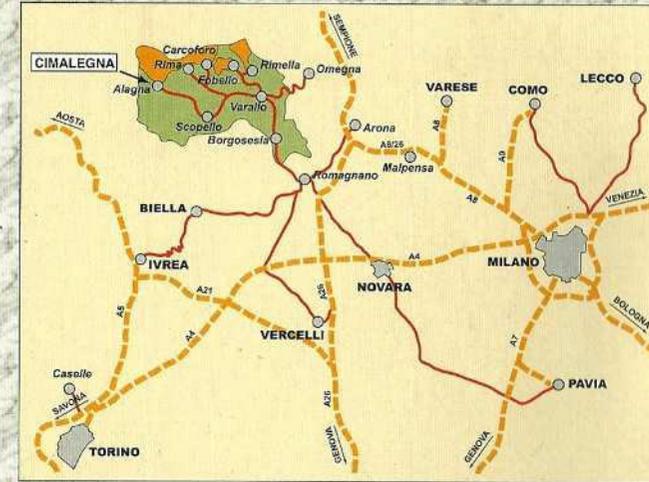


PARCO NATURALE ALTA VALSESLIA

Percorso Geologico-Pedologico di Cimalegna *Cimalegna Geologic and Pedologic field trip*

Un'escursione sul Monte Rosa per conoscere la storia geologica delle Alpi e le caratteristiche dei suoli d'alta quota
A hike on Monte Rosa to learn about the geological history of the Alps and the characteristics of high-elevation soils

Alagna Valsesia
dal Passo dei Salati al Col d'Olen
percorrendo l'altopiano di Cimalegna a quota 2900 m s.l.m.
*From Passo dei Salati to Col d'Olen
along the Cimalegna plateau alt. 2900 m*



Come arrivare - Getting there:

L'altopiano di Cimalegna è raggiungibile con gli impianti a fune del comprensorio Monterosasky: una funivia proveniente da Alagna, in Valsesia, e una cabinovia proveniente da Gressoney-La-Trinité, in Val del Lys, collegano i paesi di fondovalle con il Passo dei Salati a quota 2980 m s.l.m.
Cimalegna Plateau is reached by the Monterosasky cableways: a cable car from Alagna, Valsesia, and a cable car from Gressoney-La-Trinité, Lys Valley, link the village to Passo dei Salati at 2980 m altitude.

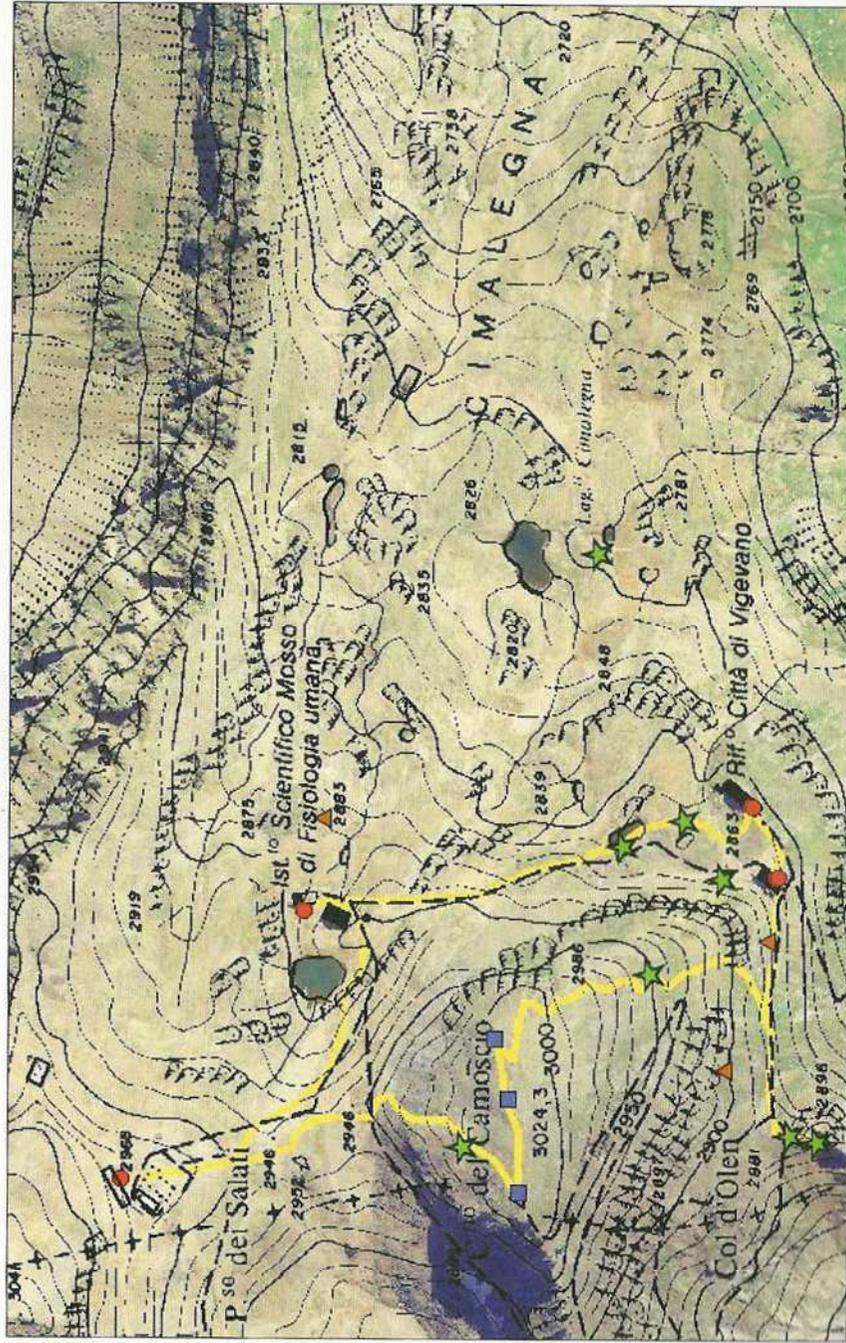
Escursioni guidate con specifica attività didattica e di laboratorio sia sul campo che presso l'Istituto Scientifico Angelo Mosso sono svolte da personale specializzato del Parco Naturale Alta Valsesia e del Laboratorio Neve e Suoli Alpini della Facoltà di Agraria dell'Università di Torino.
Guided hikes with specific teaching and laboratory activities on field and at the Scientific Institute Angelo Mosso will be carry out by specialized personnel of Parco Naturale Alta Valsesia and of Laboratorio Neve e Suoli Alpini of the Facoltà di Agraria - University of Turin.

Informazioni e prenotazioni - Information and booking

Parco Naturale Alta Valsesia

C.so Roma 35 - 13019 Varallo VC Italy - tel. +39 0163.54680





Tracciato del percorso - Field trip route



Pannelli — Panels



Buche pedologiche — Soil pits



Panoramie geologiche — Geological views



Punti di interesse — Points of interest



L'ALTOPIANO DI CIMAIEGNA

L'Altopiano di Cimaiegna è un pianoro glaciale di forma triangolare che dalla cresta di confine tra Piemonte e Valle d'Aosta (a circa 3000 m di quota) digrada dolcemente verso la Valsesia, sino a 2600 m circa, sopra la Bocchetta delle Pisse (2396 m). A nord è limitato dalla Conca delle Pisse (Ghiacciaio di Bors), a sud dal vallone d'Olen. La cresta di confine, come indicato nel profilo geologico, comprende lo Stolemberg (3202 m), il Passo dei Salati (2946), il Corno del Camoscio (3024 m), il Col d'Olen (2881 m) ed il Corno Rosso (3022 m). Il percorso è un itinerario ad anello che inizia dal Passo dei Salati (2936 m), scende all'Istituto Scientifico Angelo Mosso, presso il Lago Bowditch, prosegue verso la zona dei rifugi, si spinge ad est fino al Col d'Olen (2881 m), sale al Corno del Camoscio (3024 m), con panorama a 360° sul versante meridionale del Monte Rosa, sulla Valsesia e sulla Valle di Gressoney, per scendere verso nord ritornando al Passo dei Salati. Lungo il percorso sono stati collocati 8 pannelli didattici che illustrano la storia geologica di questo settore della catena alpina, le principali rocce affioranti ed i loro suoli.

GEOLOGIA

L'area di Cimaiegna è un luogo ideale per esaminare la storia geologica delle Alpi nord-occidentali, con particolare riguardo ai processi geodinamici che in 200 milioni di anni (Ma) hanno generato: 1) il rifting continentale, 2) l'apertura dell'oceano mesozoico ligure-piemontese (Tetide occidentale), 3) la sua graduale chiusura in subduzione (da 90 Ma), 4) la collisione (45 Ma) tra il margine continentale europeo (Zona Pennidica) ed il sovrastante margine continentale adriatico (Austroalpino), 5) il sollevamento finale della catena. A scala globale, siamo di fronte ad un margine di placca divergente (formazione dell'oceano) e poi convergente (subduzione oceanica e collisione continentale). A Cimaiegna e lungo la cresta spartiacque con la valle del Lys troviamo in un breve spazio rocce provenienti da zone molto distanti e da ambienti molto diversi, continentali ed oceanici, una lunga storia geologica che ha coinvolto anche porzioni profonde della crosta terrestre e scaglie del mantello litosferico.



CIMAIEGNA PLATEAU

Cimaiegna is a glacial plateau with a triangular shape that from the divide between Piemonte and Valle d'Aosta (at about 3000 m of altitude) gently slopes down toward Valsesia, down to 2600 m, above the Bocchetta delle Pisse (2396 m). To the north, Cimaiegna is limited by Conca delle Pisse (Bors glacier) and, to the south, by Vallone d'Olen. The profile along the divide extends from Stolemberg (3202 m) to Passo dei Salati (2946), Corno del Camoscio (3024 m), Col d'Olen (2881 m) and Corno Rosso (3022 m).

The suggested field-trip is a loop that begins at Salati Pass (2936 m), gently descends southward to the Scientific Institute Angelo Mosso, near the Lake Bowditch, and the area of two huts, then reaches the Col d'Olen (2881 m), goes up the southern slope of Corno Camoscio, to its summit (3024 m), which offers a 360° panorama of the Monte Rosa massif, the Gressoney and Sesia valleys. Along the route, 8 panels briefly describe the geological history of this sector of the alpine chain, main rocks and related soils.

GEOLOGY

Cimaiegna is a perfect place to examine the geological history of the north-western Alps, with particular regard to the 200 million years (Ma) long geodynamic evolution that led to: 1) continental rifting, 2) opening of the Mesozoic Ligure-Piemontese ocean (western Tethys), 3) its progressive closure (from 90 Ma) and subduction, 4) continental collision (45 Ma) between the European margin (Pennidic zone) and the overlying Adriatic margin (Austroalpine), 5) later uplift of the Alps. At a global scale, this does mean a divergent lithospheric plate margin (continental rifting and ocean spreading) followed by a convergent plate margin, evolving from oceanic subduction to continental collision. Cimaiegna and its divide from the Lys valley show and join in a very short space rocks generated in very distant areas and different environments (continent vs ocean), a long geologic history which involved shallow to deeper earth crust and slices of lithospheric mantle.

