



1 La Valle d'Aosta e il Piemonte settentrionale

I T E M I S C I E N T I F I C I

L'edificio montuoso dell'orogenesi alpina

La regione della Valle d'Aosta e del Piemonte settentrionale comprende il versante italiano delle Alpi Graie e Pennine, ed è solcata da un reticolo fluviale che confluisce nell'alveo del fiume Po. Le due principali valli che incidono la catena sono quella della Dora Baltea (Valle d'Aosta) e la Val d'Ossola, collegata, verso est, al Lago Maggiore. In questo settore le Alpi hanno una larghezza di quasi 150 km, dalla pianura Padana al Lago di Ginevra.

La catena alpina si è formata a seguito della convergenza tra la *placca africana* e la *placca europea*. Il processo di avvicinamento ha portato in un primo momento alla chiusura del braccio oceanico che era interposto tra i due continenti (una parte del *Golfo della Tetide*) e infine alla loro collisione. Il risultato è stato la compressione della fascia di crosta terrestre lungo i margini dei due continenti, con formazione di pieghe e di faglie inverse. Per effetto di questa compressione la crosta si è notevolmente ispessita; pezzi di crosta terrestre in origine l'uno di fianco all'altro, sono stati



FIGURA 1.1

Il Monte Rosa, con le sue rocce metamorfiche della falda penninico-piemontese, è la seconda cima, per altezza, delle Alpi.

accatastati uno sopra l'altro a formare l'edificio della catena alpina.

I geologi hanno riconosciuto, in due secoli di osservazioni e studi, una serie di «scaglie» accatastate (che hanno chiamato *falde*) composte da differenti tipi di rocce. Immaginiamo di tagliare la catena perpendicolarmente alla sua larghezza, e di osservarne una sezione lungo questo taglio [▶ FIGURA 1.2c]. Vedremmo in questo modo delle «fette» di roccia accatastate l'una sull'altra, cioè le «falde»; se ingrandissimo la sezione per osservarne i particolari, vedremmo come ognuna di queste fette è a sua volta un insieme complesso di rocce deformate, tagliate e piegate a più riprese.

L'*orogenesi alpina* è cominciata 100 milioni di anni fa, nel periodo *Cretaceo* (c'erano ancora i dinosauri), ed è tuttora attiva: in questo lungo periodo si sono formate le falde, per effetto del carreggiamento dei blocchi crostali uno sull'altro. Si è trattato di un processo lento e costante, con momenti più intensi seguiti da periodi più tranquilli, svoltosi mentre Europa e Africa si avvicinavano tra loro, schiacciando le rocce interposte in una morsa inesorabile.

Le rocce delle Alpi, in particolare di quelle valdostane e piemontesi, sono intensamente deformate con pieghe e faglie, e le forti pressioni ne hanno trasformato a più riprese i

minerali (*metamorfismo*). Le rocce metamorfiche si formano infatti dove la pressione e la temperatura sono molto alte, a diversi chilometri di profondità. Le compressioni hanno anche sollevato queste rocce metamorfiche di parecchie migliaia di metri, fino a portarle in superficie. Insieme alle metamorfiche sono presenti anche rocce magmatiche, che formano grandi corpi plutonici. Un *plutone* è un corpo roccioso derivante dal lento raffreddamento di una massa magmatica che non ha trovato una via d'uscita in superficie. Il massiccio del Monte Bianco è costituito da uno di questi corpi, raffreddato in profondità nella crosta continentale europea 300 milioni di anni fa. Altre masse con rocce magmatiche sono presenti nel biellese e nei dintorni di Stresa e Verbania, sul Lago Maggiore. In seguito al

sollevamento della catena e all'erosione da parte degli agenti esogeni, oggi queste rocce profonde affiorano in superficie. In alcuni casi la bellezza della roccia, con i suoi grandi cristalli colorati, la rende utile come materiale di rivestimento: ricordiamo a questo proposito i graniti bianchi e rosa del Lago Maggiore.

