alpi costituiscono un'unità geografica ben definita, di circa 1000 km di lunghezza e 150-200 km di larghezza e sono caratterizzate da numerose cime che superano i 3500 m di quota. L'intenso evento tettonico oligo-miocenico, che ha portato alla formazione delle Alpi, è stato seguito da una fase erosiva che ha ridotto la catena - alla fine del Miocene superiore - ad una serie di bassi rilievi; l'attuale conformazione è dovuta ai successivi sollevamenti plio-pleistocenici. Gli Appennini sono una catena lunga circa 1000 km dove poche cime superano i 2000 m di quota: le massime quote si rinvencono nel tratto abruzzese-laziale (Gran Sasso 2912 m) e l'Etna ne rappresenta la cima più elevata (3223 m).

Le maggiori differenze che caratterizzano le Alpi dagli Appennini risiedono nel grado di tettonizzazione delle due catene, nell'entità del sollevamento e nel comportamento duttile o fragile delle loro formazioni rocciose. Questi elementi interagiscono in modo diretto o indiretto con altri fattori, ad esempio l'erodibilità delle litologie e le condizioni climatiche, contribuendo a determinare un tasso di erosione che varia significativamente da area ad area. La differenza più significativa per l'evoluzione dei torrenti montani è sicuramente costituita dalla diversa composizione litologica del substrato affiorante su Alpi e Appennini. Pur nella loro complessità, infatti, si può affermare che sulle Alpi affiorano con grande continuità rocce piuttosto resistenti all'erosione, ad esempio intrusive e metamorfiche in quelle occidentali, calcaree in quelle centrali e orientali, vulcaniche e dolomitiche in quelle veneto-trentine. Negli Appennini, le litologie sono invece meno coerenti, come argille, marne e arenarie, mentre sono poco rappresentate rocce cristalline e metamorfiche; in alcune aree sono presenti rocce vulcaniche, a luoghi costituite da tufi e ceneri con uno scarso grado di resistenza all'e-



Le Alpi poggiano su di un basamento pre-Triassico costituito da rocce prevalentemente granitiche o metamorfiche a comportamento più rigido di quello delle soprastanti coperture sedimentarie. Questo basamento affiora più diffusamente nel settore occidentale delle Alpi italiane. Le Alpi Calcaree Meridionali, in cui ricadono quasi completamente quelle italiane centro-orientali, poggiano su un basamento paleoafricano, coperto da una potente successione di sedimenti (e rare vulcaniti) spesso oltre 10 km.

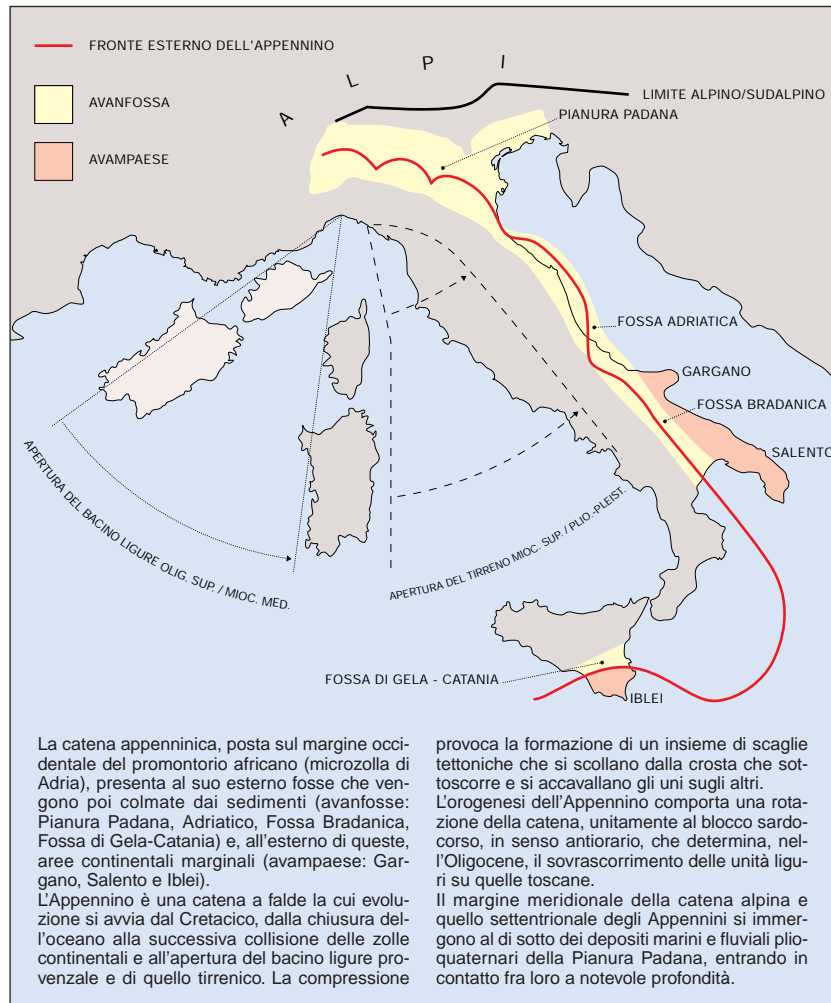
Durante le compressioni dell'orogenesi alpina, la successione si è affastellata verso sud ripiegandosi e raccorciandosi grazie allo sviluppo di un fitto sistema di piani di scorrimento (faglie) inclinati verso nord.

Sezione geologica schematica attraverso le Alpi occidentali che esemplifica il sistema a falde sovrapposte della catena. Giallo: Dominio Elvetico; verde: Dominio Pennidico (in azzurro la zona piemontese) arancione: Dominio Austridico.



Un torrente incide un massiccio montuoso della Valle Aurina (Trentino)

rosione. Spiccano tuttavia nel panorama appenninico alcuni tratti contraddistinti da litologie meno erodibili, in forte rilievo su un paesaggio caratterizzato in genere da pendenze blande: tra queste sono da ricordare le coperture vulcaniche laziali, le arenarie del crinale toso emiliano e romagnolo, i calcari della successione umbro-marchigiana, le rocce cristalline e metamorfiche delle Apuane e i resti del basamento metamorfico con intrusioni di granitoidi ercinici (formatisi durante l'orogenesi ercinica, datata alla fine del Carbonifero, circa 300 milioni di anni fa) dell'arco calabro-peloritano.



La varietà delle rocce comporta una diversa resistenza agli agenti esogeni e allo scorrere delle acque superficiali, condizionando anche il trasporto solido dei corsi d'acqua. In quelli appenninici, il trasporto solido totale, confrontato con quello dei corsi d'acqua alpini, indica una maggior percentuale di componente in sospensione rispetto a quella di fondo. Un'altra differenza è data dalla distribuzione generale dell'energia del rilievo, definita anche come altitudine relativa. Si può notare infatti che le quote medie dei vari bacini idrografici presentano dislivelli decisamente maggiori sulle Alpi e le cime più alte delle due catene riflettono questa condizione. Le quote maggiori hanno ripercussioni sul microclima dei bacini imbriferi e conseguentemente sulle tipologie di alimentazione idrica: in quelli più elevati vi sono, ad esempio, situazioni nivoglaciali. La presenza di ghiaccio e neve implica inoltre importanti azioni di disaggregazione fisica (crioclastismo) capaci di provocare la formazione di ingenti quantità di detriti, che arrivano abbondanti negli alvei per effetto dello scorrimento delle acque superficiali, della forza di gravità e delle valanghe.

I bacini idrografici alpini presentano anche una dimensione media maggiore rispetto a quelli appenninici e ciò influisce in generale sia sull'alimentazione che sulle portate e la lunghezza dei corsi d'acqua.

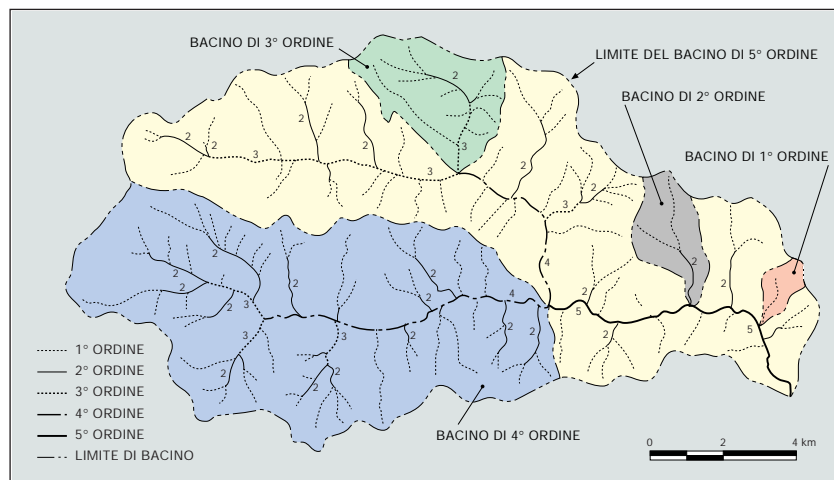
Le due catene sono state interessate inoltre da un diverso grado di modellamento da parte dei ghiacciai. Le Alpi, durante l'ultimo acme glaciale (25 000-17 000 anni fa) erano sepolte da un'unica calotta glaciale da cui emergevano solo le cime più elevate, mentre gli Appennini presentavano piccoli ghiacciai, originati in prossimità dei crinali più alti ed esposti a Nord. I ghiacciai oltre a modellare le principali vallate hanno prodotto una grande mole di sedimenti, in buona parte ancora immagazzinati entro i bacini idrografici. Questi detriti offrono una disponibilità di materiale trasportabile dai torrenti, di gran lunga superiore a quella che potrebbe risultare disponibile come sola conseguenza della disaggregazione fisica nelle attuali condizioni morfoclimatiche.

## ■ Idrografia

**Bacino idrografico.** L'acqua che scorre sulla superficie del rilievo si organizza in reticoli idrografici e tutti i corsi d'acqua, anche quelli occasionali, drenano un determinato bacino idrografico. Quest'ultimo rappresenta l'area entro cui, supponendo nulla l'infiltrazione e l'evapotraspirazione (superficie immaginata impermeabile e senza copertura vegetale), una qualsiasi precipitazione liquida o solida (pioggia, neve, grandine, etc.) è convogliata al canale principale che sottende il deflusso idrico dell'intera area.

Il bacino idrografico confina con altri bacini ed è diviso da questi da un limite detto linea di spartiacque o di displuvio. Non sempre vi è coincidenza tra questo spartiacque superficiale e quello sotterraneo, per effetto delle infiltrazioni che



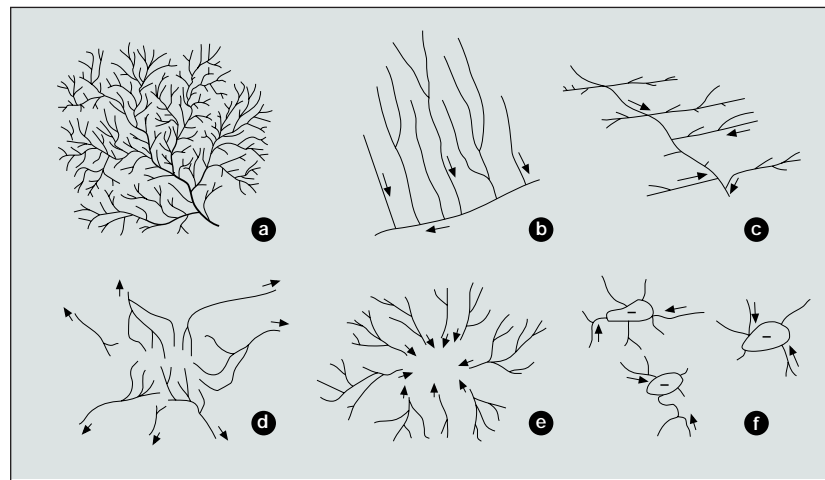


I bacini e i relativi reticoli idrografici possono essere studiati dal punto di vista morfometrico, attraverso la suddivisione in segmenti ai quali viene attribuita una gerarchia. Sono detti segmenti del 1° ordine i tratti che si alimentano direttamente da sorgenti o da ruscellamento diffuso; dalla confluenza di segmenti del 1° ordine si originano segmenti del 2° ordine;

dalla confluenza di questi si originano quelli del 3° ordine, e così via. Corsi d'acqua del 2° ordine sottenderanno perciò bacini del 2° ordine che costituiscono sottobacini di bacini di ordine maggiore. L'esempio è quello del bacino idrografico del Torrente Isorno, situato al confine tra Piemonte e Canton Ticino (Svizzera) e relativo reticolo idrografico.

possono produrre un flusso sotterraneo verso un altro bacino (perdita) o da un altro (guadagno). Il disegno del reticolo idrografico nel bacino, costituito dal corso d'acqua principale e dai suoi affluenti, è detto *pattern* del drenaggio. Questo può assumere disegni molto diversi, il più delle volte condizionati dalla struttura geologica.

**Evoluzione del reticolo idrografico.** Lo sviluppo del reticolo idrografico in tutta l'area circummediterranea, e quindi anche sui rilievi italiani, è stato condizionato da un importante evento accaduto durante il Messiniano (Miocene superiore, 4-5 milioni di anni fa) quando il Mediterraneo rimase isolato dall'Atlantico. Precedentemente la loro comunicazione avveniva attraverso un passaggio posto a Nord della catena betica, nell'attuale Spagna meridionale, ed attraverso un altro passaggio posto a Sud della catena del Rif, nell'attuale Marocco. La chiusura avvenuta per effetto dell'avvicinamento Africa-Europa (prima si chiuse il passaggio settentrionale e poi quello meridionale) avvenne in poche decine di migliaia di anni. L'effetto di questa chiusura, durante un periodo caldo, fu l'evaporazione quasi totale del Mediterraneo, tanto che in molti luoghi si depositarono evaporiti (soprattutto gessi). Parallelamente, sulle terre emerse si verificò un'erosione nei reticoli idrografici per effetto dell'erosione regressiva a partire dal livello di base marino più basso. Per dare un'idea dell'entità dell'ap-



Il reticolo dendritico (a), dal caratteristico disegno ad albero, è tipico delle aree a litologie argillose ed omogenee, ad esempio quelle collinari dell'Appennino Settentrionale. Il reticolo parallelo (b) è fortemente condizionato da versanti rettilinei ad elevata acclività come quelli delle principali vallate alpine. Il reticolo angolare (c), legato a faglie e fratture su litolo-

gie competenti, si sviluppa, ad esempio, nelle prealpi trentine. Il reticolo radiale è caratteristico dei rilievi isolati, ad esempio i colli Euganei (centrifugo, d) o delle depressioni quali i laghi vulcanici del Lazio (centripeto, e). Il reticolo disordinato (f) è tipico di aree di recente modellamento o soggette a particolari processi di erosione, come quella carsica.

profondimento del reticolo idrografico, si pensi che la base della depressione dei principali laghi prealpini (Garda, Maggiore, Como, Iseo) si trova a profondità di più di 500 m sotto l'attuale livello del mare. Le depressioni lacustri sono poi state riempite negli ultimi 5 milioni di anni da sedimenti, ma i loro fondali sono tuttora al di sotto del livello del mare.