**DALL'OCEANO MESOZOICO DELLA TETIDE
ALLA CATENA COLLISIONALE ALPINA**
Interpretazione geologica dell'apertura
dell'Atlantico e dell'Oceano Ligure-Piemontese

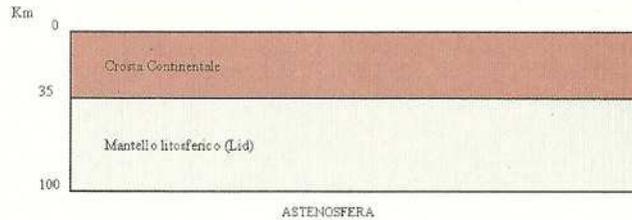
**FROM THE TETHYAN MESOZOIC OCEAN TO
THE COLLISIONAL ALPINE CHAIN**
Geological interpretation of the opening of
the atlantic and Ligure-Piemontese Oceans

PANGEA

Schema semplificato della litosfera del
supercontinente Pangea.

PANGEA

Simplified scheme of the Pangea supercontinent
lithosphere.

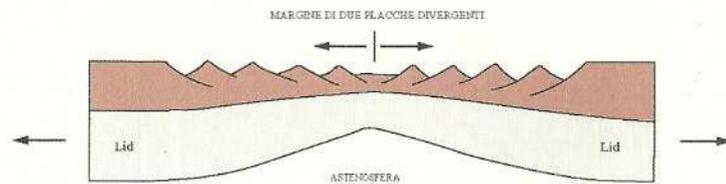


RIFTING CONTINENTALE

Si noti l'assottigliamento della litosfera e il suo allungamento per effetto della tettonica distensiva prodotta dall'attivazione di un margine divergente. La parte superiore della crosta si deforma in modo fragile (faglie normali), quella inferiore in modo duttile.

CONTINENTAL RIFTING

Note thickness reduction of lithosphere and its bilateral extension as a result of a divergent plate margin and related extensional tectonics. The upper continental crust shows brittle deformations (normal faults), while the lower one is ductilely deformed.



APERTURA DELL'OCEANO

Con la formazione di nuova crosta basaltica generata dalla fusione parziale dell'astenosfera in risalita (FP) si formano due placche divergenti, con espansione dell'oceano e spostamento laterale passivo dei margini continentali.

OCEAN OPENING

Through the formation of new basaltic crust by partial melting of the rising asthenosphere (FP) two diverging plates developed by ocean spreading and lateral displacement (drifting) of passive continental margins.



**EVOLUZIONE DELL'ATLANTICO E DELL'OCEANO
LIGURE PIEMONTESE**

1) Giurassico superiore

Apertura dell'Oceano Atlantico e del bacino oceanico Ligure-Piemontese, collegati da una linea tettonica estesa dai Caraibi a Gibilterra (LCG). La dorsale medio-atlantica (MAR: middle atlantic ridge) è il margine divergente lungo cui si accrescono contemporaneamente con nuova crosta oceanica la placca africana e la placca americana. Lo stesso avviene per il bacino Ligure-Piemontese ripartito tra la placca europea e quella adriatica.

**EVOLUTION OF THE ATLANTIC AND LIGURE-
PIEMONTESE OCEANS**

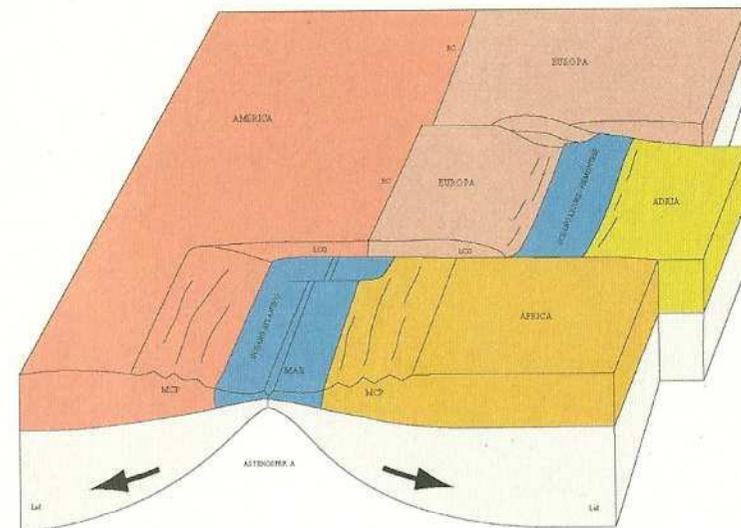
1) Late Jurassic

Opening of the Atlantic Ocean and the oceanic Ligure-Piemontese basin, connected by the Caribbean-Gibraltar fault (LCG). The Middle Atlantic Ridge (MAR) marks the divergent plate margin along which the African and American lithospheric plates are laterally increased by new oceanic crust; the same evolution is recorded by the Ligure-Piemontese basin which belongs to the growing European and Adriatic plates.

2) Cretaceous

Si aprono anche l'Atlantico meridionale e quello settentrionale, per evoluzione del rifting continentale (RC) che nel Giurassico separava l'Europa dal Nord America. A partire dal Cretaceo superiore (90 Ma), mentre l'Atlantico continua ad espandersi, il bacino Ligure-Piemontese (Tetide occidentale) entra in compressione (margine convergente) dando luogo, con la sua completa chiusura (45 Ma), alla catena collisionale delle Alpi.

Opening of southern and northern Atlantic as oceanic evolution of continental rifting (RC) that in the Jurassic separated Europe from North America. From the Upper Cretaceous (90 Ma), while the Atlantic continues its spreading, the Ligure-Piemontese basin (western Tethys) is involved into a convergent plate margin, leading with its complete closure (45 Ma), to the Alpine collisional chain.



SEZIONI LITOSFERICHE E GEODINAMICA DELLE ALPI NORD-OCCIDENTALI DAL GIURASSICO ALL'EOCENE

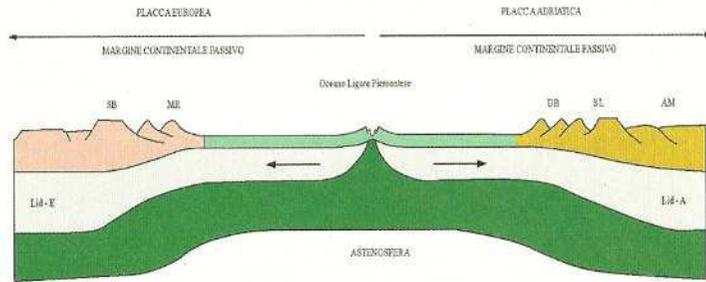
MARGINE DIVERGENTE

Margine divergente tra la placca Europea e quella Adriatica, formate entrambe da un margine continentale passivo, residuo del precedente rifting continentale, e dalla litosfera oceanica ligure-piemontese.

LITHOSPHERIC SECTIONS AND GEODYNAMICS OF NORTH-WESTERN ALPS FROM THE JURASSIC TO THE EOCENE

DIVERGENT PLATE MARGIN

Divergent margin of the European and Adriatic lithospheric plates, both consisting of a passive continental margin, derived from the former rifting, and the oceanic Ligure-Piemontese lithosphere.



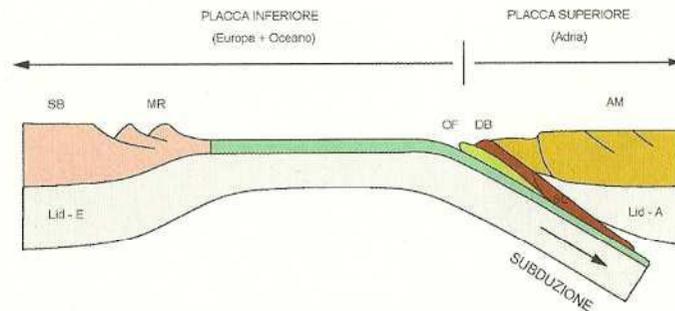
EVOLUZIONE CONVERGENTE

Subduzione della placca Europea, ora comprendente anche la litosfera oceanica ligure-piemontese, sotto la litosfera continentale adriatica. Alla fronte di quest'ultima cominciano ad affastellarsi, come le tegole di un tetto, alcune unità tettoniche di origine adriatica (Sesia-Lanzo: SL; Dent-Blanche: DB) ed oceanica (Oliofiti piemontesi: OF), provenienti dalla zona di subduzione, ove hanno acquisito un metamorfismo di bassa temperatura ed alta pressione (eclogitico o scisti blu). In questa fase pre-collisionale, tale struttura a falde di ricoprimento, detta prisma orogenico, è formato solo da unità austroalpine (adriatica) ed oceaniche (oliofiti).

CONVERGENT EVOLUTION

Subduction of the European plate, also including the ligure-piemontese oceanic lithosphere, under the Adriatic continental lithosphere. At the front of the latter are beginning to overlay, as tiles of a roof, some tectonic units of Adriatic (Sesia-Lanzo: SL; Dent-Blanche: DB) and oceanic origin (Piedmont Ophiolites: OF). These units are exhumed from the subduction zone where they experienced a low-temperature and high-pressure metamorphism (eclogitic, blue schist).

In this pre-collisional phase, the nappe pile, called orogenic wedge, is merely formed of Austroalpine (Adriatic) and oceanic units (ophiolites).

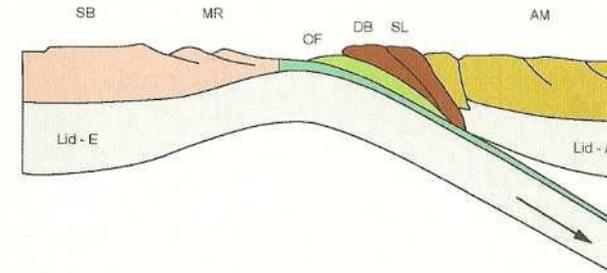


EVOLUZIONE PRE-COLLISIONALE

L'oceano sta per chiudersi e il prisma orogenico è ulteriormente risalito, assumendo una forma diversa e dimensioni maggiori.

PRE-COLLISIONAL EVOLUTION

The ocean is approaching its closure and the orogenic wedge is further uplifted, assuming a different shape and size.