La morfologia fluviale e glaciale

Il sollevamento della massa di rocce della catena sopra il livello marino innesca l'azione degli agenti esogeni, che iniziano a eroderla. Il risultato è la formazione di una catena con le sue creste, le sue cime e le sue valli, solcate dai fiumi che erodono i terreni e ne trasportano i detriti verso il basso, sotto l'effetto della forza di gravità.

L'inizio del processo erosivo per le Alpi è molto antico, dato che la catena cominciò a emergere dalle acque già 50 milioni di anni fa. Da allora, le rocce alpine smantellate dalle forze esogene (piogge, venti, azioni chimiche e fisiche) si sono trasformate in sabbie, ciottoli e fango (sedimenti). Questi a loro volta, compattandosi e cementandosi, hanno prodotto le rocce sedimentarie sepolte in pianura Padana e sotto il fondo del Mare Adriatico. Le valli hanno lentamente e gradualmente cambiato aspetto, fino a quello attuale. I processi di erosione, trasporto e sedimentazione sono ancora oggi attivi; ce ne rendiamo conto risalendo qualsiasi valle alpina e

osservando il cumulo di detriti lungo i suoi fianchi (spesso coperti dalla vegetazione) e sul fondo dei letti dei torrenti. Oltre all'azione erosiva fluviale, l'aspetto odierno delle valli è dovuto all'azione glaciale degli ultimi 800 000 anni.

Oggi i ghiacciai vivono una fase di minimo sviluppo; per trovare neve e ghiaccio dobbiamo salire a quote superiori a 2000 metri, inoltrarci nelle valli a ridosso del Monte Bianco, del Monte Rosa o del Gran Paradiso. La massima espansione glaciale è avvenuta a più riprese negli ultimi 2 milioni di anni, in corrispondenza di periodi climaticamente più freddi: le cosiddette *glaciazioni*. Negli ultimi 800 000 anni si sono succedute cinque glaciazioni, separate da periodi più caldi, durante i quali i ghiacciai si ritiravano, e di conseguenza il livello del mare si alzava dappertutto sulla Terra.

Nei periodi freddi invece, l'ultimo dei quali è terminato circa 12 000 anni fa, i ghiacciai coprivano una superficie molto maggiore di quella attuale. Lunghe lingue di ghiaccio e neve scendevano dal cuore delle Alpi in pianura Padana e, sull'altro versante, nelle pianure francesi, svizzere e tedesche.

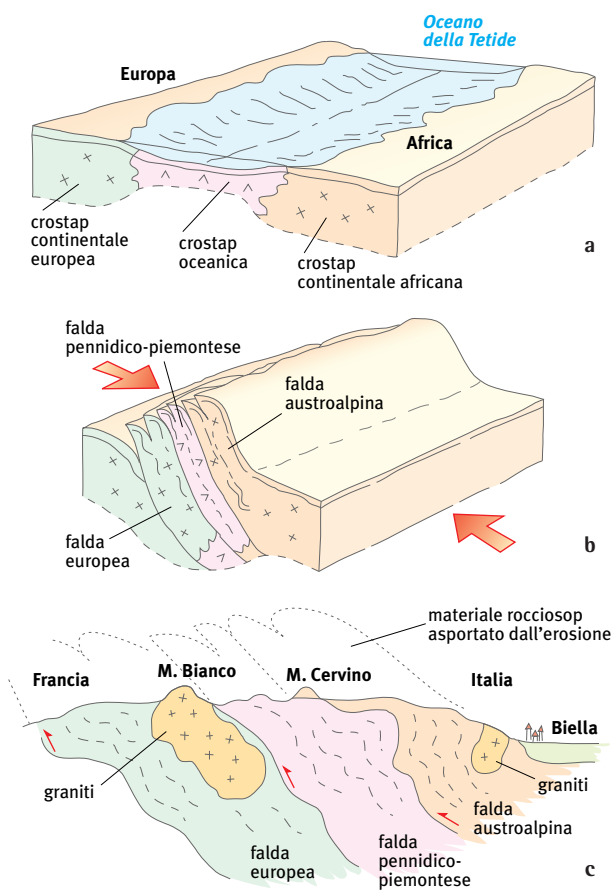
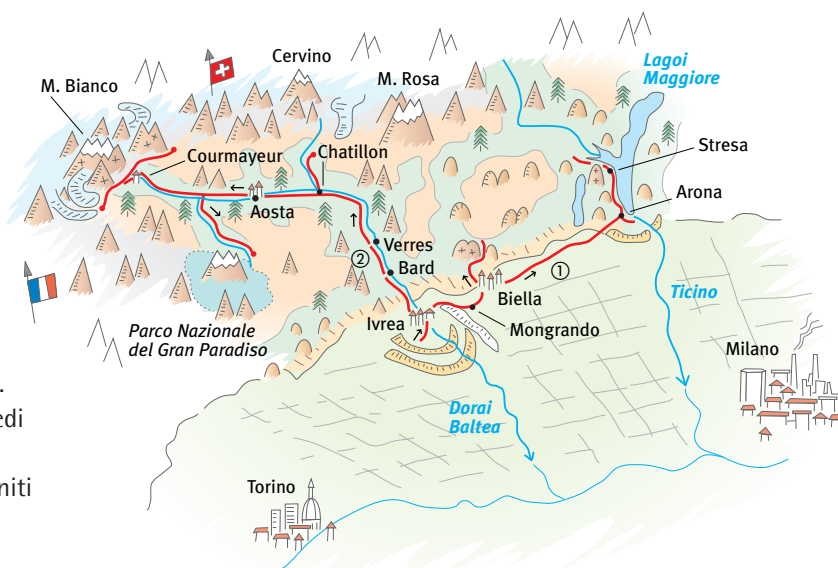