Altri periodi decisamente critici per il reticolo idrografico delle Alpi e degli Appennini corrispondono alle grandi glaciazioni pleistoceniche (Pleistocene: 1 800 000-10 000 anni fa). Sulle Alpi, sulla base dei depositi glaciali ritrovati, sono stati individuati almeno cinque picchi freddi corrispondenti a grandi glaciazioni: Donau, Günz, Mindel, Riss, Würm. Durante le fasi fredde i bacini idrografici erano sottoposti a situazioni complesse e non uniformi lungo tutta la penisola italiana. Le Alpi, ad esempio, erano coperte da un'unica grande calotta, da cui emergevano solo i picchi più elevati e ripidi, le cui terminazioni giungevano fino ai margini della Pianura Padana. Le precipitazioni erano meno abbondanti che attualmente, a causa dell'instaurarsi di condizioni anticicloniche sulla massa glaciale. Nelle circostanti pianure si estendevano perciò paesaggi di steppa (condizioni arido-fredde), mentre sui rilievi agivano intensamente i processi glaciali che contribuirono al rimodellamento delle principali valli alpine e all'approfondimento generalizzato del reticolo. Si rimodularono in questi periodi molti livelli di base; infatti l'escavazione glaciale delle valli principali e lo



Un torrente in area appenninica (Ponte della Brusia, Bocconi, Forlì)

stazionamento in queste di ingenti spessori di ghiaccio ha potuto sostenere livelli di base più elevati per i ghiacciai affluenti laterali, producendo quelle che oggi appaiono valli sospese, ove tali affluenti si gettano nella valle principale con un salto, dando origine a cascate, a volte spettacolari. Durante le glaciazioni, quindi, si genera sulle Alpi una forte produzione di detrito e un approfondimento del reticolo; nella parte valliva, allo sbocco in pianura, si hanno invece imponenti accumuli sedimentari che, ad esempio, colmano tutta la Pianura Padana fino al Po. L'influsso del mare, il cui livello è più basso di circa 100 m rispetto all'attuale, non sembra aver prodotto effetti significativi sulla parte montana del reticolo. Negli Appennini, durante le fasi glaciali, non c'erano grandi masse glaciali e nessuna lingua di ghiaccio giungeva nelle antistanti pianure. Il paesaggio era dominato da condizioni di tipo periglaciale (crionivale); soltanto sulle parti più interne dell'Appennino Settentrionale (crinale tosco-emiliano) e sui rilievi dell'Abruzzo erano presenti apparati glaciali di piccole e medie dimensioni.

Le condizioni periglaciali hanno comportato una disgregazione fisica molto intensa non accompagnata da un analogo approfondimento del reticolo idrografico. Questo si trovava così nelle condizioni di non smaltire tutti i sedimenti che si producevano sui versanti e venivano recapitati ai suoi corsi d'acqua. Caratteristici sono i depositi che vanno sotto il nome di "grèzes litées", tuttora presenti soprattutto sui versanti delle regioni umbro marchigiane. In Pianura Padana si assiste alla deposizione, per esempio durante l'ultimo massimo glaciale, di ghiaie nei conoidi alluvionali: queste fra l'altro costituiscono la zona di alimentazione delle falde idriche di tutta la pianura emiliana.

Dopo la fine dell'ultima glaciazione (Olocene), il reticolo ha subito variazioni di minor entità: le principali sono da attribuirsi ai cambiamenti della tipologia della copertura vegetale e soprattutto della sua densità. Quest'ultima è in parte influenzata dalle condizioni climatiche, caratterizzate durante l'Olocene da piccole oscillazioni di temperatura e umidità, ma anche, soprattutto a partire dal Neolitico e ancora più dal periodo romano, dal popolamento umano e dalle relative attività. Si riconoscono perciò periodi di forte erosione del reticolo in seguito a disboscamenti (soprattutto nel Neolitico, nel periodo romano e in età moderna) e periodi di minor erosione, in qualche caso di stabilità, in seguito all'abbandono e alla riforestazione montana, come nell'alto medioevo o nella seconda metà del XX secolo. Quest'ultimo periodo, in particolare, è uno dei più complessi da interpretare poiché allo spopolamento della montagna, che provoca la riforestazione, si sono accompagnate altre azioni dell'uomo, con effetti contrastanti. Ad esempio, l'abbandono stesso, facendo mancare la manutenzione del bosco e dei pendii, provoca a breve termine un aumento dell'erosione del suolo; la mancanza di controllo e gli interessi economici innescano la pratica degli incendi dolosi che si riflettono, nella stagione piovosa, in imponenti fenomeni erosivi; la risistemazione artificiale (opere che regolano il flusso idrico, rimboschimenti artificiali, etc.) hanno invece un effetto regimante contrario, cioè ostacolano i processi erosivi.

**Alimentazione dei corsi d'acqua.** L'alimentazione dei corsi d'acqua è uno dei parametri più importanti che caratterizzano la quantità e la qualità delle acque disponibili nei torrenti, nonché il loro regime ovvero la distribuzione stagionale delle portate. I corsi d'acqua che drenano bacini piccoli e con litologie omogenee sono contraddistinti da alimentazione semplice dovuta alle precipitazioni o alla fusione del ghiaccio o della neve, oppure all'emersione di una falda, mentre nei bacini più grandi di ordine elevato l'alimentazione è spesso complessa e influenzata dai diversi apporti idrici degli affluenti.

Possiamo in generale riconoscere un'alimentazione di tipo pluviale quando l'origine dell'acqua è da imputarsi direttamente alle precipitazioni. I fiumi soggetti a questa alimentazione presentano un regime caratterizzato da portate di piena in concomitanza con i periodi di massima piovosità e da magre in occasione delle stagioni secche. Questo andamento stagionale risente perciò delle condizioni climatiche generali in cui risiede il bacino idrografico. Nell'Appennino settentrionale, dove l'alimentazione è tipicamente pluviale, si verificano condizioni di piena soprattutto nel periodo autunnale, in concomitanza con le precipitazioni stagionali più intense, e in misura minore nel periodo primaverile. Le magre, al contrario, si riscontrano nel periodo estivo e in quello invernale, con una maggior preponderanza nel primo, per effetto sia dell'elevata evapotraspirazione sia della scarsa alimentazione. Esistono luoghi, condizionati da particolari



Lo scioglimento dei ghiacci rappresenta una modalità di alimentazione dei torrenti montani

nearsi di masse d'aria più fredda, provenienti dalle pianure centro europee e a volte anche dalle regioni siberiane, provoca l'instaurarsi di fronti perturbati che si stabilizzano per lunghi periodi sull'area e determinano periodi di prolungate precipitazioni, soprattutto nei mesi autunnali.

L'alimentazione è di tipo glaciale quando i corsi d'acqua derivano dalla fusione del ghiaccio. In questo caso le portate di piena si registrano nei periodi di più intenso scioglimento del ghiaccio, ovvero nei periodi estivi, mentre le portate di magra si registrano durante i mesi più freddi.

Se l'alimentazione non dipende dallo scioglimento del ghiaccio ma della neve (alimentazione nivale), le portate di piena sono anticipate alla primavera e decrescono con l'avanzare della stagione calda per effetto della riduzione della copertura nevosa sul territorio. L'alimentazione è prevalentemente nivale nei bacini situati alle quote più elevate delle regioni montuose italiane; le portate di piena raggiungono i massimi nei mesi di maggio-giugno per decrescere fino alla successiva piena primaverile. In alcuni bacini posti alle quote più elevate del settore occidentale della catena alpina sono presenti corsi d'acqua con alimentazione di tipo nivoglaciale; in essi le portate sono date dallo scioglimento sia della neve sia del ghiaccio. Tra i corsi d'acqua che presentano questo tipo di alimentazione sono da annoverare diversi affluenti di Dora Baltea, Dora Riparia, Sesia e Ticino; più ad oriente lungo la catena alpina sono da annotare anche alcuni affluenti dell'Adige.

**Sorgenti.** Nei torrenti di montagna può assumere una certa rilevanza la presenza di sorgenti, le cui portate possono determinare il regime del corso d'acqua stesso. Quando la quantità d'acqua che fuoriesce è costituita da un semplice sgocciolio si parla piuttosto di stillicidio, quando invece la portata è misu-

situazioni climatiche, come le aree liguri e del Piemonte meridionale, dove la disposizione delle catene alpina e appenninica in prossimità della costa interferisce con le masse d'aria di provenienza atlantica, favorendo il verificarsi di rovesci temporaleschi molto intensi sul finire della stagione estiva, responsabili di piene catastrofiche. Situazioni simili sono caratteristiche anche della regione calabrese e comunque in una certa misura di tutto il versante occidentale della catena appenninica. Altra situazione particolare è quella delle Prealpi Veneto-Friulane, dove l'incu-

## Tipologia di sorgenti

Mauro Marchetti · Mario Panizza

Le sorgenti di emergenza ( a ) variano di ubicazione e possono scomparire temporaneamente in conseguenza della portata variabile della falda durante l'anno. Se affiorano lungo un fondo vallivo, tendono ad abbassarsi di quota col deprimersi del livello freatico e a raggiungere quote più elevate durante le fasi di livello massimo mentre, se sono localizzate in una cavità, possono scomparire durante le fasi di basso livello freatico.

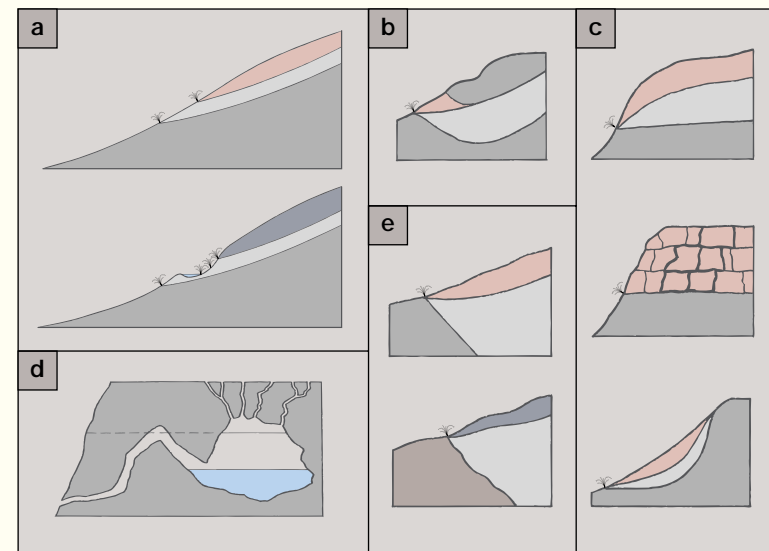
Le sorgenti di trabocco ( b ) si originano dove le acque, accumulate in un serbatoio sotterraneo, sfiorano da una soglia di troppo pieno e fuoriescono.

Le sorgenti di contatto ( c ), molto comuni, sgorgano per deflusso della falda in un terreno permeabile al contatto con una formazione impermeabile. Questo contatto può essere di natura stratigrafica (superficie di strato; trasgressioni, etc.), tettonico (sovrascorimenti, faglie, etc.), per effetto di forme e depositi recenti (corpi di frana, morene,

alluvioni, etc., su litotipi meno permeabili sottostanti). Queste sorgenti hanno ubicazione fissa; non sono soggette a spostamenti al variare del livello freatico. Quando quest'ultimo varia si può assistere a sorgenti con portata variabile fino a sorgenti che si attivano solo in situazioni particolari di alto livello freatico. Un esempio caratteristico in questo senso è quello delle sorgenti carsiche ( d ) nei massicci carbonatici dove la permeabilità è dovuta principalmente alla circolazione nelle fessure e nelle fratture piuttosto che per porosità della roccia stessa.

Le sorgenti di sbarramento ( e ) sono dovute all'emersione dell'acqua sotterranea a causa di ostacoli impermeabili che ne contrastano il movimento.

Le sorgenti di fessura infine sono determinate dalla presenza di faglie, fratture, ogni altro tipo di percorso preferenziale, ad esempio condotti carsici, che permettono la fuoriuscita di acqua da un punto ben preciso.





rabile si parla propriamente di sorgenti. Tra i termini utili per definire la provenienza di acqua da una sorgente si parla di sorgiva, di fonte, di polla e nel caso di un intervento antropico di fontana.

Le sorgenti rappresentano l'emersione di una falda acquifera. Nel caso di terreni permeabili, si generano entro tali sedimenti falde acquifere in cui l'acqua si muove con velocità che dipendono sia dalla permeabilità del mezzo attraversato sia dalla pendenza della falda. Quando il tetto della falda incontra la superficie topografica, essa emerge dando origine alle sorgenti. Una sorgente è pertanto una zona, puntiforme o diffusa, in cui la falda sotterranea incontra la superficie topografica ed emerge. La venuta alla luce dell'acqua di falda può essere dovuta alla filtrazione attraverso sedimenti o rocce porose o attraverso condotti preferenziali, in genere costituiti da superfici di discontinuità (superfici di strato, contatti tra formazioni a diversa permeabilità, fratture e faglie, etc.). Le sorgenti montane perciò sono distinte in diverse tipologie e tra queste le più comuni sono: sorgenti di emergenza, sorgenti di trabocco, sorgenti di contatto, sorgenti di sbarramento, sorgenti di fessura.

Le sorgenti si possono presentare isolate, ma a volte sono raggruppate in aree circoscritte o allineate lungo particolari strutture geologiche (ad esempio un limite tra formazioni permeabili e impermeabili). Questi allineamenti di sorgenti di contatto possono essere particolarmente frequenti, come nel caso dei flysch dell'Appennino o delle arenarie sovrapposte alle litologie fini e impermeabili dell'alto Appennino emiliano (ad esempio ai piedi della Pietra di Bismantova).

**Caratteristiche chimico-fisiche delle acque.** Le acque che scorrono nei torrenti di montagna sono caratterizzate da un regime termico che è funzione della loro alimentazione e da una composizione chimica che è invece funzione sia dei terreni attraversati nel suo scorrere in superficie sia, ancora più sensibilmente nel caso delle acque di sorgente, dalla composizione dei terreni attraversati prima di sgorgare in superficie.