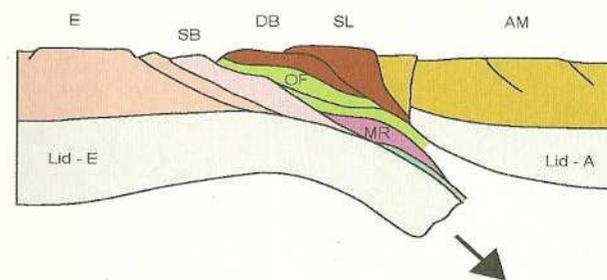


COLLISIONE CONTINENTALE

L'oceano si è chiuso e il margine continentale passivo europeo è entrato nella zona di subduzione con le unità penniniche del M. Rosa (MR) e del Gran S. Bernardo (SB). Il prisma orogenico diventa un prisma collisionale, costituito da unità austroalpine, ofiolitiche ed europee. Il dominio elvetico (E), cui appartiene il M. Bianco, è ancora nella parte antistante della catena. Nell'Oligocene (30 Ma), si sviluppa il magmatismo post-collisionale di cui rimangono i corpi intrusivi (plutoni) di Biella-Valle del Cervo, Traversella, ecc.) e numerosi filoni che rappresentano i camini dei vulcani smantellati quasi ovunque dall'erosione.

CONTINENTAL COLLISION

The ocean has closed and the European passive continental margin has entered the subduction zone with its Penninic units (M. Rosa: MR; Gran St Bernard: SB). The orogenic wedge is now a collisional prism, consisting of Austroalpine, ophiolitic and European units. The Helvetic domain (E), including the future M. Blanc massive, still occurs in the foreland of the collisional chain. The post-collisional magmatism developed later, during the Oligocene (30 Ma), presently recorded by intrusive bodies (Biella-Valle del Cervo, Traversella and other plutons) and dykes, i.e. the chimneys of volcanoes dismantled by erosion.



LEGENDA - Unità africane - Austroalpino: Falda Dent Dent Blanche (DB), Zona Sesia-Lanzo (SL). Alpi Meridionali (AM), Mantello Litosferico-Adriatico (Lid-A). Unità oceaniche - Zona ofiolitica piemontese indifferenziata (OF). Unità europee - Zona Pennidica: Monte Rosa (MR), Gran San Bernardo (SB), Dominio Elvetico (E), Mantello Litosferico Europeo (Lid-E).

LEGEND - African Units - Austroalpine: Dent Blanche nappe (DB), Sesia-Lanzo Zone (SL). Southern Alps (AM), Adriatic Lithospheric Mantle (Lid-A). Oceanic Units - Undifferentiated Ophiolitic Piedmont Zone (OF). European Units - Penninic Zone: Monte Rosa (MR) and Gran St Bernard (SB) nappes, Helvetic Domain (E), European Lithospheric Mantle (Lid-E).

INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Per inquadrare nel contesto geologico regionale l'altopiano di Cimaletta, le unità oceaniche del Combin (CO) e di Zermatt-Saas (ZS), appartenenti alla Zona ofiolitica Piemontese, e le unità continentali del Monte Rosa (MR) e della Zona Sesia-Lanzo (SL), possiamo osservare lo schema strutturale ed i profili geologici a-a' (cresta P. Perazzi-Testa Grigia-Corno Vitello) e b-b' (Stoilemberg-P. Stralung-Corno Bianco). I profili sono due sezioni verticali attraverso la zona di collisione continentale tra il margine europeo (MR: falda penninica del Monte Rosa), ed il margine adriatico (SL: Zona Sesia-Lanzo, Austroalpino), separati dalle rocce ofiolitiche del Combin e di Zermatt-Saas, sutura dell'oceano giurassico della Tetide.

Unità africane: 1) Austroalpino: Falda Dent Blanche (DB), Lembo del Pillonet (P), Zona Sesia-Lanzo (SL). 2) Alpi Meridionali (AM), catena neogenica a vergenza padana.

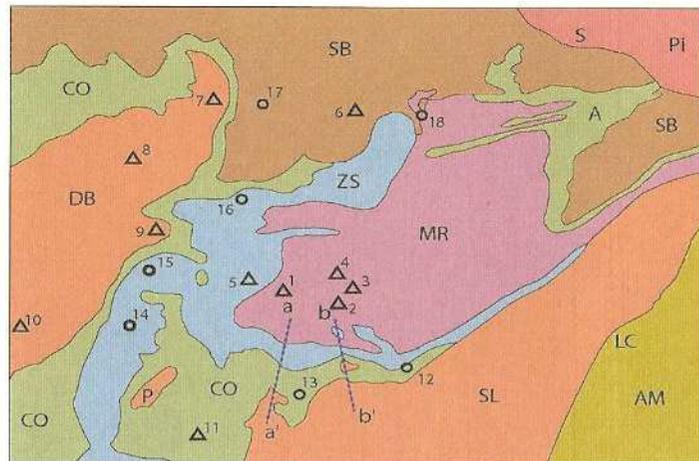
Unità oceaniche (Zona ofiolitica piemontese): Combin (CO), Zermatt Saas (ZS), Antrona (A).

Unità europee (Zona Penninica): M. Rosa (MR), Gran San Bernardo (SB), Lepontine Units (Pi) a letto della faglia del Sempione (S).

REGIONAL GEOLOGY

The regional geology of the Combin (CO) and Zermatt-Saas (ZS) oceanic units of the Ophiolitic Piedmont Zone as well as the Monte Rosa (MR) and Sesia-Lanzo (SL) Penninic and Austroalpine continental units, exposed in the Cimaletta highland and surroundings (see panel 1a), may be inferred from the structural map and profiles a-a' (P. Perazzi-Testa Grigia-Corno Vitello ridge) and b-b' (Stoilemberg-P. Stralung-Corno Bianco ridge). These north-south profiles cut the continental collision zone between the European margin (MR: Penninic Monte Rosa nappe) and the Adriatic margin (SL: Austroalpine Sesia-Lanzo Zone), separated by the ophiolitic Combin (CO) and Zermatt-Saas (ZS) units, derived from the suture of the Jurassic Tethyan ocean.

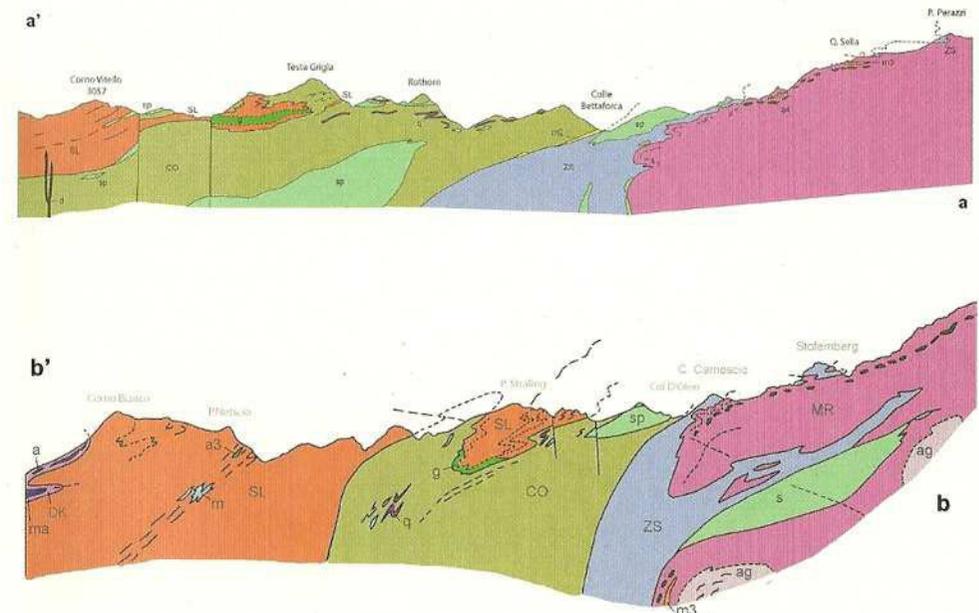
African Units: 1) Austroalpine: Dent Blanche nappe (DB), Pillonet lippe (P), Sesia-Lanzo Zone (SL). 2) Southern Alps (AM), south-vergent Neogene belt. Oceanic Units (Ophiolitic Piedmont Zone): Combin (CO), Zermatt Saas (ZS), Antrona (A). European Units (Penninic Zone): M. Rosa (MR), Gran San Bernardo (SB), Lepontine Units (Pi) below the Simplon fault (S).



Località: (1) Castore, (2) Piramide Vincent, (3) P. Gniffetti, (4) P. Dufour (5) Breithorn, (6) Mischabel, (7) Weisshorn, (8) Dent Blanche, (9) Cervino, (10) Becca di Lusoney, (11) M. Zerbion, (12) Alagna Valsesia, (13) Gressoney la Trinité, (14) Valtournenche, (15) Breuil (Cervinia), (16) Zermatt, (17) Randa, (18) Saas-Fee.

PROFILI GEOLOGICI

GEOLOGIC PROFILES



Zona Sesia-Lanzo (Austroalpino): SL) Gneiss albitici minuti da granitoidi permiani; m) marmi mesozoici, a3) metabasiti in facies scisti verdi, g) metagabbri permiani; DK) paragneiss e micascisti della 2a Zona dioritico-kinzingitica, con a) anfiboliti, ma) marmi antichi. d) Filone lamprofirico (30 Ma).

Zona ofiolitica piemontese: CO) Unità del Combin: calcscisti con prasiniti basaltiche, q) quarziti giurassiche, sp) serpentiniti, m2): marmi calcareo-dolomitici e quarziti triassiche (PCB); ZS) Unità di Zermatt-Saas: anfiboliti ed eclogiti basaltiche, con metagabbri e calcscisti indistinti, s) serpentiniti con lenti di gabbri rodingitiche.

Zona Penninica (Europa): MR) Falda M. Rosa, micascisti granatiferi, gneiss albitico-micacei, m3) marmi antichi, a4) eclogiti-anfiboliti alpine da granuliti basiche precarbonifere; ag) gneiss granitici occhiadini.