FIGURA 1.2

La chiusura del Golfo della Tetide e l'orogenesi alpina. (a) nel Giurassico il Golfo della Tetide separa ancora Africa ed Europa; (b) la collisione tra i due blocchi continentali e la formazione della catena a falde; (c) le tre principali falde alpine viste in sezione.

▶ GLI ITINERARI

Vengono proposti due itinerari percorribili in automobile. Il primo si svolge ai piedi della catena alpina, tra Ivrea e il Lago Maggiore; il secondo risale la Valle d'Aosta fino a Courmayeur, con alcune deviazioni sulle valli laterali (Valtournenche, Valle di Cogne). Da Courmayeur si procede a piedi per un'osservazione ravvicinata dell'ambiente glaciale e dei graniti del Monte Bianco.



ITINERARIO 1.1 AI PIEDI DELLA CATENA: LA ZONA DI IVREA E BIELLA

TEMI

- I depositi glaciali della morena frontale di Ivrea (anfiteatro di Ivrea)
- Le rocce del plutone di Biella, le rocce metamorfiche di Ivrea, le sabbie aurifere della Bessa
- La valle glaciale del Lago Maggiore
- I graniti di Baveno e Montorfano

Arrivando dalla pianura piemontese, lungo la bretella autostradale Santhià-Ivrea, si ammira una cerchia di colline che si ergono sulla pianura, formando un semicerchio di 20 km di raggio, centrato sullo sbocco in pianura della Dora Baltea, a Ivrea. Si tratta delle **morene frontali** del grande ghiacciaio della Valle d'Aosta, depositate nelle fasi di massima espansione glaciale del Quaternario.

Le cerchie moreniche si formavano mentre il ghiacciaio, ritirandosi, depositava sabbie, fanghi e grossi massi uno di fianco all'altro. Si tratta di cordoni affiancati, in una alternanza di creste e depressioni; nel fondo delle depressioni si possono formare a volte dei *laghetti intermorenici*, come quelli di Viverone e di Candia.

Da Ivrea si raggiunge Andrate e il Passo di Croce Serra, arrampicandosi sui depositi morenici, da dove si gode un bel panorama sulla conca d'Ivrea. Durante le massime pulsazioni dei periodi freddi glaciali, questa conca era occupata dalla parte finale del ghiacciaio, limitato verso la pianura dalle morene frontali, e verso Biella

dai cordoni delle morene laterali della Serra e della Bessa. Oggi la conca è solcata dai meandri della Dora Baltea, che vi ha trasportato ghiaie e sabbie erose nell'alta Valle d'Aosta. Sotto di noi sono visibili alcuni laghetti, formati in corrispondenza di alcune piccole conche scavate dal ghiaccio.