Il chimismo delle acque è determinato dagli ioni disciolti. Il trasporto di tali ioni in soluzione non è dipendente dall'energia del corso d'acqua, ovvero dalla sua portata e dalla sua velocità, ma piuttosto dalla composizione delle rocce attraversate e dall'aggressività delle acque stesse (pH).

Tra gli ioni più comuni si trovano in soluzione gli ioni carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), cloro ( $\text{Cl}^-$ ), solforico ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), i cationi sodio ( $\text{Na}^+$ ), potassio ( $\text{K}^+$ ), calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) e magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ) nonché la silice disciolta ( $\text{SiO}_2$ ).

La prevalenza di alcuni ioni sugli altri dipende dai terreni attraversati, ad esempio acque che scorrono entro massicci carbonatici presenteranno pH basico e risulteranno ricche di ioni calcio e di carbonati in genere. Se invece le acque attraversano massicci cristallini caratterizzati da rocce in cui abbondano quarzo e feldspati (ad esempio graniti, gneiss, scisti), come nel caso della parte più in-



Area carsica d'alta quota (Alpi Giulie) priva di reticolo drenante superficiale

terna della catena alpina, le acque presenteranno un pH acido e saranno ricche di silice. Se vengono attraversati terreni particolari come i gessi triassici che affiorano significativamente nella successione umbro-marchigiana, le acque si arricchiranno in calcio e solfati. Acque ricche di ioni sodio e cloro si riscontrano nei terreni salati da poco abbandonati dal mare (generalmente nelle aree di pianura costiera) o nelle aree dove sono presenti particolari sorgenti minerali. Maggiori concentrazioni di ioni magnesio si registrano in quelle aree dove abbonda questo elemento, come ad esempio in tutte le aree dolomitiche.

La misura del trasporto in soluzione può essere effettuata mediante esami di laboratorio che individuano il contenuto di ioni disciolti; tale dato si può esprimere secondo scale di misura differenti. Una delle misure più utilizzate è la durezza, ovvero il contenuto di calcio e magnesio dell'acqua (durezza totale). La durezza si misura in gradi idrotimetrici di cui i più comuni sono quelli francesi (1 °F corrisponde a 10 mg/l di ione  $\text{Ca}^{++}$ ). Sulla base della durezza in gradi francesi, le acque sono classificate in: molto dolci (0-7), dolci (7-14), mediocrementi dure (14-22), abbastanza dure (22-32), dure (32-54), molto dure (>54). Una misura semplice da eseguire è il residuo fisso a 180 °C che si ottiene facendo evaporare a 180 °C un litro d'acqua. Particolarmente aggressive si dimostrano le acque di fusione nivale per la ridotta presenza di cationi disciolti e la relativa abbondanza di acido carbonico.

In alcune aree dei rilievi italiani si possono verificare inoltre importanti modificazioni nel chimismo delle acque per cause antropiche. Tra le principali sono si-



curamente da annoverare quelle relative al forte inurbamento soprattutto per ragioni turistiche in alcune aree alpine. Le principali conseguenze della notevole pressione demografica in queste aree ha provocato soprattutto nel dopoguerra un aumento a volte significativo di alcuni inquinanti: coliformi, metalli pesanti, nitrati, fosfati. Nei pressi delle arterie stradali di comunicazione possono poi verificarsi aumenti anomali di idrocarburi e cloruri; questi ultimi dovuti alla pratica dello spargimento di sali clorurati antighiaccio. Nelle aree dove tradizionalmente è consistente l'allevamento (bovino sulle Alpi, suino e ovino sugli Appennini) si possono registrare anomali valori di nitrati e nitriti disciolti.

**Regime idraulico.** I corsi d'acqua si possono suddividere in due grandi gruppi: quello dei fiumi e quello dei torrenti. Questi due gruppi sfumano l'uno nell'altro e in parte si sovrappongono in una zona di transizione anche piuttosto ampia. Un fiume è un corso d'acqua perenne in cui le velocità e conseguentemente le pendenze dell'alveo sono basse (pendenze in generale minori di 0.5%). I torrenti al contrario sono caratterizzati da pendenze e quindi velocità maggiori; d'altronde il termine torrente, in latino *torrens*, deriva da "torreo" ovvero "che ribolle". Il termine è spesso utilizzato in senso figurato a testimoniare la veemenza del flusso in determinate circostanze, ad esempio torrente di lacrime, d'ingiurie, di passione, etc.

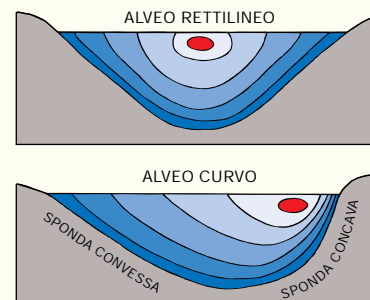
Le velocità nei torrenti montani sono molto varie e risentono sia del regime sia della tipologia di alimentazione del corso d'acqua. Si possono avere portate di magra quasi nulle; inoltre durante le magre le velocità possono anche divenire molto basse, nell'ordine di 0.1 m/sec, mentre in occasione delle piene si possono raggiungere elevate velocità, anche maggiori di 10 m/sec. Ne deriva che, pur essendo caratterizzati da portate totali inferiori a quelle dei fiumi, i torrenti sono dotati di una competenza di gran lunga superiore. La competenza di un corso d'acqua è definita dalla dimensione massima dei singoli clasti trasportabili. Tale dimensione è strettamente controllata dalle velocità raggiunte nell'alveo oltre che dall'altezza della lama d'acqua; al contrario, la quantità totale di trasporto solido è invece proporzionale alla portata del corso d'acqua. Ne consegue che in generale possiamo osservare a partire dalle parti alte del bacino idrografico via via verso la foce un incremento del volume di materiale trasportato (carico solido) e una contemporanea diminuzione della granulometria del materiale che subisce trasporto (competenza).

La conseguenza dei fenomeni di prelievo e di sedimentazione lungo i torrenti può essere una modificazione del profilo longitudinale dello stesso. Nel caso si determini un'erosione lungo un tratto del torrente, si assiste ad una diminuzione di pendenza del corso d'acqua a valle del tratto in esame e un'aumento di pendenza nel tratto a monte. Questi processi sono responsabili a loro volta di incrementi del tasso d'erosione a monte del tratto in esame e diminuzione nel

### Velocità

La velocità dell'acqua rappresenta l'indicatore più efficace per valutare lo stato energetico di un torrente.

Alle velocità più elevate corrispondono infatti i processi erosivi in alveo più intensi, mentre alle basse velocità si generano i processi di sedimentazione in alveo. La distribuzione delle velocità in alveo non sono omogenee; infatti le velocità più elevate si concentrano al centro dei canali poco al di sotto della superficie libera nel caso di alvei rettilinei o in prossimità della sponda concava nel caso di alvei curvi.



Distribuzione delle isotachie (linee di uguale velocità) in alveo rettilineo e in alveo curvo. In rosso la zona a maggior velocità della corrente (filone)

Già nella prima metà del XX secolo si era capito che i processi di erosione, trasporto e sedimentazione dipendevano dall'entità delle velocità. Nel diagramma di Hjulström del 1935 si può apprezzare questo concetto.

Da questo grafico si nota che per le particelle più fini, con diametro minore di 0.05 mm, una volta che siano state prese in carico non si sedimentano, nemmeno se le velocità divengono prossime a zero, proseguendo il loro percorso lungo il torrente fino al livello di base costituito da un lago o addirittura dal mare.

### Portata

La portata (Q) di un corso d'acqua è il volume d'acqua che attraversa la sezione dell'alveo nell'unità di tempo ed è espressa dalla formula:

$$Q = A v$$

dove A è l'area della sezione e v è la velocità media dell'acqua. La portata si esprime in m<sup>3</sup>/sec o meno frequentemente in l/sec.

Le misure di portata si eseguono in apposite sezioni di misura, misurando il livello idrometrico raggiunto dall'acqua (idrometri), mentre l'andamento di queste in funzione del tempo viene analizzato utilizzando grafici detti idrogrammi. In Italia il Servizio Idrografico mantiene in attività numerose stazioni di misura ed i dati da esso ricavati sono inseriti in apposite pubblicazioni.

La registrazione, protratta per un periodo sufficientemente lungo, dell'entità delle portate di piena avvenute nel passato consente, attraverso metodi statistici, di stimare le portate massime corrispondenti a tempi di ritorno, ad esempio di cento, duecento, mille anni. Queste portate con tempi di ritorno particolari sono utilizzati per la progettazione di opere specifiche lungo i corsi d'acqua.

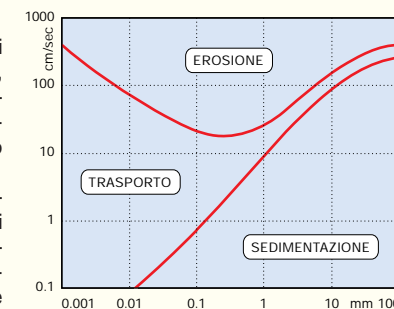


Diagramma di Hjulström. In ascissa il diametro dei detriti in mm, in ordinata la velocità della corrente in cm/sec



L'elevato trasporto solido causa forte torbidità

tratto a valle. Analogamente, nel caso di sedimentazione lungo un settore del torrente, si assiste ad una diminuzione di pendenza a monte del tratto suddetto e un aumento della pendenza a valle. Quando, come bilancio di un intervallo sufficientemente lungo (esempio un anno), il corso d'acqua ha mantenuto più o meno la stessa pendenza, si dice che questo ha raggiunto il profilo d'equilibrio. Un torrente tende a raggiungere, attraverso i processi di erosione e di sedimentazione, un proprio caratteristico profilo d'equilibrio. Quando ciò avviene, il volume dei detriti che sopraggiungono nell'alveo del torrente dai versanti e dal tratto d'alveo a monte viene evacuato totalmente nel tratto a valle. Dal punto di vista dei detriti

che si muovono nell'alveo, un torrente in equilibrio presenta perciò un bilancio nullo. In un diagramma cartesiano, avente in ordinata le altezze sul livello del mare e in ascissa le distanze dalla sorgente, il profilo longitudinale di un corso d'acqua in equilibrio è in via teorica di tipo iperbolico con pendenze via via minori dalla sorgente alla foce.

La foce rappresenta un punto di riferimento fisso, detto livello di base, al di sotto del quale il corso d'acqua non può approfondire il proprio alveo. Il mare è il livello di base generale; vi sono altresì altri livelli di base locali dovuti alla confluenza di un torrente in un corso d'acqua gerarchicamente più importante oppure all'immissione in un lago naturale o artificiale.

Lungo i torrenti montani sono facilmente osservabili concentrazioni di clasti con dimensioni rilevanti, superiori a quella che dovrebbe corrispondere alla competenza del torrente. Questi grandi ciottoli o massi derivano non tanto dal trasporto diretto operato dalle acque nel torrente quanto piuttosto da azioni gravitative dai versanti sul corso d'acqua o da riesumazione per erosione operata dal corso d'acqua dei clasti di dimensione minore fino a che le sponde ed il fondo del canale risultano costituiti quasi completamente da materiale intransportabile. In questa situazione il canale non può subire ulteriore erosione poiché i clasti grossolani difendono dall'erosione i depositi sottostanti a granulometria più fine formando perciò una sorta di protezione del canale, da cui discende la definizione di "canali armati". La disposizione dei grossi massi nei torrenti di montagna è particolarmente importante perché contribuisce a for-

mare degli aggregati di clasti, sostenuti dai blocchi più voluminosi che determinano il tipico profilo a gradinata detto dagli anglosassoni a "step and pool". La spaziatura e il rilievo di queste discontinuità nei corsi d'acqua montani sono particolarmente significativi sia per valutare la dispersione di energia nel corso d'acqua, per effetto della scabrosità dell'alveo e dei risalti idraulici dovuti alle cadute di velocità a valle di ogni gradino, sia per l'ecologia del torrente stesso, in quanto a tratti veloci e poco profondi si alternano tratti più profondi di acque calme.

Il trasporto solido nei torrenti montani è profondamente condizionato dalle litologie presenti nel bacino idrografico, dalla stabilità dei versanti prossimi al

torrente, dai processi attivi predominanti su tali versanti, nonché dalla tipologia di alimentazione del torrente stesso. Non è quindi possibile definire a priori, sulla base delle caratteristiche idrauliche (ad esempio portate e velocità), le modalità prevalenti di trasporto solido. Torrenti, infatti, che attraversano aree a litologie fini, facilmente erodibili come quelle ad esempio dell'Appennino emiliano, sono soggetti a preponderanza di trasporto in sospensione rispetto a quello di fondo. In queste aree, soprattutto in occasione delle intense piogge autunnali, si assiste ad un aumento della torbidità delle acque conseguenti al dilavamento superficiale nel bacino di alimentazione e all'instaurarsi di processi gravitativi lenti sui versanti.

Torrenti alimentati dalla fusione dei ghiacci sono in genere caratterizzati da acque lattiginose per esclusivo trasporto in sospensione. Torrenti che attraversano regioni in cui affiorano litotipi prevalentemente competenti, ad esempio aree calcaree, dolomitiche, cristalline, presentano prevalenza di trasporto di fondo rispetto a quello in sospensione, soprattutto se il materiale che giunge all'alveo si è originato per effetto del crioclastismo e se i processi di trasporto sul versante sono dovuti principalmente a crolli piuttosto che a dilavamento superficiale. Nella maggior parte dei casi vi è comunque una netta differenza nella tipologia del trasporto nei torrenti tra le fasi di piena e quelle di magra. Quest'ultima in genere è caratterizzata dalla scarsità di trasporto di fondo mentre quello in sospensione può continuare, soprattutto in presenza di rocce argillose o di sedimenti fini lungo l'alveo.



Tipico profilo a gradinata (step and pool)



## Flora e vegetazione

MARCO CANTONATI · KARIN ORTLER

29

### ■ Alghe e licheni acquatici

In condizioni normali, quando non si siano verificati da poco eventi disastrosi, quali piene pronunciate e improvvise o inquinamenti da sostanze chimiche tossiche, il greto di un torrente appare animato da chiazze di colore con toni che vanno dal marrone scuro-nero al rossiccio e con molte varietà di verde e verde-azzurro. Responsabili di queste vivaci colorazioni sono alghe, licheni e muschi acquatici (da cui il termine di Vegetationsfärbungen, cioè colorazioni dovute alla vegetazione acquatica, utilizzato dagli Autori tedeschi). Anche le rive, dove non siano intervenute opere di rettificazione e di cementificazione degli argini, non si presentano mai brulle, ma con una ricca copertura di piante acquatiche, cespugli e alberi, sempre meno adatti a tollerare periodi di sommersione e con sempre minori esigenze d'acqua, a mano a mano che ci si allontana dal torrente.