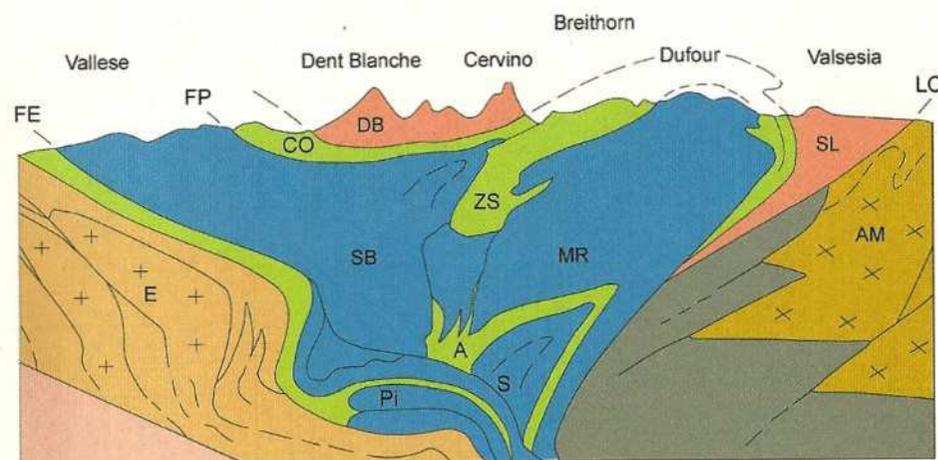
Sesia-Lanzo Zone (Austroalpine): SL) Albitic gneiss from Permian granitoids; m) Mesozoic marbles, a3) Greenschists mafic rocks, g) Permian metagabbro; DK) Paragneiss and micaschists of 2a Diorite-kinzingitic zone: a) amphibolites, ma) old marbles, d) lamprophyric dykes (30 Ma). Ophiolitic Piedmont Zone: CO) Combin Unit: calcschists and basaltic prasinites, q) Jurassic quartzite, sp) serpentinite, m2): Triassic calcareous-dolomitic marbles and quartzites (PCB); ZS) Zermatt-Saas Unit: undifferentiated basaltic amphibolites and eclogites, metagabbro and calcschists, s) serpentinites and rodingitic gabbro bodies. Europe-derived Penninic Zone: MR) M. Rosa nappe, garnet micaschists and albitic-micaceous gneiss, m3) old marbles, a4) Alpine eclogites-amphibolites from pre-Carboniferous mafic granulites; ag) granitic augen-gneiss.

SEZIONE LITOSFERICA

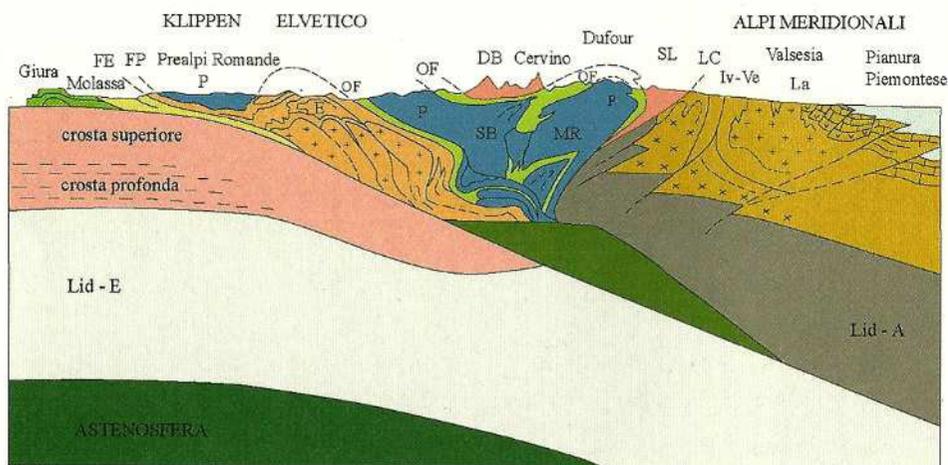
Sezione delle Alpi Nord-Occidentali dalla pianura piemontese al Vallese, attraverso M. Rosa e Cervino. La parte profonda, non affiorante, è ricostruita in base all'interpretazione geologica di linee sismiche a rifrazione e riflessione. La catena ha una struttura asimmetrica. Alla base si trova la litosfera dell'attuale Europa continentale, di spessore normale e con crosta inferiore stratificata (immagine sismica). Su di essa poggia il prisma collisionale austroalpino-pennidico, una pila di falde di ricoprimento che riunisce tutte le unità continentali ed oceaniche con metamorfismo di subduzione. Nel Neogene il prisma si è esteso verso l'Europa, aggregando alla fronte unità di basamento e copertura del dominio elvetico (E), prive di metamorfismo di subduzione. Contemporaneamente esso è stato deformato nella sua parte interna dalla litosfera adriatica (Alpi meridionali), che si è incuneata alla sua base ed è deformata da faglie rivolte verso la pianura piemontese.

LITHOSPHERIC SECTION

Lithospheric section of the North Western Alps from the Piedmont plain to the Valais, through Mt Rosa and Matterhorn (Cervino). The subsurface deep part has been drawn according to the geological interpretation of seismic refraction and reflection surveys. The chain displays an asymmetric structure. At its base and on the left there is the present European lithosphere (normal thickness) with a layered lower crust (seismic feature). The overlying Austroalpine-Pennidic collisional wedge is a nappe stack (details below) which encompasses all continental and oceanic nappes with Alpine subduction metamorphism. During the Neogene the exhuming wedge has further spread toward the European foreland, aggregated basement and cover units of the Helvetic domain (E), devoid of subduction metamorphism. At the same time it was backward indented by the rigid Adriatic lithosphere of the Southern Alps and deformed by reverse faults facing the piedmont plain.



PRISMA COLLISIONALE AUSTROALPINO - PENNIDICO



Unità africane (Austroalpino): Falda Dent Blanche (DB), Lembo del Pillonet (P), Zona Sesia-Lanzo (SL). Alpi Meridionali (AM): Zona Ivrea-Verbano (Iv-Ve), Serie dei Laghi (La) e coperture vulcanosedimentarie a vergenza padana.
 Unità oceaniche (Zona ophiolitica piemontese, OF): Combin (CO), Zermatt-Saas (ZS), Antrona (A).
 Unità europee - Zona Pennidica (P): Monte Rosa (MR), Gran San Bernardo (SB), Unità inferiori delle Alpi Lepontine (Pi), a letto della faglia normale del Sempione, unità di scollamento delle Prealpi romande. Dominio Elvetico (E): Unità di copertura e scaglie di basamento (crocette).
 Mantello Litosferico-Adriatico (Lid-A) ed Europeo (Lid-E). Ricoprimenti e faglie: Fronte Elvetico (FE), Fronte Pennidico (FP), Linea del Canavese (LC), Faglia del Sempione (S).

African Units (Austroalpine): Dent Blanche nappe (DB), Pillonet lippe (P), Sesia-Lanzo Zone (SL). Southern Alps (AM): Ivrea-Verbano Zone (Iv-Ve), Laghi series (La) and south-vergent volcanic-sedimentary cover.
Oceanic Units (Ophiolitic Piedmont Zone, OF) : Combin (CO), Zermatt-Saas (ZS), Antrona (A).
European Units - Penninic Zone (P): Monte Rosa (MR), Gran San Bernardo (SB), Lower Penninic nappes (Lepontine, Pi), below the Simplon normal fault, décollements nappes, Romande Prealps.
Helvetic domain (E): Cover and basement (cross) units.
Adriatic (Lid-A) and European lithospheric mantle (Lid-E). Thrust and fault: Helvetic front (FE), Penninic frontal thrust (FP), Canavese line (LC), Simplon fault (S).

L'altopiano di Cimalegna è situato tra la falda pennidica del Monte Rosa, di origine europea, la sovrastante Zona Sesia-Lanzo (a sud del Corno Rosso), di origine adriatica, e l'interposta Zona Piemontese dei calcescisti con pietre verdi (ofioliti metamorfiche), derivata dalla chiusura (subduzione) dell'oceano giurassico della Tetide.

Cimalegna plateau is located between the Pennidic Monte Rosa nappe (European origin), the overlying Sesia-Lanzo Zone of Adriatic provenance (south of Corno Rosso) and the interposed ophiolitic Piedmont zone, derived from the closure (subduction) of the Jurassic Tethian ocean.

FALDA DEL MONTE ROSA

È costituita da un antico basamento cristallino di origine europea (paragneiss e migmatiti con intercalazioni di rocce basiche), metamorfosato in condizioni di alta temperatura nel Paleozoico (orogenesi ercinica), ed intruso da grandi corpi granitici di età permo-carbonifera. Questi antichi litotipi hanno subito il metamorfismo polifasico alpino, di età eocenica (45-38 Ma) e sono stati trasformati in micascisti granatiferi a cloritoide, cianite, talco e gneiss albitici a due miche. Le intercalazioni di rocce basiche (povere in silice) sono rappresentate da eclogiti ed anfiboliti granatiferi ad albite e clorite.

Aspetti litologici e strutturali

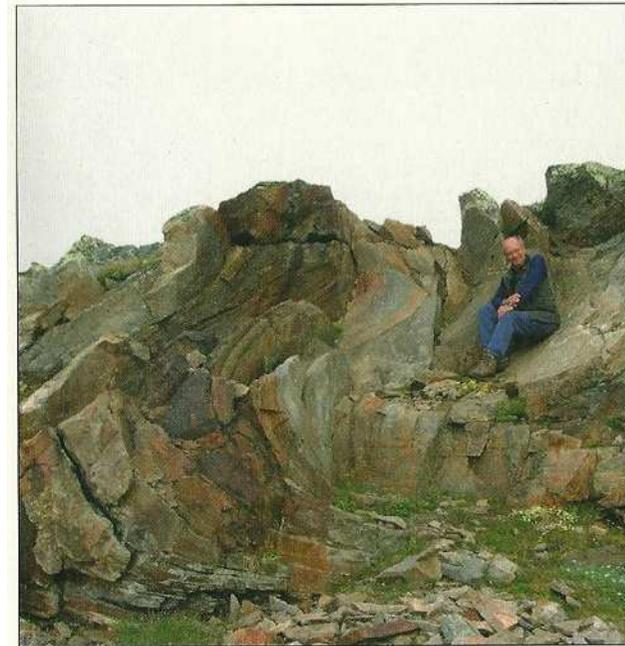
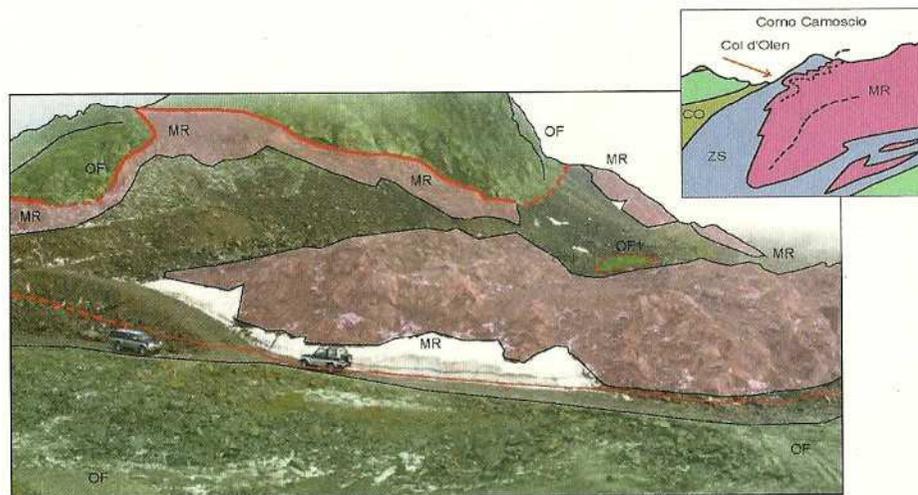
Piegia retroflessa della Falda Monte Rosa (MR), vista dal Rifugio Vigevano (freccia rossa). Coinvolge il basamento cristallino (MR: prevalenti micascisti granatiferi; a: filone aplitico-pegmatitico) e il suo involucro di ofioliti (OF) dell'unità Zermatt-Saas (ZS), costituita da anfiboliti basaltiche con relitti eclogitici. La piegia è rivolta (retroflessa) verso SE, antitetica rispetto al movimento principale delle falde, traslate verso NO durante la collisione continentale. Al centro si scorge la scaglia di ofioliti OF1 (serpentiniti laminate, rodingiti ed anfiboliti), penetrate al nucleo della piegia lungo un piano di taglio suborizzontale, affioranti presso il laghetto.