Scendendo verso Biella si raggiunge Mongrando; da qui si osserva il cordone della Bessa, il più esterno dei cordoni della morena laterale della Serra. Nei suoi depositi alluvionali si trovano concentrazioni di metalli pesanti, tra cui l'oro, sfruttati fin dal II secolo a.C. Si tratta di tipici giacimenti alluvionali, chiamati **placers** o, in questo caso, *sabbie aurifere*. L'oro si trova concentrato in filoni incas-

sati nelle rocce metamorfiche del Monte Rosa e del Gran Paradiso. Alcuni blocchi di questi filoni furono trasportati a valle dai ghiacciai e dai fiumi.

Raggiunta Biella si risale la valle del torrente Cervo, fino alle frazioni di La Balma e Campiglia Cervo. Qui si possono osservare in superficie rocce

Morena frontale. Insieme dei depositi detritici erosi da un ghiacciaio e depositati alla sua terminazione, davanti alla fronte glaciale, a causa dello scioglimento del ghiaccio.

Placer. Giacimento dove i minerali utili più pesanti vengono concentrati come particelle detritiche, per l'azione selettiva degli agenti di trasporto.

magmatiche plutoniche: si tratta di *graniti*, in prevalenza biancastri, composti da minerali di *quarzo*,

Feldspato, feldspato potassico. Minerale della classe dei silicati, contenente potassio e alluminio; molto frequente nelle rocce magmatiche e metamorfiche.

Minerali femici. Minerali della classe dei silicati, contenenti un'alta percentuale di ferro e magnesio (da cui femici), che conferiscono colorazione scura, spesso verde o nerastra. Olivina, anfiboli e pirosseni, mica biotite sono minerali femici.

► **feldspato potassico** e ► **minerali femici**. Questi ultimi hanno colore scuro, verdastro; la biotite è nera, mentre il quarzo e i feldspati hanno colore chiaro. Questi graniti derivano dal raffreddamento di magmi provenienti da profondità di decine di chilometri e intrusi, circa 30 milioni di anni fa, nelle rocce sovrastanti della catena alpina.

► DEVIAZIONE: I GRANITI DEL LAGO MAGGIORE

Da Biella si raggiunge Arona, sul Lago Maggiore, percorrendo la strada statale 142, che costeggia le ultime propaggini della catena.

Il lago si è formato per l'azione di scavo del ghiacciaio del Ticino, ed è incassato in una tipica valle a U, come tutti i grandi laghi prealpini: di Como (Lario), d'Iseo (Sebino) e di Garda (Benaco). L'azione erosiva glaciale ha scavato una valle molto profonda; nel caso del Lago Maggiore le acque raggiungono oltre 300 m di profondità, e quindi il fondo si trova sotto il livello del mare. Si risale il fianco del lago fino a Stresa; a destra

si osserva il ramo principale, che sale per almeno 40 km, incassato tra i due fianchi della valle, larga appena 3 chilometri. A sinistra, nel ramo della Valle del Toce, il lago è invece sviluppato per pochi chilometri, dopodiché ha inizio la Val d'Ossola.

Passata Stresa e Baveno, 2 km dopo Feriolo in direzione Gravellona, si prende una strada in salita sulla sinistra. Da qui si raggiungono le cave di granito. Si tratta di un *plutone* di rocce magmatiche intrusive, formatosi a profondità di alcuni chilometri entro la crosta continentale, 250 milioni di anni fa (è più antico del granito di Biella, ma più recente di quello del Monte Bianco). Su questo versante è presente il *granito rosa di Baveno*, la cui colorazione deriva dal colore rosato dei cristalli di *feldspato potassico*. Si osservano inoltre cristalli grigio-trasparenti di *quarzo*, bianchi di *plagioclasio* (feldspato sodico calcico) e neri di *biotite* (fillosilicato di ferro e magnesio).