Mentre i muschi acquatici e igrofilo sono particolarmente diffusi nella zona delle sorgenti e le piante superiori acquatiche preferiscono le acque più lente e i fondali sabbiosi e limosi dei grandi fiumi di pianura, il torrente di montagna, dove la velocità di corrente è elevata, è decisamente dominato dalle alghe. In genere questi organismi vengono associati alle coste marine, o in casi particolari ai laghi, non alle acque correnti dell'ambiente montano. Eppure essi, anche se in modo non appariscente, colonizzano rapidamente ogni corso d'acqua, dal più insignificante al più impetuoso, in pianura come alle quote più elevate.

Il termine alghe è diventato di uso comune, spesso però viene impiegato in modo scorretto per definire anche vere e proprie piante superiori adattate all'ambiente acquatico, per esempio il ranuncolo d'acqua. Su un piano diverso, il termine è impreciso anche dal punto di vista rigorosamente sistematico, e viene oggi utilizzato per lo più solo in modo informale per indicare un insieme molto vario di organismi. Dovendo più precisamente indicare il termine "alghe", si potrebbe proporre la seguente definizione: piante acquatiche di dimensione e organizzazione molto eterogenea, comunque prive di tessuti conduttori specializzati, e non distinte in parti assimilabili a radici, fusto e foglie (sono cioè tallofite e non piante superiori). Includono organismi di dimensioni che vanno dai pochi millesimi di millimetro di un cianobatterio alle decine di metri di lunghezza delle alghe brune giganti (*Macrocystis*), che crescono sulle rive degli oceani. Sono

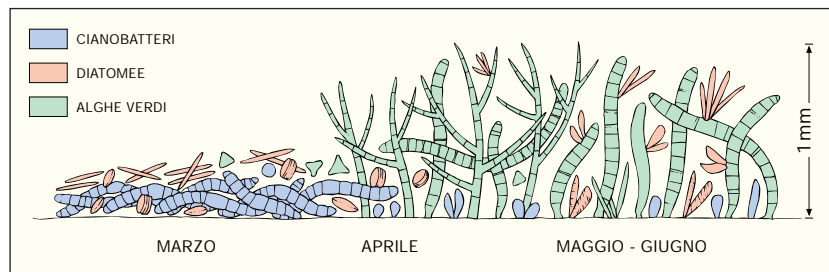
Le sorgenti dell'Arzino in Carnia (Friuli): alghe e licheni coprono gran parte dei massi affioranti



piante le cui cellule possono rispondere all'uno o all'altro dei principali schemi costruttivi esistenti nel mondo animato: lo schema procariotico, con cellule senza un nucleo differenziato, proprio dei batteri e dei cianobatteri, e quello eucariotico, caratterizzato invece da un nucleo ben distinto dal citoplasma e avvolto da membrane, proprio di tutti gli altri organismi. Carattere unificante è il modo in cui si procurano l'energia per l'esistenza, tramite fotosintesi ossigenica (che richiede cioè ossigeno), resa possibile dalla presenza del pigmento fotosintetico verde "clorofilla *a*", tipico sia dei cianobatteri che di tutti i vegetali. Tuttavia, i vari gruppi di alghe si distinguono molto tra loro per gli altri pigmenti (accessori, fotoprotettivi) che contengono, e variano enormemente in alcune caratteristiche ultrastrutturali, fisiologiche, biochimiche, e nelle modalità riproduttive, tanto da differenziarsi, da questo punto di vista, più di quanto un uomo differisca da un riccio di mare o da un insetto.

### ■ Variazioni stagionali delle alghe nei torrenti

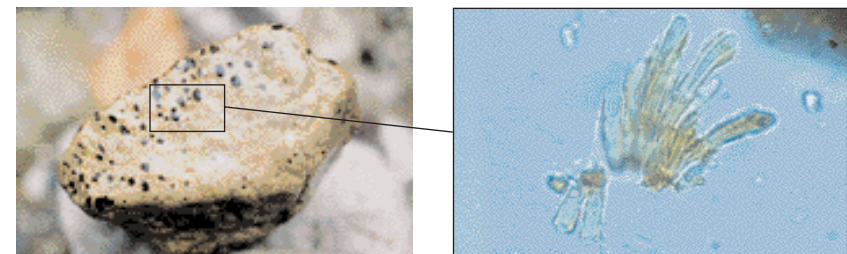
La comparsa e lo sviluppo di numerose specie algali dei torrenti segue, nei climi temperati, chiari andamenti stagionali. Il cianoprocarionta *Phormidium autumnale* si sviluppa prevalentemente, come suggerisce il nome, nei mesi autunnali; la crisofita *Hydrurus foetidus* predilige i mesi freddi; la clorofita *Cladophora glomerata* raggiunge il massimo grado di copertura a fine estate e inizio autunno; la rodofita *Bangia atropurpurea* si sviluppa prevalentemente all'inizio della primavera. Le variazioni di abbondanza di queste macroalghe si possono percepire e quantificare a livello macroscopico, misurando direttamente sul campo il grado di copertura ed eventualmente determinandone lo spessore. Per le diatomee questo è possibile solo nel caso di fioriture eccezionali (es. *Diatoma* spp., *Gomphonema olivaceum* var. *calcareum*, *Melosira varians*), che paiono avvenire in un ambito stagionale ben definito. Numerosi lavori pubblicati sui torrenti sembrano tuttavia indicare che le variazioni delle specie più abbondanti in termini percentuali nelle associazioni di diatomee non siano molto pronunciate.



Variazioni stagionali nei popolamenti algali (le dimensioni delle singole alghe sono indicative e i colori esclusivamente evocativi) presenti su rocce e ciottoli di un torrente (aspetto microscopico)

**Cianobatteri.** Tra le alghe che occupano le zone del torrente più difficili da colonizzare, in quanto presentano le condizioni ambientali più severe - come quelle che vanno periodicamente in secca, a causa delle variazioni di portata, e i massi delle rive, resi umidi solo dagli spruzzi generati dalle turbolenze dell'acqua - si trovano i cianobatteri. Essi vengono definiti con questo termine o con quello di cianoprocarionti, perché dotati di struttura procariotica come i batteri e non eucariotica come le altre alghe. Tuttavia contengono clorofilla *a*, e non batterioclorofilla come i batteri fotosintetici, e la loro fotosintesi è ossigenica, come quella di alghe, muschi e piante superiori. Molti posseggono un numero sufficiente di caratteri da consentirne lo studio tassonomico con i metodi tradizionali applicati alle alghe, cioè con osservazioni sulla morfologia, eseguite al microscopio ottico o a quello elettronico a scansione e a trasmissione. Questo ha fatto in modo che fin quasi ai nostri giorni i cianobatteri siano stati studiati per lo più da algologi come "alghe verdi-azzurre" o "cianofite". Tuttavia, quelli che l'illustre ecologo e algologo spagnolo

Ramón Margalef definì "*los bacteriólogos chauvinistas*" sostengono che i cianobatteri andrebbero studiati unicamente attenendosi alle metodiche di studio per i batteri. Questa polemica ricorda la semplicità strutturale (procariotica) di questi organismi, che li avvicina appunto ai batteri e che permette loro di colonizzare gli ambienti più inospitali, quali la tundra artica, le pareti rocciose delle montagne e le acque a temperature molto elevate delle sorgenti termali (per questo stesso motivo sono stati tra i primi organismi a comparire sulla terra qualche miliardo di anni fa). In questi ambienti, i cianobatteri sono sottoposti ad un intenso irraggiamento ed all'impatto di quantitativi notevoli di radiazioni ultraviolette, in grado di causare danni rilevanti al patrimonio genetico. Essi rispondono con tutta una serie di adattamenti, come il movimento attivo con il quale si allontanano dalla luce eccessiva, efficienti meccanismi di riparazione dei danni a livello molecolare, la presenza di sostanze fotoprotettive. Questi aspetti fisiologici e biochimici vengono studiati con sempre maggiore attenzione, oggi che la preoccupazione



Le macchie bruno scure sono colonie di *Chamaesiphon geitleri*, un cianobattere comune in torrenti montani su substrati carbonatici e con acque pulite e vivaci. Nel riquadro, alcune cellule del cianobattere viste al microscopio (1000 x), circondate da una guaina frastagliata

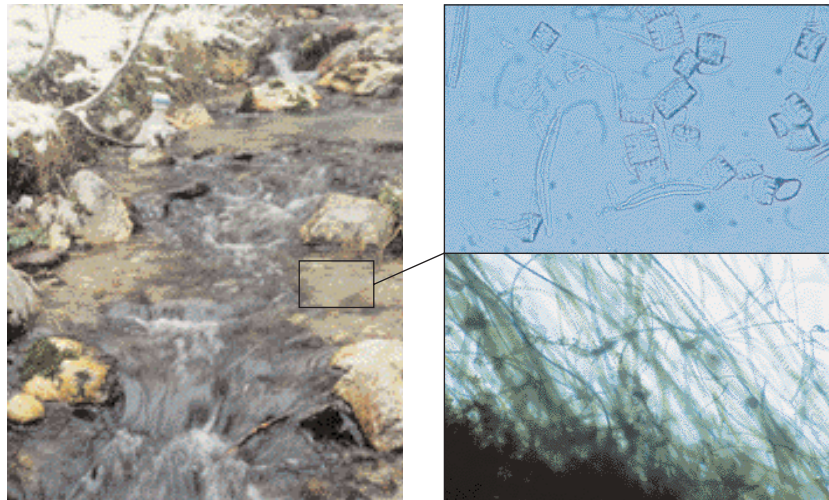


per la riduzione dell'ozonosfera porta alla necessità di comprendere sempre più chiaramente i meccanismi di protezione dalla radiazione ultravioletta.

I principali pigmenti accessori dei cianobatteri (ficocianina blu e ficoeritrina rossa) conferiscono al greto dei torrenti montani le colorazioni più vivaci: zone o massi rossi o rossicci, piccole macchie bruno scure, aloni turchesi sotto i sassi, chiazze verde scuro sui ciottoli. Alcune specie si proteggono dal disseccamento con guaine robuste che avvolgono le loro cellule, come *Chamaesiphon polonicus*, che occupa tipicamente quelle parti del torrente che occasionalmente, o stagionalmente, vanno a secco con il diminuire del flusso d'acqua. Il substrato preferito dai cianobatteri dei torrenti è quello epilittico (massi e ciottoli), tuttavia crescono anche su altri substrati, come muschi, piante acquatiche o altri cianobatteri (come avviene nel caso di *Chamaesiphon amethystinus*, che si trova generalmente sui filamenti di un altro

cianoprocariota, *Tolypothrix distorta*). La maggior parte dei taxa presenta un'ampia distribuzione geografica, spesso mondiale. Non mancano tuttavia specie molto rare, per esempio il già citato *Chamaesiphon amethystinus*. E. Rott e collaboratori classificando, nel 1999, le alghe delle acque correnti austriache sotto vari aspetti (225 corsi d'acqua considerati), indicano quasi la metà dei cianobatteri come "molto rari" per la frequenza. Molti taxa sono buoni indicatori di qualità dell'acqua.

**Diatomee.** Il gruppo di alghe presente con il maggior numero di specie e di individui all'interno del torrente, e più in generale negli ambienti acquatici, è quello delle diatomee. Tra le poche tipologie di corso d'acqua che colonizzano scarsamente c'è quella dei torrenti glaciali "tipici", caratterizzati da portate notevoli (almeno nelle stagioni e nelle ore del giorno più calde) e da acque cariche di fine detrito minerale. Per il



Il greto di un torrente montano con un'imponente fioritura di una microalga diatomea (*Diatoma*). Nel riquadro in basso i nastri formati dalle cellule algali (circa 60x), in quello in alto i frustoli silicei delle diatomee in visione laterale e a forma di rettangolo (400x)

resto, si trovano ovunque vi sia un po' di umidità, dalle crepe nel terreno dei deserti agli oceani. Sono organismi unicellulari, microscopici (millesimi di millimetro), ma possono riunirsi in aggregati che, nei momenti di intensa fioritura, diventano vistosi, come patine, coperture, feltri o filamenti finissimi, con colori che vanno dal bruno-dorato al marrone scuro. È questo il caso di specie di *Diatoma*, le cui cellule, aderendo l'una all'altra, formano lunghi nastri che, in condizioni particolari, possono ammassarsi e coprire il greto di ruscelli con acque non troppo rapide. Ogni cellula delle diatomee è racchiusa da due valve costituite da silice amorfa, molto simile strutturalmente all'opale e al vetro. Queste valve si incastrano tra loro come scatola e coperchio in una scatola per scarpe o in una cappelliera: i tipi di simmetria più diffusi tra le diatomee sono infatti quella bilaterale e quella radiale. Questo semplice criterio è il fondamento per la tradizionale distinzione delle diatomee in due grandi gruppi: Pennales e Centrales. Tale suddivisione ha un profondo significato ecologico, oltre che morfologico, perché corrisponde ai due grandi habitat colonizzati dalle diatomee: quello bentonico (rive e fondali dei corpi d'acqua) e quello planctonico che corrisponde alle acque libere, tipico soprattutto di laghi ed oceani. Le diatomee sono poco note ai non specialisti, a causa delle loro dimensioni modeste, ma hanno un'importanza enorme negli ambienti acquatici. Dominano frequentemente anche il plancton degli oceani, e sono così alla base di reti alimentari da cui dipendono importanti settori della pesca, e quindi il sostentamento di intere popolazioni umane. Sono responsabili di circa un quarto della produzione primaria globale, superando foreste pluviali e savane, che sono di gran lunga i biomi terrestri più

produttivi. Le forme eleganti delle diatomee ispirano anche composizioni artistiche, ottenute dalla giustapposizione delle valve in una resina su un vetrino per microscopia. Le valve sono così belle anche per la complessa e ricca serie di dettagli morfologici (punti, strie, fasce ecc.) che le caratterizzano.

Questi dettagli sono fondamentali nell'identificazione di queste alghe; il riconoscimento delle specie di diatomee si basa generalmente solo sui particolari strutturali della "scatola" silicea che contiene le loro cellule.