MONTE ROSA NAPPE

This European nappe consists of a Paleozoic crystalline basement (migmatites and paragneiss with bodies of mafic rocks) developed in high-T conditions during the Variscan orogeny and intruded by Carboniferous-Permian granites. These ancient rocks have suffered the Alpine tectono-metamorphic events of Eocene age (45-38 Ma) and were converted into high-P micaschists (garnet, chloritoid, kyanite, talc) and greenschist facies two micas albitic gneisses. The mafic rocks (poor in silica) are represented after the Alpine overprint by eclogites and garnet-albite-chlorite amphibolites.

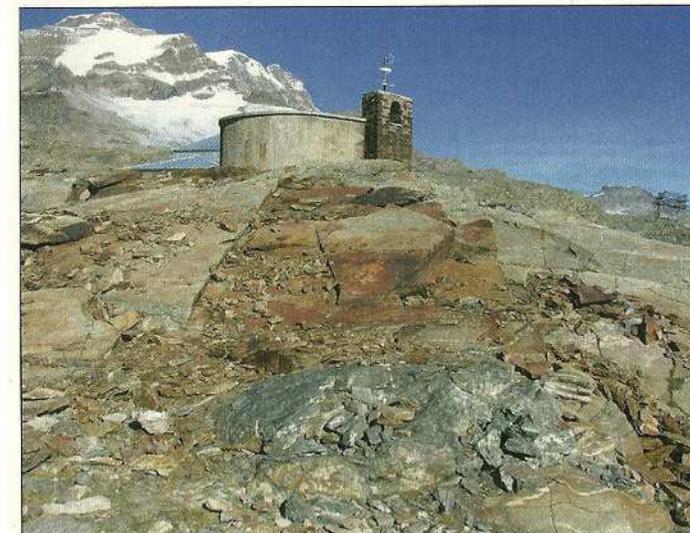
Litological and structural characteristics

Back-fold of Monte Rosa nappe from Rifugio Vigevano (red arrow). It deforms the crystalline basement (MR): mainly garnet micaschists; a: pegmatitic dyke and its ophiolitic envelope (OF: Zermatt-Saas unit, Corno Camoscio amphibolitic basalts with eclogitic relics). This fold is an antithetic feature (vergent to SE) with respect to the main movement of nappes (to NW) during continental collision. In a central position we can see the greenish ophiolitic sliver (OF1: sheared serpentinite, rodingite and amphibolite) that penetrated the fold core along a subhorizontal shear plane, occurring near the small lake.



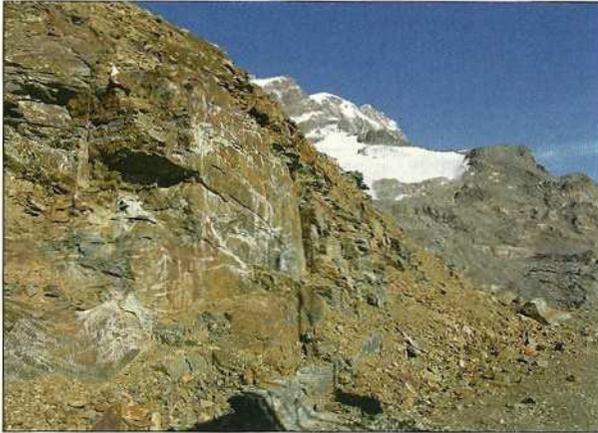
Dettaglio del fianco inferiore (rovesciato) della piegia retroflessa a nord del Rifugio Vigevano: micascisti granatiferi polimetamorfici deformati da una piegia di secondo ordine, detta parassita, la cui forma a Z (guardando verso ovest) è coerente con la cerniera della piegia principale, situata a sinistra dell'immagine.

Detail of lower (reverse) limb of recumbent back-fold near Rifugio Vigevano: the parasitic fold (2nd order) which deformed the Monte Rosa polymetamorphic garnet micaschists displays a Z-type shape (looking-west), consistent with the hinge of the main fold, out of the picture on the left.



Basamento cristallino del Monte Rosa, presso l'Istituto Angelo Mosso: micascisto granatifero con lente di eclogiti in parte retrocesse.

Monte Rosa basement, near Istituto Angelo Mosso: garnet micaschists including a lenticular body of partly retrogressed eclogite.



Piano di faglia dietro la stazione della funivia.

Fault plane behind the cable-car station.



Micascisto granatifero con letto eclogitico deformato da piega coricata con geometria a M.

Garnet micaschists with eclogitic layer deformed by a M-shaped recumbent fold.



Micascisto granatifero e letto di eclogite deformati da pieghe aperte e crenulazioni, Istituto Angelo Mosso.

Garnet micaschists and eclogitic bed with open folds and crenulation, Istituto Angelo Mosso.



Filone trasposto di gneiss aplitici con piega isoclinal.

Transposed dyke of gneissic aplite with isoclinal fold.



Micascisti granatiferi con filone idrotermale di quarzo, Laghetti di Cimalegna.

Garnet micashists, cut by hydrothermal quartz dyke, Laghetti di Cimalegna.



Boudin di eclogite nei micascisti granatiferi, Istituto Angelo Mosso.

Eclogitic boudin included into garnet micashists, near Istituto Angelo Mosso.



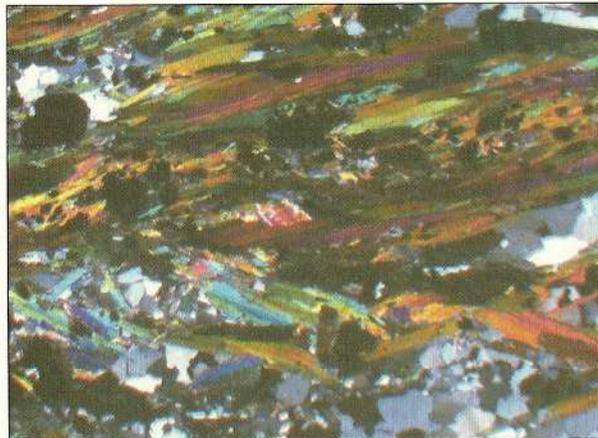
Micascisto granatifero a bande con filone di pegmatite di anatesi.

Layered garnet micaschists with an anatexis pegmatite dyke.



Dettaglio del micascisto granatifero argenteo con cianite e cloritoide (visibile al microscopio).

Detail of the silverish garnet micaschists with cyanite and chloritoid (visible with the microscope).



SEZIONE SOTTILE
Micascisto granatifero,
Punta Indren lato est

*THIN SECTION
Garnet micaschist,
Punta Indren east side*

UNITA' OCEANICHE DELLA ZONA OFIOLITICA PIEMONTESE

E' divisa in due principali unità di origine oceanica, distinte dal punto di vista, litologico e metamorfico.

1) Unità ofiolitica inferiore (Zermatt-Saas) - Appoggiata sulla falda Monte Rosa, forma il lembo isolato (Klippe) dello Stolemberg ed il Corno del Camoscio. A scala regionale, è costituita da serpentiniti (mantello litosferico idratato e ricristallizzato), gabbri metamorfici, eclogiti-anfiboliti (basalti sottomarini), quarziti micacee, talora con minerali di Mn, micascisti granatiferi e calcescisti (sedimenti oceanici mesozoici).

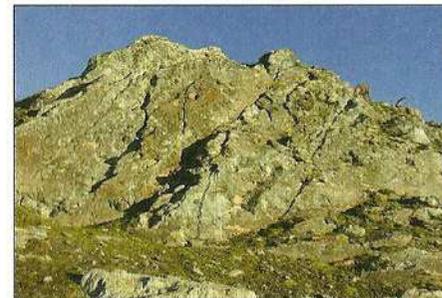
2) Unità ofiolitica superiore (Combin) - Affiora lungo la cresta spartiacque dal Col d'Olen al Colle Zube (a sud del Corno Rosso), ove è sovrascorsa dal margine del continente africano (Zona Sesia-Lanzo, Austroalpino). E' costituita da calcescisti, marmi, fillardi carbonatiche e quarziti (sedimenti mesozoici calcareo-arenaceo-argillosi), con intercalazioni stratoidi di prasiniti (basalti oceanici in facies scisti verdi), lenti di serpentiniti e rari metagabbri.

Aspetti litologici e strutturali

Litotipi dell'unità di Zermatt-Saas al Corno Camoscio

Melange: salendo dal Rifugio Guglielmina al Corno del Camoscio

Nelle anfiboliti basaltiche del C. Camoscio è intercalata una formazione eterogenea (Zona del Garten, melange), caratterizzata da frammenti di rocce chiare e noduli di rocce scure anfibolico-cloritiche. Panorama e dettaglio dell'affioramento.



OCEANIC UNITS OF THE OPHIOLITIC PIEMONTESE

The Piedmont zone consists of two principal ophiolitic units with contrasting, lithological and metamorphic features.

1) Lower ophiolitic unit (Zermatt-Saas) - It lies over the Monte Rosa nappe forming the Stolemberg Klippe and the Corno del Camoscio. At a regional scale, this unit consists of serpentinitic bodies (hydrated lithospheric mantle), metamorphic gabbro, eclogites-amphibolites (submarine basalts), micaceous quartzites, in places manganeseiferous, garnet micaschists and calcschists (Mesozoic oceanic sediment).

2) Upper ophiolitic unit (Combin) - This unit occurs along the watershed from Col d'Olen to Colle Zube (south of Corno Rosso), where it is overthrust by the African continent margin (Sesia-Lanzo Zone, Austroalpine). It regionally consists of calcschists, marbles, quartz-phyllites and quartzites (Mesozoic arenaceous-calcareous-clay sediments), with prasinitic beds (green schist oceanic basalts), serpentinites and minor metagabbro.