Di fronte, sull'altro lato della valle, spicca la montagna del Montorfano, costituita da una massa di granito bianco. Questo è ben visibile nelle cave, che si raggiungono dalla stazione ferroviaria ai piedi della montagna. Granito rosa di Baveno e bianco di Montorfano vengono facilmente tagliati in lastre sottili, adatte per rivestire pareti, davanzali e banconi.

ITINERARIO 1.2 LA VALLE D'AOSTA E IL MONTE BIANCO

TEMI

- La forma della valle: processi fluviali e glaciali
- Le rocce metamorfiche e magmatiche deformate delle falde alpine
- I ghiacciai del Monte Bianco, tetto d'Europa
- Le rocce della massa granitica della crosta continentale europea

Il percorso segue il fondovalle della Dora Baltea, salendo da **IVREA** (230 m s.l.m.) a Courmayeur (1224 m s.l.m.). La valle, lunga circa 90 km, una delle maggiori del versante meridionale delle Alpi, offre numerosi spunti di discussione su temi scientifici e naturalistici, oltre a panorami di grande bellezza.

Durante il percorso si osserva il tipico profilo a U, di origine glaciale, con numerose valli minori laterali sospese. L'azione glaciale si è alternata a quella fluviale, seguendo le oscillazioni tra periodi glaciali più freddi e interglaciali più caldi. Attualmente viviamo in un periodo interglaciale caldo, e l'azione fluviale è dominante. Ma l'impronta data dai ghiacci nel passato è ben visibile.

Il ghiaccio esplica una lenta e inesorabile azione abrasiva sulle rocce, formando tipiche strie orizzontali sulle pareti rocciose ed erodendo detriti di varia dimensione che vengono lentamente trasportati sul fondo del ghiacciaio o sulla sua superficie. I detriti vengono poi depositati sul fronte del ghiacciaio, a mano a mano che esso fonde, formando così gli accumuli morenici. [► ITINERARIO 1.1, *i depositi della zona di Ivrea*]

► LE FALDE ALPINE E LE ROCCE DEFORMATE DELLA CATENA

Andando da Ivrea a Courmayeur si attraversano le tre principali falde della catena alpina. Le falde sono una sull'altra e formano una vera e propria

catasta di rocce, che a sua volta è piegata, così che la struttura finale della catena risulta assai complicata ►FIGURA 1.2c]. Ogni falda è separata da quelle adiacenti, sopra e sotto, da *faglie* lungo le quali è avvenuto lo scorrimento di una falda rispetto all'altra.

Le tre principali falde contengono le rocce deformate di tre regioni un tempo adiacenti: due di queste costituivano i blocchi continentali europeo e africano, la terza (in mezzo alle prime due) costituiva l'antico *Oceano della Tetide* ►FIGURA 1.2a]. Ciò che un tempo, prima dell'orogenesi, era affiancato e largo centinaia di chilometri, con l'orogenesi è stato accatastato e compresso in una fascia di poche decine di chilometri ►FIGURA 1.2b].

Nella prima parte della valle, fino a Verres, si attraversa la cosiddetta *falda austroalpina*. Si tratta di rocce metamorfiche appartenenti alla

crosta continentale africana; uscendo dalla strada di fondovalle, tra Borgofranco e Pont-Saint-Martin, è possibile osservare e raccogliere bei campioni di rocce metamorfiche, tra cui i *micascisti*, dalla tipica struttura a lamine (detta *scistosità*) derivata dall'azione di forti pressioni orientate. Le pressioni hanno ruotato i minerali lamellari disponendoli su piani perpendicolari alle spinte orogenetiche. Queste rocce derivano dalla trasformazione, in condizioni di alta temperatura e pressione, dunque in profondità, di rocce

magmatiche e sedimentarie della crosta continentale.

A Bard è possibile fare osservazioni su un altro tipo di rocce metamorfiche: gli *gneiss*, facilmente distinguibili a lato della strada.