Tra le caratteristiche strutturali più vistose, nelle Pennales si può trovare una sottile fessura che, suddivisa in due rami, percorre longitudinalmente la valva: si tratta del cosiddetto rafe. Da molto tempo si era intuito che questa struttura è collegata con le capacità di movimento di certe diatomee, ma il meccanismo esatto è tuttora in corso di studio ed è veramente complesso: attraverso questa fessura del rafe la cellula emetterebbe dei "bastoncelli molecolari", che aderiscono al substrato a un'estremità e sono agganciati alla membrana cellulare dall'altra: una contrazione farebbe quindi avanzare la cellula, i bastoncelli si sgancerebbero e il processo si ripeterebbe. La capacità di compiere movimenti attivi è particolarmente importante per le specie che vivono sul fango (habitat epipelico) e su altri substrati molli, in quanto consente alle microalghe di tornare sulla superficie illuminata nei momenti opportuni (sono tipicamente mobili ed epipeliche numerose specie dei generi *Navicula* e *Nitzschia*). Altre specie (come quelle del genere *Cocconeis*) hanno una sola delle due valve provvista di rafe e utilizzano mucillagini emesse da quest'ultimo per aderire saldamente a substrati duri (per esempio sassi e rocce: habitat epilittico). In altri casi ancora l'adesione viene

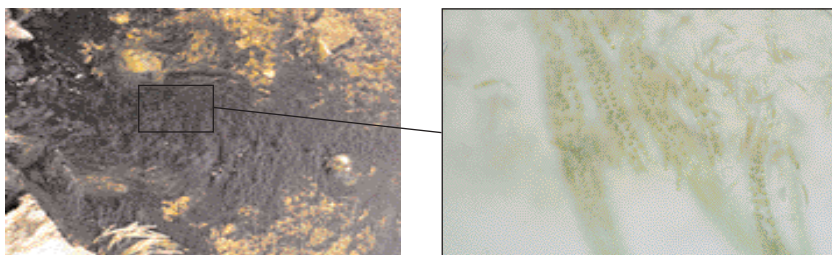
assicurata da tenaci cordoncini mucillaginosi, secreti da gruppi di pori che si trovano a una o ambedue le estremità della valva. Questa varietà di meccanismi di movimento o di adesione permette alle diatomee di colonizzare tutte le zone di un torrente montano: dalla parte centrale con correnti veloci, alle anse laterali, dove si possono formare più facilmente accumuli di materiale organico. La moltitudine di specie e le loro diverse esigenze ecologiche consentono la colonizzazione dei torrenti più diversi: da acque a mineralizzazione estremamente ridotta sino a quelle cariche di carbonati, e da acque pulite a quelle soggette a inquinamento organico o a contaminazioni da metalli pesanti.

**Crisofite.** Un gruppo di alghe vicino alle diatomee, che contengono pigmenti accessori e sostanze di riserva simili, comprendente specie planctoniche con scaglie silicee che formano caratteristiche cisti silicizzate, sono le crisofite o alghe dorate. Questo gruppo è tuttavia rappresentato nei torrenti montani quasi esclusivamente da una specie: *Hydrurus foetidus*. Non è raro, in escursioni autunnali o invernali, notare tratti di greto di torrenti di montagna (in particolare su roccia carbonatica), dove l'acqua è particolarmente impetuosa, resi quasi neri dall'imponente sviluppo delle

strutture filamentoze frangiate, lunghe anche diverse decine di centimetri, di questa crisofita. Nei casi in cui lo sviluppo è molto pronunciato, per esempio in presenza di un moderato aumento dei nutrienti algali (come nelle vicinanze di una malga), si avverte anche nell'aria un odore caratteristico. Quest'odore (poco gradevole, che ricorda il pesce avariato) diviene pungente se si spappola tra le dita una di queste strutture filamentoze di consistenza mucillaginosa: a ciò si riferisce l'epiteto specifico "foetidus". L'esame microscopico rivela che le sue cellule, strutture ovoidali verdastre con riflessi bruno-dorati di pochi millesimi di millimetro, sono in realtà immerse in una comune matrice mucillaginosa all'interno delle strutture a forma di filamento, dette tecnicamente cenobi.

Quest'alga si trova preferenzialmente in acque fredde, dalla bocca dei ghiacciai fino a quote medie, tuttavia anche le condizioni di portata o illuminazione potrebbero giocare un ruolo importante nello sviluppo, visto che, pur permanendo perlomeno con stadi amorfi o mucillagini, essa tende a ridurre la propria presenza in estate anche in ambienti come le sorgenti di montagna, nelle quali la temperatura è quasi costante e si mantiene bassa.

**Clorofite.** Ai toni di colore bruno di



Le strutture filamentoze sono cenobi dell'alga dorata *Hydrurus foetidus*, tipica dei tratti torrentizi a corrente veloce (in autunno e in inverno). Nel riquadro le cellule di quest'alga (strutture ovoidali verdi); le strutture allungate e arcuate sulla destra dell'immagine sono cellule di diatomee (*Fragilaria arcus*)

diatomee e crisofite, e verdi-azzurri, turchesi o rossicci dei cianobatteri, spesso, nei torrenti di montagna, in particolare in presenza di contaminazione organica e in estate, si affiancano chiazze di filamenti verdastri o coperture crostose verdi. Non è raro inoltre vedere ciuffetti di filamenti verdi crescere su muschi acquatici. Si tratta di alghe appartenenti al gruppo ampio ed eterogeneo delle alghe verdi, o clorofite, le uniche a contenere gli stessi pigmenti clorofilliani (clorofilla *a* e *b*) e la stessa sostanza di riserva (amido) di muschi, felci e piante superiori. In particolare, nelle zone del torrente interessate dalle variazioni di livello, è possibile notare i filamenti semplici (= non ramificati) di alghe verdi dell'ordine delle Ulotrichales. Quelli delle Zygnemales si rinvengono invece soprattutto in acque calme e pulite. I tre generi più comuni di quest'ultimo gruppo si distinguono al microscopio grazie alla forma del cloroplasto, che è a spirale in *Spirogyra*, a barra in *Mougeotia* e a stella in *Zygnema*.

Piuttosto rare nei torrenti e in genere limitate alle anse laterali, dove si hanno depositi di sabbia e sostanza organica, sono invece le Desmidiaceae, considerate da taluni le più belle tra le alghe. Le desmidiacee, assai più comuni in altri ambienti quali le torbiere, presentano cellule con rigorosa simmetria bilaterale



Un impetuoso torrente di montagna. Le patine (feltri) rosse sui massi lungo le rive sono dovute all'alga verde *Trentepohlia* sp. Nel riquadro i filamenti ramificati con le cellule rosse per la presenza di pigmenti carotenoidi

rispetto a un solco equatoriale e dotate di una parete cellulosica provvista di una ricca ornamentazione, che le fa in effetti somigliare a piccoli gioielli.

Nei ruscelli sorgivi e nelle sorgenti calcaree può trovarsi una specie rara e in chiaro regresso, *Oocardium stratum*, le cui cellule sono inserite come tappi sopra depositi calcarei tubolari. A quote medio-basse, in particolare su rocce calcaree e con acqua ricca di sali nutritivi, non è raro imbattersi in dense coperture dovute ai filamenti riccamente ramificati delle Cladophorales. Il genere più comune di questo gruppo è *Cladophora*, che al microscopio si distingue per la particolare ramificazione e le cellule multinucleate. Le alghe verdi tuttavia non conferiscono ai torrenti necessariamente colorazioni verdi. In montagna non è raro osservare i massi della zona degli spruzzi, sulle rive di torrenti almeno stagionalmente impetuosi, accendersi di un bel colore rosso-arancione in primavera e in autunno. Si tratta di alghe verdi dell'ordine delle Trentepohliales, collocato sulla linea evolutiva che ha portato alle piante superiori terrestri, le cui cellule si riempiono di una miscela detta ematocromo, con pigmenti carotenoidi.

**Carofite.** Un tempo incluse nelle alghe verdi, alle quali sono accomunate dalla presenza degli stessi pigmenti (clorofilla *a*

e *b*) e sostanze di riserva (amido), le alghe a candelabro o carofite vengono oggi considerate un gruppo indipendente, in particolare per le peculiarità strutturali del tallo e delle strutture riproduttive. Più comuni nelle acque ferme, nei torrenti esse si trovano soprattutto in anse laterali, o comunque in zone dove la corrente più debole, consente la deposizione di sedimenti fini. Preferiscono acque pulite e substrato carbonatico e possono formare praterie sommerse. Sono macroalghe e vengono spesso confuse dai non specialisti con piante acquatiche superiori. Hanno l'aspetto di piantine lunghe anche diverse decine di centimetri, con talli pluricellulari formati da cellule internodali allungate e cellule nodali più corte, attorno alle quali vi sono rametti disposti in verticilli, che a loro volta portano altri verticilli di rametti più piccoli. Spesso la piantina si presenta coperta da precipitati di natura carbonatica. Molte specie emanano un caratteristico odore d'aglio. I generi più comuni sono *Chara* e *Nitella*.

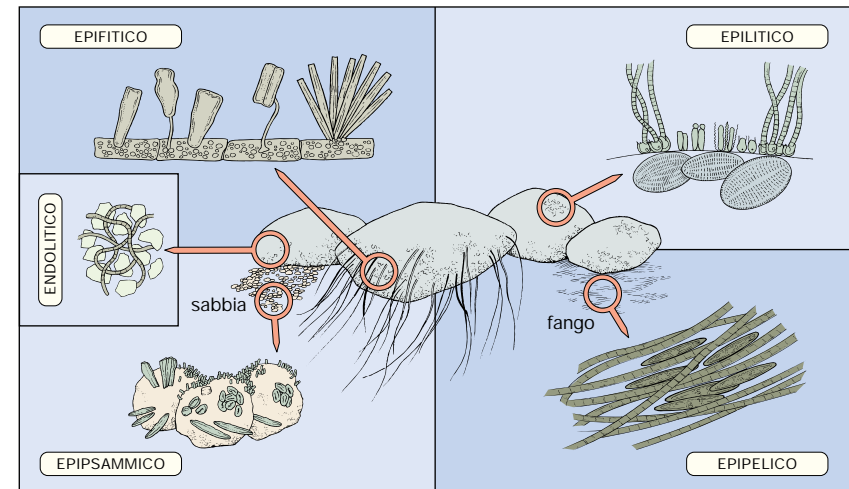
**Xantofite.** In alcuni torrenti si possono trovare talli verdi dall'aspetto molto particolare: sono talora così compatti da ricordare la spugna rigida usata dai fioristi per le composizioni floreali quando è inzuppata d'acqua. In questo caso non si tratta però di alghe verdi, ma di specie del genere *Vaucheria*, appartenenti alle xantofite, o alghe gialle, un gruppo che non contiene clorofilla *b* e che, come sostanza di riserva, non utilizza l'amido, ma la crisolaminarina. Come criterio di distinzione tra xantofite e alghe verdi è infatti possibile utilizzare reagenti che colorano specificamente l'amido, come lo iodio. Dalla morfologia assai diversa, ma pure importante e diffuso, è il genere *Tribonema*, che comprende diverse specie che formano lunghi filamenti non ramificati nei torrenti di montagna.

**Rodofite.** Le alghe rosse o rodofite, comuni in mare, sono invece piuttosto rare in acqua dolce, dove troviamo poche specie, che però presentano quasi tutte caratteristiche di grande interesse. *Hildenbrandia rivularis* forma splendide macchie circolari di un rosso intenso, in particolare in ruscelli a quote modeste. *Lemanea fluviatilis*, con i suoi talli con strutture nodose separate da internodi, è specie dall'ampia valenza ecologica, decisamente reofila (adattata alla corrente) e che può perfino spingersi a quote molto elevate nei torrenti glaciali. La specie più curiosa è tuttavia l'alga rossa filamentosa *Bangia atropurpurea*, presente con forme apparentemente quasi identiche sia nella zona interessata dalle variazioni di livello e in quella bagnata dalle onde sulle rive del mare, degli oceani e dei grandi laghi, sia su massi e altri substrati duri in torrenti di vario tipo. Da decenni sono in corso dettagliati studi - morfologici e sul ciclo riproduttivo, ecofisiologici (adattamento a mezzi di coltura con salinità molto diverse), cariologici e, più recentemente, biochimici e di genetica molecolare - per stabilire se queste forme marine e d'acqua dolce appartengano effettivamente tutte a un'unica specie, o siano da considerarsi entità distinte. Particolarmente comune nei torrenti di montagna è *Audouinella hermanni*, che forma talli delle dimensioni di pochi millimetri color porpora-violetto sui sassi o su altre piante acquatiche.

**Feofite.** Le feofite o alghe brune, alle quali appartengono numerosissime specie che vivono sulle coste di mari e oceani, tra cui le alghe di maggiori dimensioni in assoluto, comprendono nelle acque dolci un numero limitatissimo di specie (per esempio *Heribaudiella fluviatilis*). Nei torrenti si trovano prevalentemente a quote moderate.

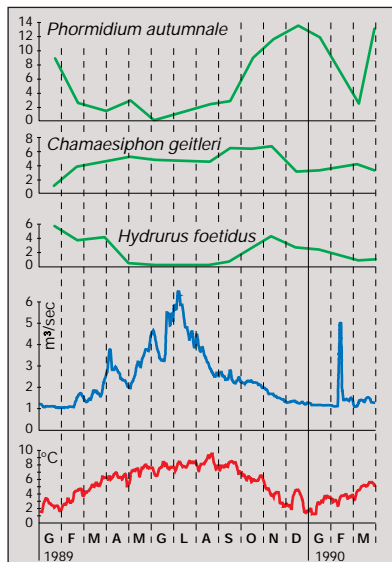
## ■ Biogeografia delle alghe dei torrenti e specie minacciate

La distribuzione geografica delle alghe è di difficile interpretazione. Infatti, accanto a un gran numero di specie comuni a più gruppi montuosi, anche di continenti diversi (come le Alpi e l'Himalaya) si conoscono entità la cui distribuzione, allo stato attuale delle conoscenze, pare esclusiva di un unico massiccio montuoso. In altri casi, relativamente alle diatomee, si è potuta confermare una distribuzione che, pur essendo ampia, esclude alcune aree: *Fragilaria arcus* var. *recta*, per esempio, è presente nelle regioni artiche e antartiche e nell'Asia orientale, ma non sulle Alpi. In generale, comunque, poiché la maggior parte dei gruppi di alghe produce forme di resistenza che possono essere efficacemente diffuse dal vento, dagli uccelli acquatici ecc., si ha una prevalenza di specie cosmopolite o a distribuzione molto ampia. Per quanto riguarda le diatomee, questo è particolarmente vero per le specie caratteristiche di acque inquinate o moderatamente contaminate, e rende quindi applicabili o adattabili con relativa facilità a torrenti di tutto il mondo i metodi di valutazione della qualità dei corsi d'acqua basati sulle diatomee. Alla luce di queste considerazioni, non sorprende quindi che le differenze tra la flora algale dei torrenti alpini ed appenninici siano molto modeste. Negli Appennini, rispetto alle Alpi, le zone di distribuzione longitudinale delle specie algali, spesso riconoscibili lungo un corso d'acqua - quasi sempre con varianti locali - si presentano compresse e, ovviamente, sono situate a quote più basse. Per cause naturali e per i fenomeni di



I principali habitat delle microalghe dei torrenti. La figura mostra i popolamenti algali tipicamente associati ai principali tipi di substrati, compresi quelli capaci di perforare le rocce carbonatiche penetrando al loro interno (habitat endolitico)





Variabilità stagionale nei valori di copertura di alcune specie di alghe e corrispondenti variazioni di portata (m³/s) e temperatura (°C)

tità anche significative di sali nutritivi e temperature più elevate, nel corso inferiore (per esempio i cianobatteri *Oscillatoria* spp., le diatomee *Navicula* spp., *Nitzschia palea* e *Surirella ovata*, e le desmidiacee *Closterium leibleinii* e *Staurastrum punctulatum*).