Litological and structural characteristics

Lithotypes of the Zermatt-Saas unit at Corno del Camoscio

Melange: from Rifugio Guglielmina up to Corno del Camoscio

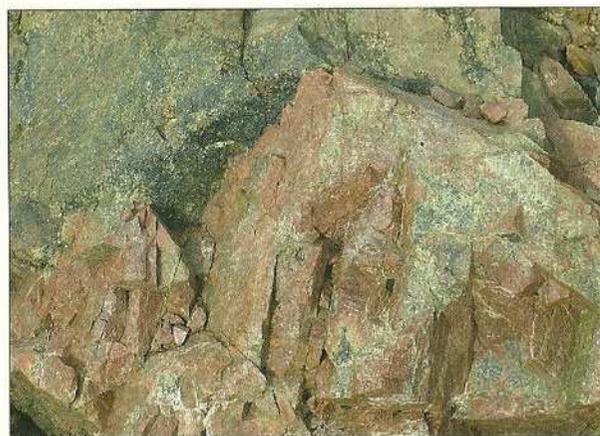
Heterogeneous complex within the C. Camoscio metabasalts (Garten Fm, melange) characterized by leucocratic fragments and dark green amphibole-chlorite modules. General view and detail.





Rodingiti
 Filone di gabbro rodingitico a grana fine nelle serpentiniti dell'unità di Zermatt-Saas. Laghetto a nord del Rif. Città di Vigevano.

Rodingites
 Fine grained rodingitic gabbro dyke within Zermatt-Saas serpentinites, small lake north of Rif. Città di Vigevano.



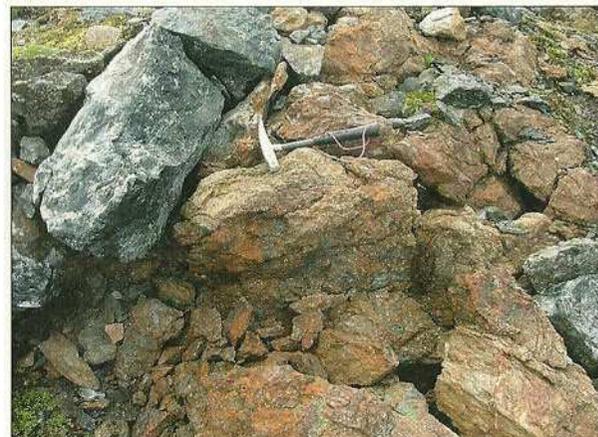
Rodingite massiccia al contatto tra serpentiniti e anfiboliti basaltiche, ricca in silicati di Ca: granato rossiccio, diopside verde, epidoto giallastro. Corno Camoscio, base sperone ovest.

Massive rodingite at the contact between serpentinites and metabasalts, with Ca-rich silicates (reddish garnet, green diopside, yellowish epidote. Base of C. Camoscio W-ridge.



Basalto metamorfico brecciato
 Anfibolite albitica da basalto sottomarino con struttura a pillow e/o brecciata. Laghetto a nord del Rif. Città di Vigevano.

Brecciate metabasalt
 Albite-rich amphibolite from submarine basalt with pillow and/or breccia feature. Small lake north of Rif. Città di Vigevano.



Listvenite - Breccia di faglia a patina ocrea formata da frammenti di serpentinite carbonatizzata e da cristalli smeraldini di mica cromifera. Corno Camoscio versante nord

Listvenite - Fault breccia with ochred surface, consisting of carbonatized serpentinitic fragments and emerald crystals of Cr-rich white mica. Corno Camoscio northern face.



SEZIONI SOTTILI
 Serpentinite ad olivina e titanclinochumite - peridotite parzialmente serpentinnizzata, Stolemberg.

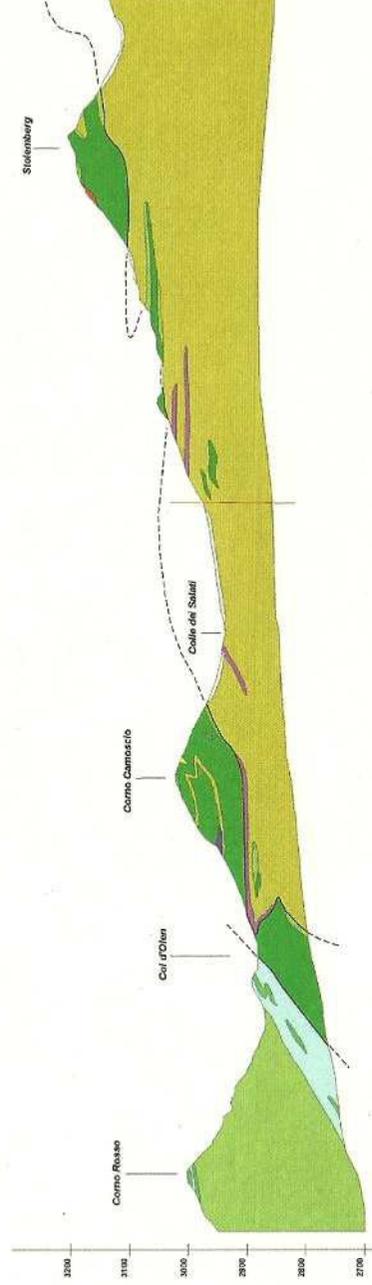
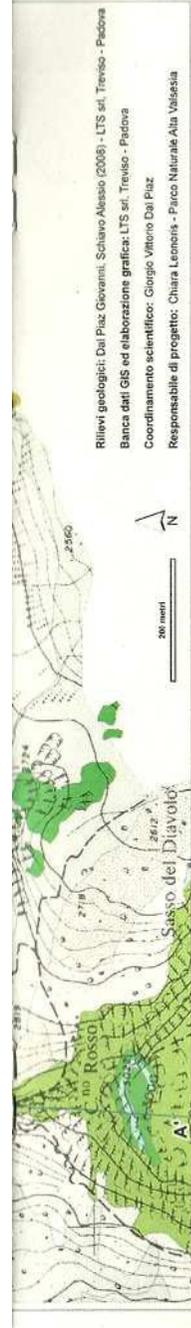
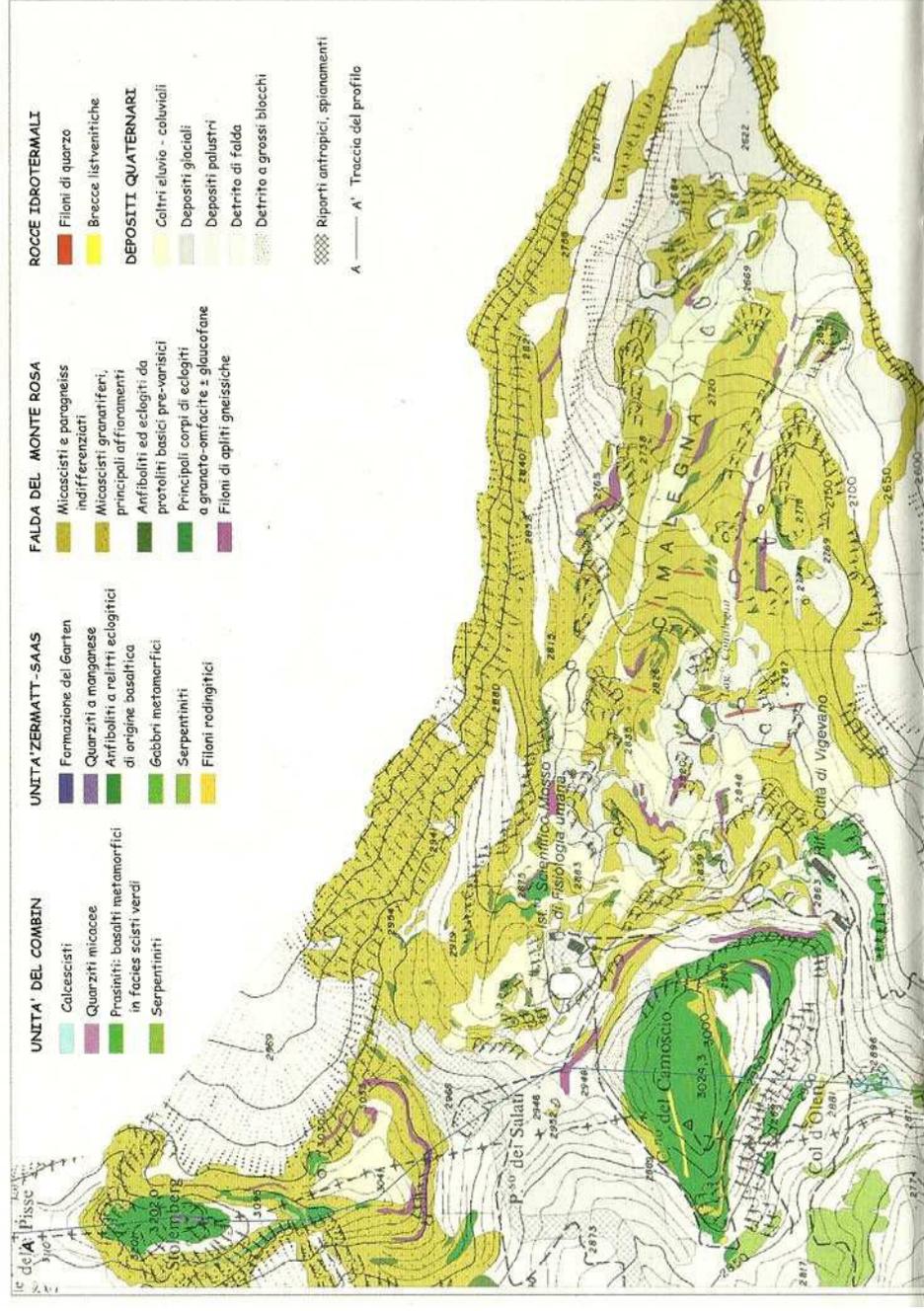
THIN SECTIONS
 Olivine and titanclinochumite serpentinite - partially serpentinnized peridotites, Stolemberg.



Serpentinite, Corno del Camoscio sud.

Serpentinite, Corno del Camoscio south.

CARTA GEOLOGICA DELL'ALTOPIANO DI CIMALEGNA — ALTA VALSESIA



LEGEND — Oceanic Combin Unit: 1) Calcscist, 2) Micaceous quartzite, 3) Greenschist facies metabasalts (Prasinit), 4) Serpentinite, **Oceanic Zermatt-Saas Unit:** 5) Garten Fm (mélange), 6) Min-Quartzite, 7) Eclogite-amphibolite from tholeiitic basalts, 8) Metagabbro, 9) Serpentinite, 10) Rodignitic bodies, **Monte Rosa Nappe** (European margin): 11) Undifferentiated crystalline basement (micaschist and paragneiss), 12) Garnet-rich micaschist, 13) Eclogite-amphibolite from pre-variscan mafic granulites, 14) Major eclogitic bodies (garnet-omphacite ± glaucophane), 15) Dykes of gneissic aplite, **Hydrothermal rocks:** 16) Quartz, 17) Listvenitic breccia, Quaternary: 18) Eluvium-colluvium, 19) Glacial deposits, 20) Marsh deposits, 21) Slope deposits, 22) Coarse-grained debris, 23) Antropic work, 24) Snow and glaciers.