Proseguendo verso monte si entra in contatto con un altro tipo di rocce, che appartengono alla falda sottostante alla precedente. Si tratta della *falda penninico-piemontese*, formata da rocce metamorfiche appartenenti all'Oceano della Tetide. In questa falda sono contenute rocce di crosta oceanica, di composizione basaltica e tipico colore scuro nero-verdastro. Sopra Verres, all'i-

Serpentiniti. Rocce metamorfiche derivate dalla trasformazione di rocce magmatiche ricche in minerali femici (►), di tipico colore verde e con minerali dall'abito fibroso.

nizio della strada della Val d'Ayas, si osservano dei *gabbri*; il castello invece poggia su ►**serpentiniti** levigate dall'antico ghiacciaio. Altri esempi di rocce metamorfiche derivanti da crosta oceanica sono

visibili nei dintorni di Montjovet e di Nus.

A Chatillon si può fare una deviazione per la Valtournenche; dopo 7 km si ha la prima vista della piramide del Cervino. Lo spettacolare «dente» è costituito da rocce metamorfiche della crosta africana carreggiate sopra le rocce metamorfiche più scure, basiche, della crosta oceanica della Tetide.

Si torna sulla valle principale: le valli laterali della Dora Baltea sono più alte, sospese. Per raggiungere il fondovalle principale incidono strette gole dove si trovano belle cascate.

Passata Aosta si incontra la Val di Cogne, che scende da sinistra costeggiando il confine del Parco Nazionale del Gran Paradiso. Da Cogne a Valnontey, inoltrandosi nel cuore del parco, si possono fare osservazioni su rocce magmatiche e sedimentarie, di crosta oceanica e continentale, profondamente deformate e trasformate dall'orogenesi alpina in rocce metamorfiche. Nella piccola Valnontey si può visitare il giardino botanico «Paradisica»; verso sud si gode di un bel panorama sui ghiacciai del Gran Paradiso.

Per vedere la terza e più bassa falda della catena, che contiene rocce della crosta continentale europea, bisogna ridiscendere a valle e risalire verso il massiccio del Monte Bianco.

► IL MONTE BIANCO

Da Courmayeur (1224 m s.l.m.) si sale per la strada asfaltata della Val Veny fino a La Visaille, a quota 1700 m. La valle presenta due fianchi decisamente asimmetrici; guardando verso Courmayeur, il fianco a sinistra è costituito da vertiginose pareti verticali, quello a destra è molto più basso e meno ripido. La differenza è dovuta alla maggiore resistenza all'erosione delle rocce del Bianco, costituite prevalentemente da *granito*. Il massiccio del Monte Bianco è infatti un corpo plutonico, intruso nella crosta continentale europea 310 milioni di anni fa. Si possono raccogliere qui campioni di rocce e osservarne la costituzione mineralogica, a prevalente *quarzo* e *feldspati*.

Dal massiccio scendono due principali lingue glaciali: quella della Brenva e del Miage. Alla base delle pareti si accumulano i detriti di granito



FIGURA 1.3

La lingua del ghiacciaio della Brenva, dai circhi d'alta quota del Monte Bianco scende fino alla Val Veny.

staccatisi dalla montagna, che formano il cosiddetto *destrito di falda*.

Risalendo la Val Veny si arriva al laghetto Combal, attraversando i depositi detritici portati a valle dal ghiacciaio del Miage, ovvero la sua *morena frontale*, che sbarrando l'alto corso della Dora Baltea ha formato il laghetto. Da qui si può osservare la lingua glaciale scendere dai circhi, posti più in alto. Il ghiacciaio si dirama verso l'alto in diverse lingue; è in parte ricoperto da detriti morenici e solcato da ampi crepacci.

Da Entrèves, all'ingresso del tunnel del Monte Bianco, si può risalire la Val Ferret, opposta alla Val Veny, con gli stessi caratteri geologici e morfologici di quest'ultima. Sulla sinistra abbiamo l'imponente massa di granito delle Grandes Jorasses.