L'ampia distribuzione e il legame spesso intimo tra certe condizioni ambientali e la presenza di una determinata specie di alga fanno in modo che molti ritengano che i tentativi di redigere liste rosse (cioè di specie minacciate) per le alghe, e per le diatomee in particolare, portino sostanzialmente a riconoscere ambienti acquatici meritevoli di tutela (per le diatomee soprattutto ambienti d'acqua dolce oligotrofici e distrofici), cui queste alghe sono intimamente legate. Come sottolineato da Lange-Bertalot, nella sua lista rossa delle diatomee della Germania, la protezione di questi ambienti acquatici si presenta particolarmente problematica, perché essi subiscono non solo impatti diretti (per esempio l'inquinamento organico), ma anche l'apporto di inquinanti atmosferici (che in parte sono anche nutrienti) con le precipitazioni. Per quanto riguarda distribuzione e rarità delle specie di alghe, va tuttavia sottolineato che, in particolare in Italia, il lavoro da fare è ancora molto, poiché esistono diverse aree in cui la flora algale delle acque correnti è tuttora da esplorare o insufficientemente conosciuta. Si rischia così che alcune opinioni circa la supposta rarità e distribuzione di certi taxa siano dovute al numero limitato di informazioni disponibili.

inquinamento organico che generalmente aumentano procedendo verso valle, lungo un corso d'acqua le specie algali tendono, infatti, a mostrare una tipica distribuzione longitudinale, caratterizzata da specie prevalentemente epilittiche, tipiche di acque pulite, veloci e fredde, nella parte alta (per esempio il cianobatterio *Chamaesiphon polonicus*, le diatomee *Diatoma mesodon* e *Fragilaria arcus*, la crisofita *Hydrurus foetidus* e la rodofita *Lemanea fluviatilis*), da specie con una maggiore esigenza di sali nutritivi e in grado di sopportare variazioni di temperatura più ampie, nel tratto medio (per esempio le diatomee *Cymbella affinis* e *Cocconeis placentula*, la clorofita *Cladophora glomerata* e la xantofita *Vaucheria geminata*) e da specie tolleranti la presenza di quan-



Un lichene del genere *Verrucaria*

## ■ I licheni acquatici

Non tutte le patine e croste colorate dei torrenti montani sono determinate da alghe e cianobatteri, molte sono costituite da licheni acquatici. Si tratta, tuttavia, di organismi tuttora poco studiati e per i quali quindi si dispone di un numero limitato di informazioni. I licheni acquatici, come tutti i licheni, derivano dall'associazione (simbiosi) di un'alga (una clorofita o una cianofita) e di un fungo (un ascomicete). L'alga mette a disposizione i glucidi (zuccheri) che è in grado

di produrre con la fotosintesi, e il fungo a sua volta offre un ambiente protetto e provvede a un'efficiente assunzione di acqua e sali dall'esterno. Spesso, nei torrenti, si osservano coperture crostose dai margini più o meno definiti, grigie, nere, brune e verdastre, sovente con variazioni di colore nel tallo e con strutture ovoidali nerastre: i periteci, che contengono le spore del fungo. I periteci possono essere anche vistosi e assumere la forma di verruche: è a questa caratteristica che deve il proprio nome il comune genere *Verrucaria*, che colonizza sia il substrato siliceo che quello carbonatico, e sia le zone del torrente in piena corrente che quelle marginali bagnate solo dagli spruzzi.

Le condizioni di illuminazione sono un fattore ambientale molto importante nel determinare la distribuzione dei licheni acquatici. Tra le specie che tollerano condizioni di illuminazione ridotta si possono citare, a titolo di esempio, *Verrucaria hydrela* e *Porina chlorotica*. In generale, tra i licheni acquatici la capacità di tollerare il disseccamento può essere più o meno pronunciata. Alcune specie (come *Verrucaria funckii*) non sopportano nemmeno periodi piuttosto brevi di esposizione all'ambiente subaereo. Al contrario, altre sono sensibili a periodi prolungati di sommersione (per esempio *Dermatocarpon luridum*, che colonizza la zona che viene inondata solo in occasione delle piene). Questo determina frequentemente una zonazione verticale delle specie rispetto ai livelli di magra e piena, che diventa particolarmente evidente su massi che si immergono nell'acqua con grandi superfici omogenee non eccessivamente inclinate. Questa forma di distribuzione verticale si incontra spesso anche per i muschi acquatici e igrofilii e verrà discussa nel relativo paragrafo. Alcuni licheni formano associazioni tipiche con specie di muschi ed epatiche in torrentelli di media montagna, in particolare su substrato siliceo. L'analisi di queste associazioni può fornire importanti informazioni sulla qualità complessiva e sul livello di integrità di questi corsi d'acqua montani.



## ■ Briofite e piante superiori

I torrenti montani si distinguono per una corrente rapida, uno scorrimento turbolento, un'erosione intensa e temperature poco elevate: tutte condizioni sfavorevoli alla vita delle briofite (muschi ed epatiche) e delle piante vascolari. Lo scorrimento tumultuoso dell'acqua non permette effettivamente che una crescita limitata di muschi e piante propriamente acquatici, molti dei quali presentano tuttavia un'ampia distribuzione geografica. La velocità di corrente e la litologia del substrato - che influenza il chimismo dell'acqua (acque acide, circumneutrali o alcaline) - sono i principali fattori che determinano le comunità di piante che si possono insediare nei torrenti.

Uno sviluppo più rilevante ha invece la vegetazione delle rive e dei greti. Poiché la portata subisce marcate variazioni stagionali, si possono distinguere diversi tipi di associazioni vegetali. Nelle zone del greto del torrente che vengono sommerse frequentemente anche con modeste variazioni di livello dell'acqua, si possono sviluppare soltanto piante pioniere, capaci di crescere e fruttificare con rapidità durante i periodi di magra, prima che la successiva piena sommerga di nuovo tutta la zona. Ai margini di questa prima fascia vegetazionale, nella zona coinvolta dalle variazioni stagionali di livello (regolari, ma meno frequenti), si possono trovare anche cespugli resistenti alle inondazioni, come per esem-

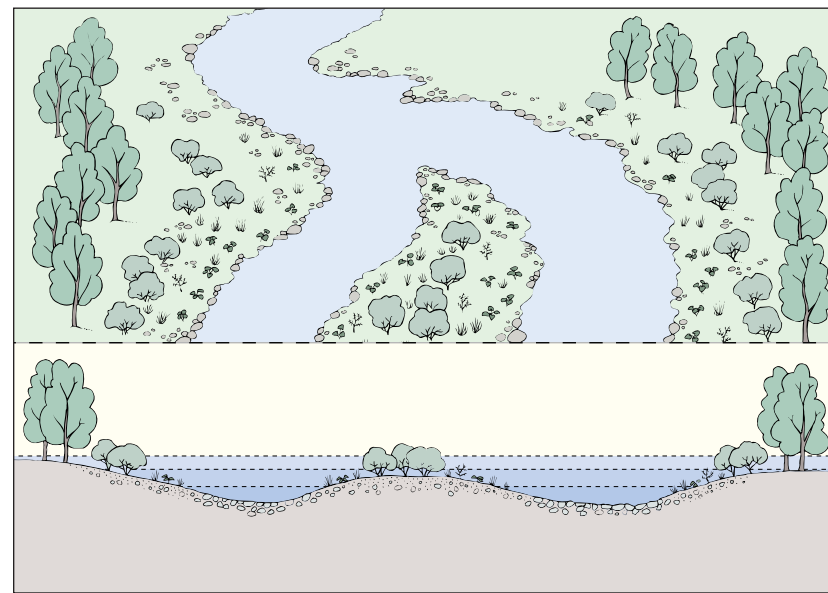


Un aspetto tipico dell'alveo di un torrente montano

pio i salici. Nelle zone, infine, che vengono inondate solo occasionalmente, cespugli e alberi costituiscono un bosco ripario.

Per sopravvivere in questi ambienti particolari e soggetti a cambiamenti notevoli nel corso di una stagione, le piante superiori si sono dovute adattare sia a inondazioni durante i periodi di portata massima, sia alla siccità durante quelli con portata minima. Nei paragrafi seguenti verrà spiegato attraverso quali meccanismi.

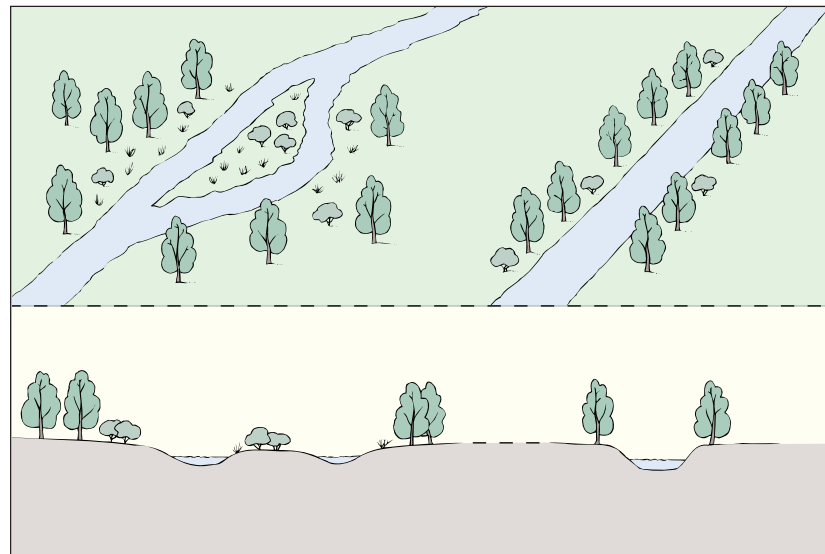
Lo spiccato dinamismo costituisce il tratto distintivo - e forse anche quello più affascinante - di questi ambienti. Il torrente, a ogni piena pronunciata, mette in movimento il greto, trasporta quantità notevoli di materiale di grosse dimensioni (fino a un terzo del volume dell'acqua!), ridisegna il corso dei canali in cui può suddividersi, sommergendo ostacoli ed esponendone di nuovi, erode le sponde e i piedi dei pendii, mentre deposita materiali grossolani nelle piane. Questo continuo ed estremo dinamismo contrasta con le esigenze di stabilità degli insediamenti e delle opere dell'uomo che, sia sulle Alpi sia sugli Appennini, insediandosi in prossimità di ambienti torrentizi, ha dovuto frequentemente affrontare le conseguenze del dissesto idrogeologico (frane, instabilità dei versanti, trasporto solido, erosione). La vegetazione che si sviluppa sui versanti all'esterno della zona inondata in occasione delle piene di maggiore entità (piena alluvionale) non presenta particolari legami con il torrente, se si eccettua forse la



In un torrente montano diversi tipi di vegetazione occupano aree più o meno frequentemente inondate.



La vegetazione riparia

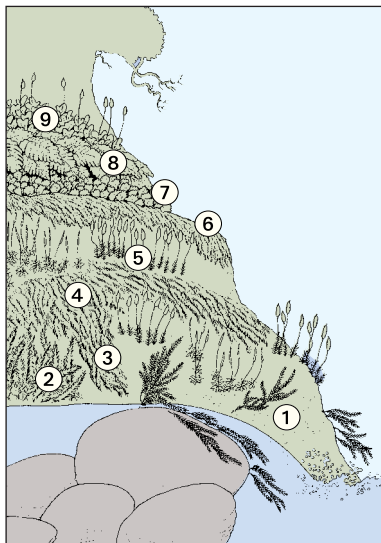


Confronto fra una situazione naturale e semiartificiale dell'ambiente torrentizio

presenza di specie indicatrici di umidità nel sottobosco di queste foreste. La messa a dimora su questi versanti di specie erbacee, arbustive o arboree idonee rappresenta una delle misure più valide contro i dissesti talora generati dai torrenti, ad esempio nei casi di erosione al piede del pendio.

Diversamente dalla vegetazione dei versanti, che, quando è indisturbata, dipende dalle caratteristiche climatiche locali ed è quindi zonale, la vegetazione intimamente legata ai corsi d'acqua è maggiormente svincolata dal clima e per questo presenta notevoli caratteri di uniformità nella sua struttura essenziale in tutta l'Europa centrale ed è definita azonale. Tuttavia i torrenti montani in generale sono ormai da considerarsi habitat estremamente bisognosi di tutela. Infatti, torrenti in condizioni naturali, come vengono descritti in questo capitolo, con spiccate variazioni della portata e ampie zone colonizzate da cespugli e boschi ripari, sono sempre più rari. L'intervento dell'uomo è pesante: oltre che all'inquinamento, alla rettificazione del loro corso e alla costruzione di argini artificiali, i torrenti sono sottoposti anche ad abbassamenti dell'alveo con escavazioni di sabbia e ghiaia. In questi ambienti stravolti, molte piante specializzate non sono più in grado di sopravvivere. La vegetazione riparia di un torrente montano in condizioni naturali svolge invece funzioni essenziali: offre cibo e riparo alla fauna associata a questi ambienti, contribuisce allo smaltimento dei sali nutritivi (nitrati e fosfati) che entrano nel torrente dal bacino di alimentazione, favorisce il consolidamento delle sponde. Le valli dei corsi d'acqua costituiscono an-





Briofite presenti sulle rive di un ruscello montano ombreggiato su substrato calcareo. Sott'acqua crescono briofite acquatiche come *Platyhypnidium riparoides* (1). Appena sopra il livello della portata media troviamo *Cratoneuron filicinum* (2) e *Dichodontium pellucidum* (3), seguiti da *Brachythecium rivulare* (4) e *Didymodon spadiceus* (5). *Hygrohypnum luridum* (6), *Fissidens cristatus* (7) e *Ctenidium molluscum* (8) si presentano al livello della portata massima, mentre l'epatica tallosa *Conocephalum conicum* (9) cresce nella zona che non viene inondata nemmeno in occasione delle piene.

buzione non è affatto regolare, ma dipende dalle condizioni ambientali, che sono mutevoli e possono cambiare ad ogni aumento marcato di portata. La riproduzione di queste piante vascolari acquatiche è sostanzialmente vegetativa, poiché i semi non sono in grado di germogliare nell'acqua corrente. In questi casi la colonizzazione avviene per frammentazione, tramite parti di pianta in grado di generare un nuovo individuo trasportate dalla corrente.