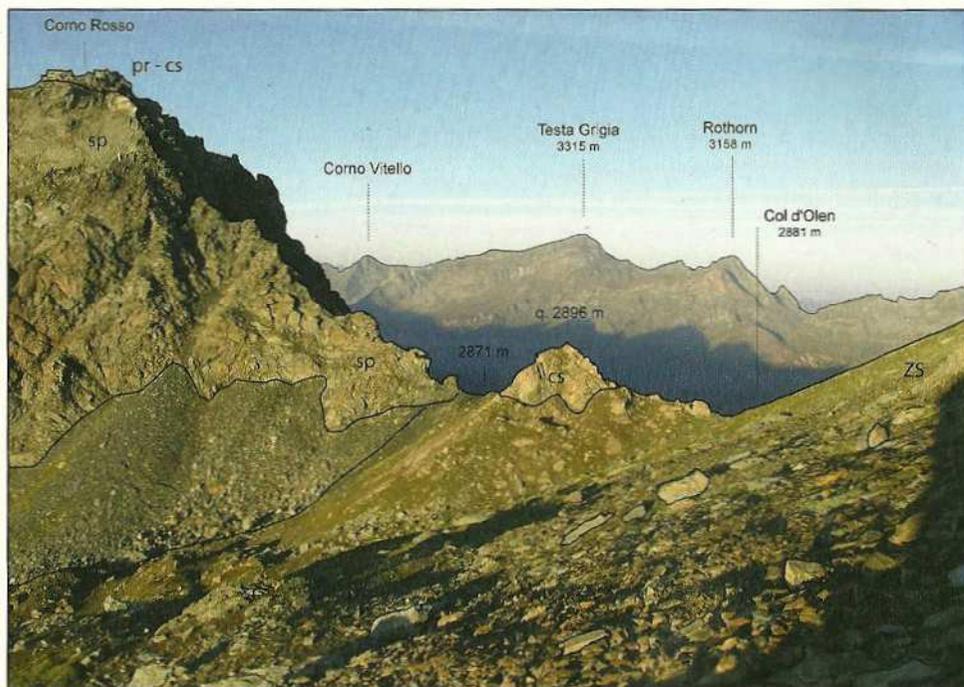
Aspetti litologici e strutturali

Litotipi dell'Unità del Combin al Col d'Olen

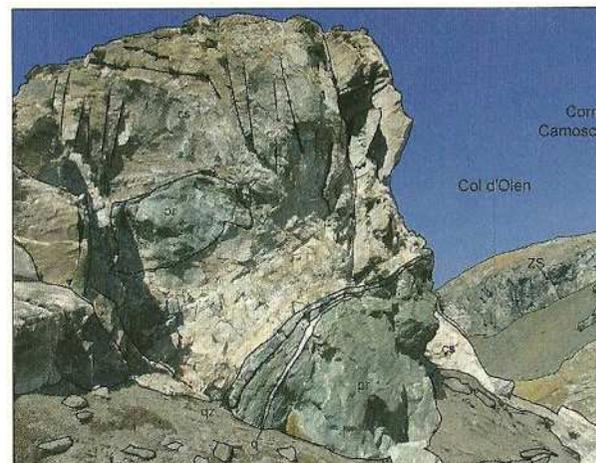
Al colle passa il contatto tettonico tra la Unità di Zermatt Saas (ZS, Corno Camoscio) e la sovrastante Unità del Combin. Quest'ultima è costituita, in successione dal basso all'alto, da calcscisiti (cs) con intercalazioni stratoidi di basalti prasinitici (q. 2896 m, a sud del Colle) e dalla grande massa di serpentiniti (sp) del Corno Rosso con, al di sopra, una placca di calcscisiti e prasiniti (cs-pr).

Litological and structural characteristics Combin Unit at Olen Pass

The Olen Pass marks the tectonic contact between the Zermatt Saas Unit (ZS, Corno Camoscio) and the overlying Combin Unit. From bottom to top, the latter consists of calcschists (cs) with interbeddings of prasinitic basalts (alt. 2896 mt), followed by the big mass of serpentinite (sp) of Corno Rosso, capped in turn by tabular calcschists and prasinites (cs-pr).



Panorama del Col d'Olen dal Rifugio Guglielmina.
Panoramic view of Col d'Olen from Rifugio Guglielmina.



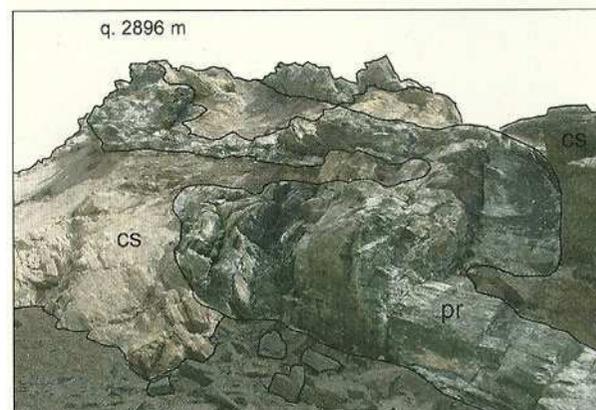
Geologia del versante orientale di q. 2896 a sud del colle. Veduta generale e dettaglio del contatto piegato tra i calcscisiti mesozoici (cs) e le prasiniti (pr), derivate da basalti tholeiitici di fondo oceanico, sottolineato da un sottile livello di sedimenti silicei abissali, trasformati in quarziti micacee (qz), con silicati di Mn sul versante opposto. Le prasiniti sono tagliate da una vena idrotermale di quarzo puro (q).
Geology of the eastern side, south of the pass, alt. 2896 m. General view and detail of the folded contact between Mesozoic calcschists (cs) and prasinites (pr, derived from ocean floor tholeiitic basalts), outlined by a thin bed of siliceous sediments converted to micaceous quartzites (qz), including a few Mn-rich garnets and epidotes (opposite side). The Prasinites are cut by a hydrothermal vein of pure quartz (q).



Geologia del versante occidentale di q. 2896 m. Piegatura asimmetrica, con forma a Z (guardando verso est), messa in evidenza da una bancata di prasiniti (pr) nei calcscisiti mesozoici (cs). Sottile livello di quarziti micacee con modesta mineralizzazione a Mn a tetto delle prasiniti.

Geology of the western side, alt. 2896 m

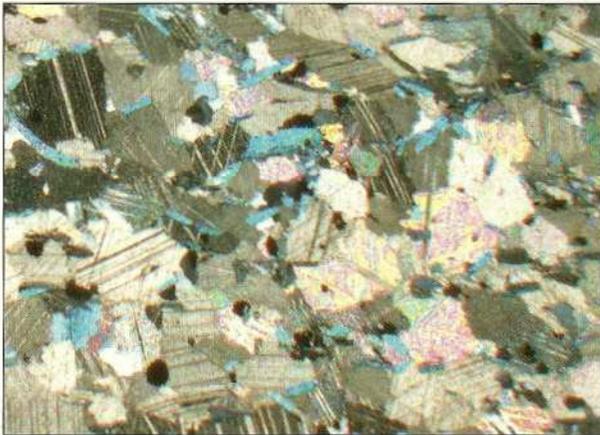
Asymmetric fold with Z shape (looking eastwards) evidenced by a prasinitic bed (pr) in the Mesozoic calcschists (cs). Thin layer of micaceous quartzite with a poor Mn mineralization on top of the prasinites.





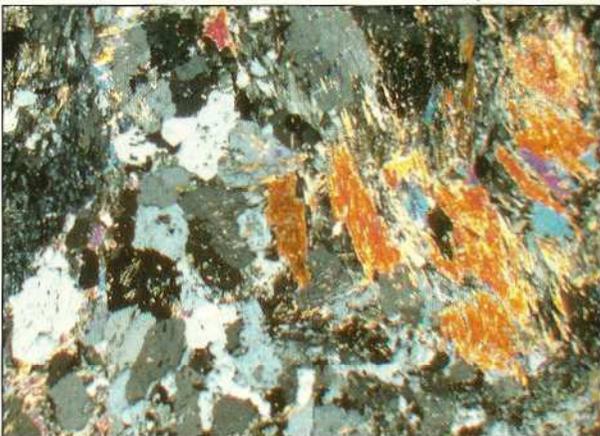
Calcescisti con analoghe pieghe asimmetriche, evidenziate da sottili letti silicatici in rilievo, affioranti poco sotto.

Calcschists with similar asymmetric folds evidenced by thin terrigenous horizons in relief, occurring just below.

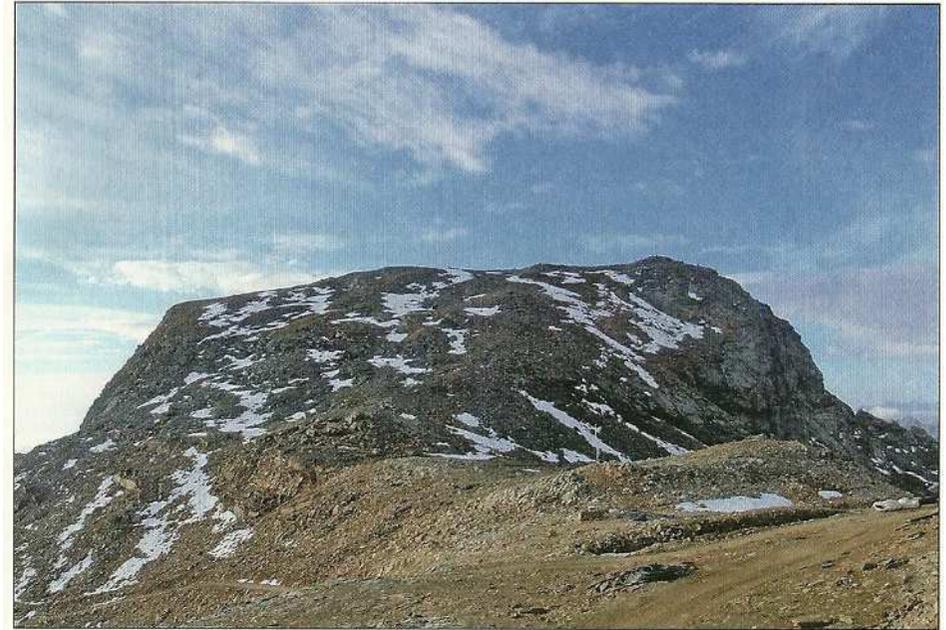


SEZIONI SOTTILI
Marmo a mica bianca e zoisite,
Corno d'Olen.

*THIN SECTIONS
White mica and zoisite marble,
Corno d'Olen.*



Prasinite, Colle Zube.
Prasinite, Colle di Zube.