Da Entrèves è possibile attraversare il massiccio del Monte Bianco in funivia, fino al rifugio Torino e l'Aiguille du Midi, a 3840 m d'altitudine. Sul versante francese, più in ombra e dunque più freddo, perché esposto a nord, i ghiacciai sono più estesi. Grandi circhi glaciali alimentano la lingua del Mer de Glace (mare di ghiaccio). A nord-est si staglia la guglia del Dente del Gigante. Le forme a pinnacoli e creste sottili sono tipiche della degradazione delle rocce operata dal gelo dei ghiacci. Alla stazione del Pavillon si può visitare, nella stagione estiva, il giardino botanico alpino «Sausseure». Alla terrazza di Pointe Helbronner, oltre ad ammirare il magnifico panorama su ghiacciai e guglie granitiche, è possibile visitare una esposizione permanente di minerali.

► INFORMAZIONI PRATICHE

L'**itinerario 1.1** si svolge a bassa quota ed è percorribile in un giorno, riservando la mattina alla zona di *Ivrea* e *Biella*, e il pomeriggio al *Lago Maggiore* (o viceversa). La stagione migliore va dalla primavera inoltrata all'autunno, con le giornate abbastanza lunghe e la temperatura mite. Non si richiede un particolare equipaggiamento, se non scarpe robuste per camminare su affioramenti rocciosi. Per visitare le cave, occorre rivolgersi alla Direzione; per maggiore sicurezza è consigliabile indossare caschi protettivi.

L'**itinerario 1.2** richiede almeno due giorni: uno per risalire la valle fino a *Courmayeur*, con le eventuali deviazioni verso il *Cervino* o il *Monte Rosa* (1° giorno), l'altro per l'escursione sul *Monte Bianco* (2° giorno). È consigliabile anche un terzo giorno per una escursione naturalistica al *Parco Nazionale del Gran Paradiso*, che può essere abbinata all'ultima parte dell'itinerario che sale a *Cogne*. Da *Cogne* risalendo la Valnontey si raggiunge il giardino botanico alpino «Paradisia», aperto da giugno a settembre.

Per le escursioni al Monte Bianco e al Gran Paradiso occorre un'attrezzatura da montagna. Dovrete mettere nello zaino una giacca a vento e indossare scarponi d'alta montagna. È necessario procurarsi mappe dettagliate dei sentieri (scale ottimali, la 1:25 000 o 1:50 000). Il periodo migliore per visitare il Monte Bianco va da giugno ad agosto.

Il Parco Nazionale del Gran Paradiso è attrezzato anche per visite guidate; è possibile effettuare campi di lavoro estivi e attività didattiche all'interno del parco. Quest'area costituisce, insieme al Parco Nazionale d'Abruzzo, la prima zona protetta d'Italia (1922).

► ALTRI LUOGHI DA VISITARE

TORINO **Istituto e Museo di Geologia e Paleontologia** (Palazzo Carignano, p.za Carlo Alberto): notevole collezione paleontologica.

Museo di Mineralogia e Petrografia (via S. Massimo 24)

IN PROVINCIA **Museo «Calderini»** (Palazzo dei Musei, via Maio 25, Varallo - Biella): raccolte di rocce e minerali.

Museo di Storia Naturale «Galletti» (Palazzo di San Francesco, p.za della Convenzione 10, Domodossola - Verbania)

Museo Minerario delle miniere di magnetite (Cogne, Aosta; per informazioni, 0165 749264)
miniera «La Paola» di talco e grafite (Prali, Torino; per informazioni, 0121 806987)
miniera aurifera di Guja Macugnaga (Guja Macugnaga, Novara; per informazioni, 0324 65570)

PARCHI

Parco Nazionale del Gran Paradiso (AO)

Giardino Alpino «Paradisia» (Cogne, località Valnontey, Aosta): è stato istituito nel 1955 con lo scopo di riprodurre gli ambienti tipici della flora alpina.

Parco Nazionale della Val Grande (VB)

sede operativa: Villa San Remigio, Verbania Pallanza; per informazioni, 0323 557960.

Giardino Botanico Alpino «Saussura» (presso le funivie del Monte Bianco)