Le briofite (muschi ed epatiche), invece, dipendono dall'acqua per la riproduzione. I muschi non si riproducono per mezzo di fiori e semi, ma a partire da una struttura filamentosa esile e verde, il protonema, che si forma quando le spore germinano e sulla quale si differenziano i gameti maschili e femminili. Quelli maschili hanno bisogno di acqua, anche solo di una goccia di pioggia o di rugiada, per raggiungere e fecondare quelli femminili, dai quali si sviluppa una nuova briofita.

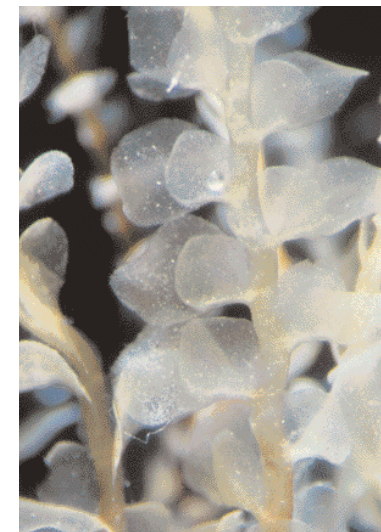
A differenza delle piante vascolari, inoltre, le briofite non sono in grado di rego-

che significativi canali di diffusione per piante originarie di altri piani vegetazionali o di altre aree floristiche. Questo è possibile grazie a vari fattori: la capacità dell'acqua corrente di trasportare non solo semi e propaguli vegetativi, ma anche intere piante o loro frammenti; la ridotta pressione competitiva caratteristica degli accumuli alluvionali e delle zone temporaneamente inondate; la formazione di nuovo terreno quando il torrente è in piena; un efficace apporto d'acqua e nutrienti, che consentono il rapido sviluppo di piante anche molto esigenti; la capacità di animali che vivono in prossimità del torrente di trasportare semi (fondamentale per la colonizzazione delle zone a monte).

**La flora acquatica.** Non esistono piante vascolari adattate esclusivamente alla vita nelle acque correnti. Alcune specie proprie delle acque stagnanti sono in grado di svilupparsi anche in torrenti e ruscelli, solo però nelle zone in cui l'acqua è più calma. La loro distri-

buire attivamente i processi di traspirazione, e per questo in generale occupano ambienti più o meno umidi, anche se evitano a loro volta situazioni torrenziali tipiche, con forte velocità di corrente, e prediligono acque tranquille (sorgenti), dove costituiscono estesi cuscinetti e tappeti, sommersi oppure emersi. Il gruppo delle briofite si colloca dal punto di vista sistematico in posizione intermedia tra alghe e piante vascolari (pteridofite e piante superiori), e comprende le epatiche e i muschi.

Le epatiche - il gruppo più primitivo - possono presentarsi in forma tallosa con struttura lobosa, e in forma fogliosa, che implica una suddivisione tra fusti e foglie senza nervatura, come in *Scapania undulata*. La loro morfologia



L'epatica *Scapania undulata*

gracile fa sì che spesso le epatiche acquatiche vengano danneggiate dai moti turbolenti dell'acqua o dai materiali da essa trasportati. La struttura dei muschi è già più complessa rispetto a quella delle epatiche e, con una netta differenziazione tra foglie e fusti, ricorda quella delle piante vascolari. L'acqua corrente, però, impone anche ai muschi acquatici notevole flessibilità e resistenza alla trazione. Un ancoraggio efficace può essere fondamentale per la sopravvivenza. Alcune specie (per esempio *Fontinalis antipyretica*) sono malgrado tutto capaci di fissarsi sui ciottoli con rizoidi primitivi e possono formarvi tappeti anche densi. Spesso la disposizione delle foglie dei muschi acquatici è molto fitta e in vari casi unilaterale. I fusti e i rami sono allungati, le punte delle foglie sono ridotte e la nervatura rinforzata. I muschi sono molto sensibili al disseccamento, non ci sono però numerose briofite che si sviluppano direttamente nell'acqua: la maggioranza preferisce zone bagnate solo in parte o sommerse solo periodicamente.

Le briofite si sono adattate anche alle basse temperature tipiche dei torrenti montani. Per la fotosintesi hanno infatti bisogno dell'anidride carbonica libera, che è disciolta in quantità maggiori in acque fredde. Studi recenti hanno evidenziato che il tasso fotosintetico di muschi adattati a sorgenti fredde diminuisce con l'aumento della temperatura dell'acqua.

Come anche per altri organismi, il tipo di substrato svolge un ruolo fondamentale nel condizionare la presenza di numerose specie all'interno del torrente. Così, il genere *Cratoneuron* si trova unicamente su substrati calcarei, mentre



I muschi possono coprire gran parte dei massi presenti lungo le rive dei torrenti

*Scapania undulata* predilige corsi d'acqua su substrato siliceo. Anche tra le briofite esistono peraltro specie indifferenti, come *Brachythecium rivulare*.

Le cenosi di muschi acquatici sembrano presentarsi in maniera abbastanza omogenea sia in Italia che in Europa centrale. In Italia, per esempio, sono state descritte sia per le Alpi che per l'Appennino cenosi a *Platyhypnidium riparioides* (che aderisce alle pietre formando cespi talvolta abbastanza grossi), con le specie compagne *Fontinalis antipyretica* e *Brachythecium rivulare*. Il grado di copertura può variare notevolmente in relazione alle caratteristiche ambientali delle singole stazioni (in particolare la velocità di corrente).

**Vegetazione pioniera delle rive e dei greti.** Dove le rive e le sponde dei torrenti sono così basse da essere inondate frequentemente, anche in caso di variazioni di livello minime (e in questo modo vengono arricchite di sostanze nutritive), crescono comunità con piante erbacee annuali, come diverse specie di poligoni (*Polygonum* spp.).

Durante i periodi di magra, quando il livello dell'acqua decresce, in condizioni naturali presto si possono osservare delle piante erbacee colonizzare i greti dei torrenti. Questa vegetazione pioniera assume una caratteristica distribuzione a mosaico, corrispondente alla distribuzione delle diverse frazioni di ghiaia e sabbia depositate dall'acqua durante le piene, a seconda delle differenti velocità di corrente.

Nei torrenti si possono rinvenire anche specie orofile, come la gipsosila strisciante (*Gypsophila repens*), la linaria alpina (*Linaria alpina*) e il garofanino di

Dodonaeus (*Epilobium dodonaei*). Si tratta di piante - definite in tedesco Alpengschwemmlinge - tipiche dei detriti ghiaiosi alpini e subalpini, i cui semi sono fluitati fino al piano altitudinale montano dove, nelle zone alluvionali, trovano condizioni adeguate al loro sviluppo. Come in alta quota, devono crescere, fiorire e fruttificare velocemente. Una produzione di semi rapida ed elevata garantisce infatti una ricolonizzazione efficace, dopo un eventuale aumento del livello dell'acqua. A causa, per esempio, di un temporale violento, il livello dell'acqua nel torrente può alzarsi, sommergendo le piante che vengono così trascinate dalla corrente; dai loro semi può però avere inizio un nuovo ciclo vitale.

In questo ambiente le piante erbacee devono tollerare non solo i periodi di sommersione, ma anche quelli di siccità. A questo scopo, seguono il livello della falda acquifera con le radici, oppure riducono la loro traspirazione con la struttura xeromorfa delle foglie e una morfologia simile a quella degli arbusti nani. È questo il caso del camedrio alpino (*Dryas octopetala*), che forma bassi cuscinetti con fusti legnosi striscianti. Le sue foglie coriacee ricordano le foglie delle querce: sono oblungho-ellittiche, dentellate e lunghe fino a 3 cm, con una lanugine bianca sulla pagina inferiore. Produce fiori solitari a forma di coppa, rivolti verso l'alto, di colore bianco-panna e larghi fino a 4 cm, con stami gialli; seguono frutti piumosi e argentei altrettanto piacevoli, presenti tutta l'estate. La vegetazione pioniera si alterna a macchie di vegetazione più fit-



Linaria alpina (*Linaria alpina*)



Garofanino di Dodonaeus (*Epilobium dodonaei*)



Camedrio alpino (*Dryas octopetala*)



ta, costituita da distese di praterie di tipo steppico con graminacee, come la can-nella spondicola (*Calamagrostis pseudophragmites*, caratteristica del *Calama-grostietum pseudophragmitis*, un'associazione che si sviluppa prevalentemen-te nella parte sud-orientale dell'Europa centrale). Il suo culmo eretto e foglioso fino alla sua sommità può raggiungere un metro e mezzo di altezza. Con le sue propaggini sotterranee riesce a colonizzare velocemente nuove aree sabbiose, anche dopo essere stata sommersa, ed è in grado di riaffiorare alla superficie anche se viene ricoperta da ghiaia e sabbia.

Nella piana alluvionale del torrente si vengono quindi sorprendentemente a in-contrare specie provenienti da altri ambienti, e ciò determina un tipo di vegeta-zione del tutto particolare.

**Zona interessata dalle variazioni stagionali di livello.** Nelle zone coinvolte dalle variazioni di livello stagionali, che vengono inondate con minore frequen-za, si insediano già i primi cespuglieti. I semi di salici e di altri cespugli possono germogliare e le piante possono svilupparsi fino a una certa altezza prima che la piena successiva inondi nuovamente la zona.

Diverse specie di salici si sono adattate perfettamente alle condizioni ambien-tali proprie del torrente. Durante i periodi di sommersione, un ancoraggio effi-cace tramite un esteso sistema di radici, la forma lanceolata delle foglie e l'e-strema flessibilità dei rami e dei fusti consentono alla pianta di sopravvivere al-la forza della corrente assecondandola. Inondazioni frequenti, che implicano quasi sempre un accumulo di detriti, presuppongono anche una capacità enor-me di rigenerazione: con lo sviluppo di forti ricacci dal colletto e di radici avventizie, questi salici riprendono velocemente a crescere.

Un'altra modalità di adattamento è la capacità di evitare i danni causati da una carenza di ossigeno a livello dell'apparato radicale, quando nel terreno inonda-to si hanno condizioni anaerobie. Un eventuale accumulo di etanolo - un pro-dotto tossico della respirazione anaerobia - viene evitato in diversi modi. Nu-merose lenticelle nella parte inferiore del tronco facilitano la diffusione sia del-l'ossigeno verso le radici, sia dell'etanolo verso l'esterno del fusto. Molte specie di salici sono anche in grado di produrre metaboliti non tossici, come piruvato e acido glicolico.

I torrenti della fascia collinare e montana delle Alpi e dell'Appennino settentrio-nale sono regolarmente costeggiati da saliceti puri o misti, nei quali le specie dominanti sono il salice rosso (*Salix purpurea*) e il salice ripario (*Salix elaea-gnos*). Nelle forre umide e fresche dell'Appennino subentra anche il salice del-l'Appennino (*Salix apennina*). Terreni sabbiosi e limosi, soggetti a periodiche inondazioni, sono caratterizzati, oltre che dal salice rosso, anche dalla presen-za della tamerice alpina (*Myricaria germanica*).

Il salice rosso si presenta come un arbusto espanso, riconoscibile per i suoi ra-

mi sottili, flessibili e spesso sfumati di rosso. Le foglie di forma oblunga pos-sono raggiungere gli 8 cm, sono se-gheggiate per lo più solo nella metà api-cale, di un colore da verde scuro a ver-de-azzurro. Gli esili amenti compaiono a inizio e metà primavera prima delle foglie; quelli maschili hanno antere por-pora, poi gialle.

La tamerice alpina ha un portamento elegante, con una fronda leggera glau-cescente, fiori rosa pallido e semi ca-ratterizzati da ciuffetti di peli stipitati. È sensibile alla siccità e viene sostituita nei letti ghiaiosi dei tratti superiori dei torrenti montani - caratterizzati da una forte oscillazione del livello della falda acquifera, con conseguente aridità estiva - dai salici ripari. Questi ultimi si presentano come arbusti folti, a portamento eretto, con getti esili di colore grigio vellutato. Le loro foglie sono lun-ghe fino a 20 cm, lineari e intere, di co-lore verde scuro, grigie nella fase gio-vanile e tomentose sulla lamina inferio-re; i loro bordi sono paralleli e revoluti, l'apice è acuto. In primavera, insieme alle foglie, compaiono amenti verdi,

esili, lunghi 3-6 cm; quelli maschili hanno antere gialle. A queste specie si as-sociano, a seconda delle diverse condizioni climatiche, geomorfologiche e pe-dologiche, elementi più termofili, come il salice da ceste (*Salix triandra*), o con-tinentali, come il salice di monte (*Salix myrsinifolia*), o più spiccatamente mon-tani, come il salice barbuto (*Salix daphnoides*; associazione: *Salicetum elaea-gno-daphnoidis*, una delle comunità vegetali più tipiche delle vallate alpine e quindi una delle prime a essere state descritte).

Le piante devono essere anche in grado di superare la siccità durante i perio-di in cui la portata è minima e, a questo scopo, seguono con le loro radici le acque freatiche. In particolare, l'olivello spinoso (*Hippophae rhamnoides*) può ridurre la traspirazione con la struttura xeromorfa delle sue foglie. Questo ar-busto ha getti spinosi portanti foglie lineari, di colore grigio-verde e lunghe fino a 6 cm, con squame da argento a bronzo su entrambe le pagine. In primavera



Salice rosso (*Salix purpurea*)



Tamerice alpina (*Myricaria germanica*)

I salici, con circa 300 specie, preferiscono gli spazi aperti delle regioni temperate settentrionali, ma sono presenti in tutto il mondo, tranne che in Australia. A causa della loro rusticità e della loro resistenza al freddo, crescono anche in alta quota e in zone boreali, dove si presentano come arbusti nani, mentre nelle zone con clima più mite predominano arbusti e alberi. Un notevole numero di specie cresce sui terreni alluvionali fluviali e su terreni scoperti. Per la loro rapidità nella crescita e la capacità di sviluppare forti ricacci dal colletto, diverse specie oggi vengono frequentemente impiegate per stabilizzare le rive di torrenti e di fiumi, o zone soggette a un'elevata erosione, come spesso si trovano in alta montagna.

Mentre le foglie dei salici che popolano ambienti meno umidi sono più o meno ovate, quelle dei salici che colonizzano le rive dei torrenti e dei fiumi sono più lanceolate. Questa forma delle foglie e l'enorme flessibilità dei rami e dei fusti garantiscono una minore opposizione alla corrente in caso di inondazione, abbassando così il rischio che la pianta venga spezzata o sradicata. È appunto per la loro estrema flessibilità che i rami del salice da ceste (*Salix triandra*) e del salice rosso (*Salix purpurea*) sono stati usati in passato per la produzione di vimini.

Nel tardo inverno compaiono, prima delle foglie o contemporaneamente, i piccoli fiori. Non hanno petali e sono portati in amenti femminili e maschili, sempre su piante diverse. Quelli maschili sono di solito più decorativi e il loro polline viene diffuso dal vento. Tra i salici si trovano anche specie mellifere particolarmente importanti, perché forniscono nettare all'inizio della primavera, quando scarseggiano ancora altri fiori. Dai fiori femminili maturano in una capsula piccoli semi quasi privi di riserve. Anche essi vengono diffusi dal vento. Sono permeabili e germinano con estrema rapidità, in condizioni climatiche e stagionali favorevoli, fin dal primo giorno.

Questo fatto, mentre facilita la colonizzazione delle aree scoperte con falda freatica superficiale, risulta però fatale quando il seme cade in zone ombreggiate o su terreni insufficientemente umidi, poiché le plantule muoiono quasi subito.

Le colture di salice hanno avuto in passato una discreta importanza nell'economia agricola, soprattutto nella pianura padana,



Salice ripario (*Salix elaeagnos*)



Salice ripario (*Salix elaeagnos*)

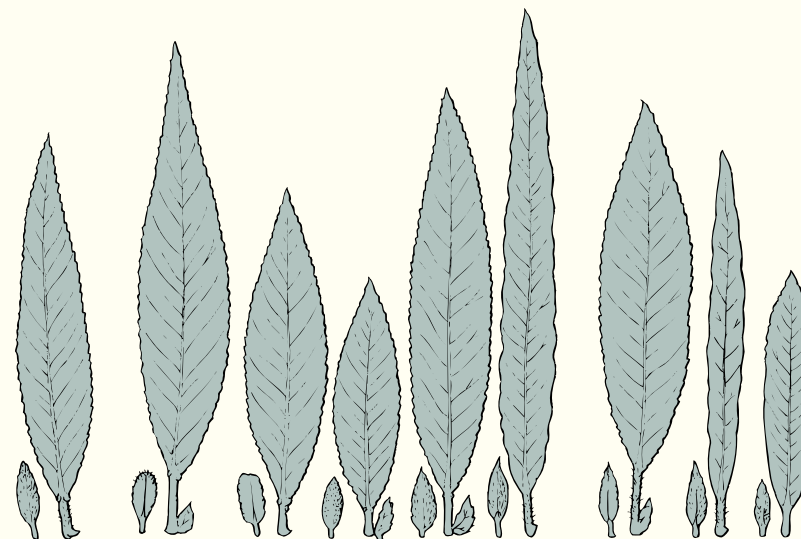


Salice rosso (*Salix purpurea*)

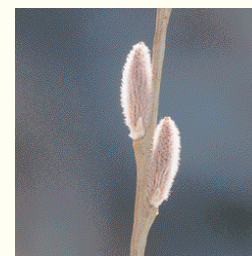
dove varie specie venivano coltivate per ricavarne il combustibile necessario ai forni da pane e per altri usi, come nella produzione artigianale di oggetti in vimini, in carpenteria, nella fabbricazione di utensili, ecc. I vimini non erano infatti utilizzati per realizzare esclusivamente semplici ceste e panieri, ma anche altri prodotti, come nasse da pesca, sostegni

per le viti o altre piante legnose coltivate a spalliera, legacci per i tetti di paglia degli edifici rurali e per imballaggi.

Va ricordato in particolare l'uso farmaceutico della salicina, un glucoside dalla potente azione febbrifuga, presente soprattutto nella corteccia di quasi tutte le specie di salice, da cui un tempo si estraeva l'acido salicilico.



Adattamenti morfologici delle foglie di varie specie di salice alla corrente. Da sinistra a destra: salice comune (*Salix alba*), salice fragile (*Salix fragilis*), salice odoroso (*Salix pentandra*), salici da ceste (*Salix triandra discolor* e *Salix triandra triandra*), salice da vimini (*Salix viminalis*), salice barbuto (*Salix daphnoides*), salice ripario (*Salix elaeagnos*), salice rosso (*Salix purpurea*)



Salice rosso (*Salix purpurea*)



Salice comune (*Salix alba*)



Salice comune (*Salix alba*)



produce minuscoli fiori giallo-verdi, in racemi lunghi fino a 2 cm. Sulle piante femminili, i fiori sono seguiti da frutti sferici, larghi fino a 8 mm, di un bel colore arancione vivace, con un alto contenuto di vitamina C e persistenti fino alla primavera successiva. L'olivello spinoso popola i terrazzamenti silicei, situati sopra il livello delle piene, ed è particolarmente rigoglioso nei fondivalle esposti a Sud.

**Zone inondate solo in occasione delle piene.** Lungo i torrenti montani delle Alpi, agli aggruppamenti a cespugli succede l'ontano grigio (*Alnus incana*; associazione: *Alnetum incanae*, particolarmente sviluppata nelle vallate di gruppi montuosi con elevazioni notevoli e capace di dominare anche in luoghi dove si è accumulato pochissimo humus), sostituito dall'ontano nero (*Alnus glutinosa*) nelle zone con inverni più miti. I saliceti e l'olivello spinoso hanno preparato il suolo, con un accumulo graduale di sabbia e ghiaia, che rende possibile la crescita di questi alberi. Gli ontani si sono adattati sia alle piene occasionali, sia alla mancanza di aria nei terreni umidi. Grazie a lenticelle poste alla base del tronco, viene garantito il rifornimento di aria alle radici superficiali sommerse. Inoltre, sulle radici sono presenti dei tubercoli che contengono batteri in simbiosi con la pianta e in grado di fissare l'azoto dell'aria, compensando in questo modo la carenza di azoto del terreno.

Negli ambienti torrentizi, talvolta una combinazione di determinate condizioni decide quale specie riesce a colonizzare la zona dopo una piena. I semi degli ontani maturano infatti in estate, un periodo durante il quale le portate dei torrenti diminuiscono, consentendo così la crescita di questi alberi. I semi del salice comune (l'associazione *Salicetum albae* è la comunità vegetale delle piane alluvionali, che fiancheggia i principali fiumi della Pianura Padana e dell'Italia centrale) e del salice fragile (*Salix fragilis*), invece, maturano in giugno, quando la portata dei torrenti montani è massima e non si sono ancora costituite aree adatte per la colonizzazione. Inoltre, la durata della capacità di germinare di questi semi è limitata a pochi giorni, così che non sopportano il trasporto con l'acqua. Essi trovano quindi più facilmente condizioni favorevoli al loro sviluppo lungo il tratto



Salice comune (*Salix alba*)

In Italia sono presenti spontaneamente 4 specie di ontano: l'ontano grigio (*Alnus incana*), diffuso sui terreni alluvionali del centro-nord; l'ontano nero (*Alnus glutinosa*, vedi foto), diffuso lungo i fiumi e i ruscelli e nei boschi paludosi; l'ontano verde (*Alnus viridis*), tipico dei pendii alpini, dove la neve si sofferma più a lungo e le valanghe sono frequenti; l'ontano napoletano (*Alnus cordata*), frequente nei boschi montani delle regioni meridionali.

Forse a causa della preferenza degli ontani per terreni molto umidi, numerosi botanici ritengono che il termine latino *Alnus* derivi dal celtico "al lan", che significherebbe "stare presso le rive". Poiché il legno dell'ontano nero tende ad indurirsi quando rimane a lungo sommerso in acqua, era quello un tempo più utilizzato nella costruzione delle palafitte. Per la proprietà del suo legno di divenire, appena tagliato, d'un rosso arancione molto vivo, l'ontano si è caricato inoltre di un profondo significato simbolico: era considerato l'albero della vita dopo la morte.

Alto fino a 30 e più metri, a portamento rotondeggiante o piramidale, l'ontano nero è un albero robusto che si lascia facilmente riconoscere per le foglie.

La foglia è largamente ovata e spesso rotondeggiante, irregolarmente seghettata ai margini e, questo è un carattere ben evidente, sprovvista di una vera punta, o, più spesso, smarginata e rientrante all'apice. La pagina superiore è di un verde scuro e lucido, quella inferiore è di un verde più chiaro, un po' opaco, e provvista di ciuffi di peli rossastri in corrispondenza della biforcazione delle principali nervature.

L'ontano grigio, alto fino a 10-15 metri, si riconosce per la sua corteccia di colore grigio-scuro. Le sue foglie sono ovate, lunghe fino a 10 cm e larghe 5, con una dentellatura doppia lungo il margine e con un apice appuntito. La



pagina superiore è di colore verde scuro, quella inferiore grigia e pelosa.

I fiori degli ontani si presentano in amenti separati sulla stessa pianta alla fine dell'inverno e all'inizio della primavera, prima della fogliazione. Quelli maschili, lunghi 10 cm, sono raggruppati in ciuffi di amenti penduli agli apici dei rami. Il polline viene diffuso dal vento. I fiori femminili, separati sulla stessa pianta, si riuniscono in amenti ovoidali e lunghi 1-2 cm. Da questi ultimi si sviluppano durante l'estate i frutti legnosi di colore marrone scuro e lunghi 2 cm. Queste "false pignette" legnose sono generalmente presenti sui rami durante tutto l'anno.

I loro semi sono provvisti di una struttura speciale, piena d'aria, che consente loro di diffondersi molto efficacemente con l'acqua corrente, mentre con il vento riescono a raggiungere una distanza non superiore a 30-50 metri e mantengono la capacità di germinare anche per 12 mesi. Essendo piante pioniere, gli ontani crescono velocemente nella fase giovanile, ma raramente superano i 100-120 anni di vita.

Il legno da esso ricavato, per la sua proprietà già ricordata di indurirsi in acqua, è tutt'oggi ricercato per lavori idraulici. È invece sensibile all'esposizione all'aria e trova modesto impiego sia come combustibile che come materiale da tornio o da falegnameria. La corteccia, ricca di tannino, si usava con successo nella concia delle pelli.





L'associazione a farfaracci (*Petasites* spp.)

inferiore dei corsi d'acqua, su terreni sabbiosi e limosi dove formano fitti boschi ripari. Anche le basse temperature invernali svolgono probabilmente un ruolo selettivo fondamentale.

Nell'ombroso sottobosco degli ontaneti, le piante pioniere e i salici propri delle zone più vicine al torrente - preferendo un ambiente ben illuminato - non sono più in grado di crescere. I suoli di questi habitat, pur essendo ancora a uno stadio evolutivo iniziale, vengono arricchiti di sostanze nutritive ad ogni inondazione. Così, al margine degli ontaneti e nelle radure, sono frequenti i consorzi di erbe alte o megaforbie (termini derivati rispettivamente dal tedesco Hochstauden e dal francese megaphorbiées), come per esempio la girardina silvestre (*Aegopodium podagraria*) e la scrofularia nodosa (*Scrophularia nodosa*). In genere si tratta di piante nitrofile, igrofile, a rapido accrescimento, alte oltre un metro. Tra la flora del sottobosco va menzionata la felce penna di struzzo (*Matteuccia struthiopteris*), con altezze fino ad un metro e mezzo. Spesso si possono anche incontrare i farfaracci (*Petasites* spp.), i cui fitti steli portano in primavera i fiori maschili e femminili in capolini purpurei o bianchi su piante diverse. Solo dopo la fioritura si sviluppano le foglie basali, cuoriformi o reniformi, con un diametro fino a 60 cm, che costituiscono fitte cenosi erbacee.

Nelle zone poco influenzate dalle inondazioni, agli ontani si affiancano alberi tipici dei boschi ripari delle zone collinari, come il frassino comune (*Fraxinus excelsior*), il pioppo bianco (*Populus alba*) e il pioppo nero (*Populus nigra*).

Il frassino comune è caratterizzato da foglie pennate, lunghe fino a 30 cm, con 9-13 foglioline oblunghe ovate, lunghe fino a 10 cm e larghe 3. I fiori sono esili,

viola, senza petali e sbocciano in primavera, prima delle foglie, da gemme quasi nere. I frutti alati e penduli, prima verdastri, poi marrone pallido, maturano in densi grappoli.

I pioppi appartengono alla famiglia delle salicacee. Come i fiori dei salici, anche quelli dei pioppi si presentano in amenti maschili e femminili penduli e lunghi fino a 5 cm (quelli del pioppo nero) o fino a 10 cm (quelli del pioppo bianco). I semi, però, sono più vistosi: le capsule piccole e verdi si aprono per rilasciare i semi coperti di una peluria bianca simile a cotone grezzo, che contribuisce a un'efficace diffusione col vento. Le foglie del pioppo nero sono triangolari od ovate, lunghe e larghe fino a 10 cm, con la pagina superiore lucida e quella inferiore opaca. Le foglie del pioppo bianco, invece, sono simili a quelle dell'acero, con 2-5 lobi, possono essere lunghe fino a 10 cm e larghe fino a 7 cm. Quando sono mature hanno la superficie superiore liscia, mentre una peluria fitta, bianca, ricopre la pagina inferiore.

Lungo i torrenti alpini si può sviluppare ancora un altro tipo di bosco ripario, con presenza di pino silvestre (*Pinus sylvestris*). Insieme ai salici, queste conifere colonizzano alluvioni torrentizie calcaree, soggette a sommersioni solamente in anni eccezionali, per la durata di 1-2 giorni. Il pino silvestre, infatti, pur avendo un'ampia valenza ecologica (cresce sia nelle torbiere, sia su terreni aridi come i pendii rocciosi, sia sui detriti alluvionali torrentizi), non tollera inondazioni che durino più di alcuni giorni.



Pioppo nero (*Populus nigra*)



Pioppo nero (*Populus nigra*)



Felce penna di struzzo (*Matteuccia struthiopteris*)