Vista panoramica del versante settentrionale del Corno del Camoscio
Panoramic view of the northern side of Corno del Camoscio



Vista sul Vallone d'Olen e Punta Straling dal laghetto di Cimalegna
View of Vallone d'Olen and Punta Straling from Cimalegna Lake

ZONA SESIA-LANZO (AUSTRALPINO)

E' costituita da un antico basamento cristallino di origine africana (paragneiss e migmatiti, preservati nella 2a Zona dioritica-kinzigitica: C. Bianco-M. Nery), da corpi granitici di età permiana (280-270 Ma) e dai loro prodotti di trasformazione metamorfica alpina in facies di alta pressione (Micascisti eclogitici) ed in facies scisti verdi (Gneiss minuti), affioranti, quest'ultimi, alla Punta Straling e nella dorsale Netscio-Ciampono-Corno Bianco (Pannello 1a).

Litotipi della Zona Sesia-Lanzo

Panorama dalla Punta Indren - Corno Bianco (1) e Punta Straling (2): Zona Sesia-Lanzo, Austroalpino. Al di sotto, le ofioliti della Zona Piemontese al Corno Rosso-Corno Camoscio (3) e allo Stolemberg (4), che, a loro volta, sono accavallate sul basamento cristallino europeo del Monte Rosa, esteso da Cimalegna (5) al Colle delle Pisse (6).



SEZIA-LANZO ZONE (AUSTRALPINE)

The Africa-derived (Austroalpine) Sesia-Lanzo Zone consists of a Variscan crystalline basement (high-grade paragneiss and migmatites, partly preserved in the 2nd Dioritic-kinzigitic Zone: C. Bianco-M. Nery), Permian granitic intrusions and their Alpine metamorphic derivatives in high-P (Micascisti eclogitici) to greenschists facies (Gneiss minuti) conditions, the latter occurring along the P.Straling-Corno Bianco ridge (see profiles in the 1st panel).

Lithotypes of the Sesia-Lanzo Zone

View from Punta Indren - Corno Bianco (1) and Punta Straling (2): Sesia-Lanzo Zone, Austroalpine; underlying ophiolites of the Piedmont Zone at Corno Rosso-Corno Camoscio (3) and Stolemberg (4), in their turn thrust over the European crystalline basement of Monte Rosa nappe, extending from Cimalegna (5) to Colle delle Pisse (6).



Gneiss granitici occhiadini (feldspato potassico) con bande milonitiche a grana fine, Zona Sesia-Lanzo, Corno Grosso. Sesia-Lanzo granitic augengneiss with fine-grained mylonitic bands, Corno Grosso.

Fine-grained banded and folded gneiss with alternance of leucocratic (albite, quartz, microcline, minor mica)



Gneiss minuti a bande, ripiegati, con letti leucocratici (albite, quarzo, microclino, scarsa mica) e letti grigio-verdastri (albite, miche, clorite, epidoto, anfibolo) della Zona Sesia-Lanzo, Punta Straling (2 nella fotografia sopra).

Grey-greenish beds (albite, micas, chlorite, epidotie, amphibole), Sesia-Lanzo Zone, Punta Straling (2 in the panorama above).



SEZIONE SOTTILE
Geiss albitico minuto, Spessenbach, Gabiet.

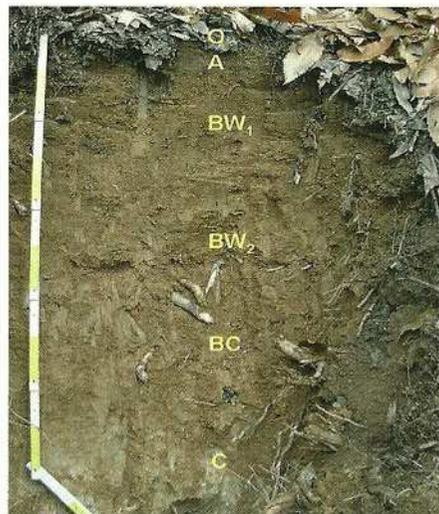
THIN SECTION
Fine albitic gneiss, Spessenbach, Gabiet.

PEDOLOGIA

L'ambiente naturale di Cimalegna è interessante anche sotto l'aspetto pedologico, per i suoli che si formano in condizioni particolari per la presenza di una zona quasi pianeggiante, di quote elevate e di condizioni climatiche estreme. Se confrontati con i tempi geologici, essi si formano "in un attimo" costituendo la pellicola più superficiale della crosta terrestre.

IL SUOLO

Nella concezione tradizionale, il suolo è il materiale non consolidato presente sulla superficie della terra che rappresenta il mezzo naturale di crescita per i vegetali. Nel 1870 circa, un nuovo concetto di suolo fu introdotto dalla scuola russa su proposta di Dokuchaiev: il suolo comincia ad essere concepito come un corpo naturale indipendente, ciascuno con una morfologia unica, risultante dalla combinazione di fattori di formazione quali clima, organismi e vegetali, litologia, morfologia del paesaggio e tempo. Il suolo è pertanto il prodotto delle alterazioni e delle trasformazioni della sostanza organica e dei minerali delle rocce che avvengono sulla superficie delle terre emerse nel tempo. Il suolo è diviso in orizzonti pedologici ed ognuno di essi è identificato da una specifica nomenclatura che li definisce tramite una lettera maiuscola e un suffisso e/o un numero.



PEDOLOGY

Cimalegna natural environment is interesting also from a pedological point of view, allowing the recognition of soils that formed from their parent rocks in a subhorizontal zone, at high elevation and under extreme climatic conditions. Compared to the normal geologic times, soils develop very quickly, forming thin films on the surface of the earth crust.

THE SOIL

Traditionally, soil is defined as the non consolidated material at the Earth's surface representing the natural growing media for plants. In 1870, a new definition of soil has been introduced by the Russian School as proposed by Dokuchaiev. Since then, soil has been considered as a natural, independent body with a unique morphology resulting from a combination of forming factors such as climate, organisms, lithology, morphology and time. Therefore, the soil is the product of rock and organic matter alterations that take place on the Earth's surface. The scientific community defines the soil as "a stationary state of the continuous system at the interface between lithosphere, atmosphere, hydrosphere, biosphere and anthroposphere". A soil profile is divided into horizons, each of which is identified by a capital letter, a suffix and/or a number.

Troveremo pertanto orizzonti superficiali **O** (dove prevale il contenuto di sostanza organica), **A** (dove la frazione minerale è ben miscelata con quella organica) e orizzonti più profondi come **B** (dove, ad esempio, il suffisso **t** indica concentrazione di argilla, **s** l'arricchimento in complessi di Fe o Al, ecc.) e **C** (dove i processi pedogenetici sono ancora scarsamente visibili).
Surface horizons are called O (in which the organic matter content is dominant) or A (where the organic matter is well incorporated in a mineral matrix). Under the surface, B horizons can be found, together with suffixes such as t (indicating increasing concentration of clay) or s (indicating the accumulation of Fe and Al complexes). C horizons can be also found at depths where pedogenetic processes are scarce.

Profilo di suolo con indicazione degli orizzonti.
A soil profile with main horizons.

I CINQUE FATTORI DI FORMAZIONE DEL SUOLO

Clima: i fattori meteorologici, quali ad esempio la temperatura e le precipitazioni, influenzano la formazione del suolo e le sue proprietà. Ad esempio, ad alta quota, i cicli gelo-disgelo determinano l'alterazione fisica della roccia (crioclastismo), con la produzione di materiale più fine.

Organismi: il suolo è un ambiente ricco di vita. Gli organismi viventi, dai più grandi ai più piccoli, forniscono la sostanza organica e intervengono nella sua trasformazione. La vegetazione, oltre ad essere legata al clima e alle caratteristiche del suolo stesso, può a sua volta influenzarne le proprietà con l'apporto di sostanza organica e l'attività degli apparati radicali.

Litologia: il suolo si forma dalla roccia madre e la natura dei minerali che la compongono ne influenza la resistenza all'alterazione e le sue specifiche proprietà.

Morfologia: l'esposizione e la pendenza delle superfici influenzano il drenaggio dell'acqua, il movimento dei soluti e dei materiali in genere. Possiamo quindi distinguere, lungo un versante, posizioni più stabili da posizioni instabili. Nelle posizioni instabili, il suolo è costantemente ringiovanito dai fenomeni di ruscellamento superficiale che asportano il materiale più fine, originatosi dall'alterazione della roccia, e lo ridepositano a valle lungo il pendio dove, incontrando posizioni più stabili, non sarà rimosso.

Tempo: tutti i fattori interagiscono nel condizionare la formazione del suolo nel tempo. Questo è un processo continuo e spesso occorrono migliaia di anni affinché i cambiamenti diventino manifesti. In media, in ambiente alpino, sono necessari dai 50 ai 100 anni per la formazione di 1 cm di suolo.

THE 5 SOIL FORMING FACTORS

Climate: this factor includes the effects of multiple meteorological factors. Among these, temperature and precipitation play a major role in controlling soil formation processes.

Living organisms: soil is a biologically active environment in which living organisms, from the smallest to the largest in size, provide organic matter and participate in its transformation. Vegetation type depends on climate and soil properties, and in turn contributes to soil characteristics though organic matter input and root activity.

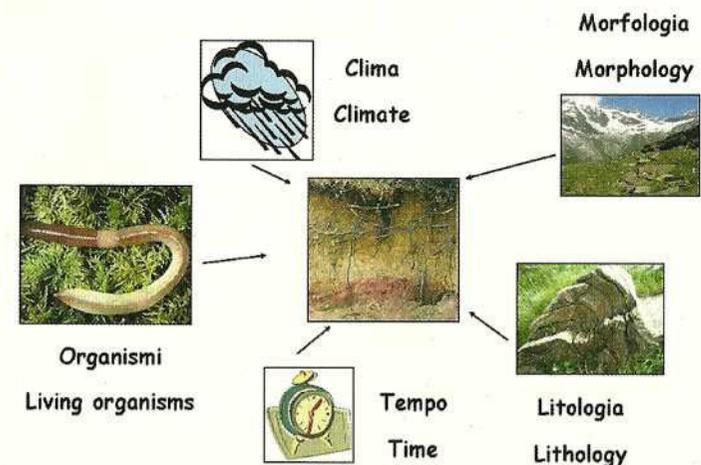
Lithology: Soil forms on a parent material and therefore the minerals that constitute the bedrock control the degree of alteration and soil properties.

Morphology: slope angle and aspect control water movements, and the associated transport of solutes and material across the landscape.

Time: all factors interact in soil formation processes over time. It is a continuous process and it may take thousand years for these changes to be observed. The average soil forming rate in the alpine areas is 50-100 years/cm of soil.

Fattori di formazione del suolo.

Soil forming factors.



IL SUOLO AD ALTA QUOTA

Gli ambienti d'alta quota presentano condizioni estreme per la vita degli organismi viventi, molto simili a quelle che si osservano negli ambienti artici. Ad alta quota le condizioni possono essere addirittura più difficili rispetto alle elevate latitudini, a causa ad esempio della minore pressione atmosferica e della maggiore intensità dei raggi ultravioletti.

I suoli che si evolvono a queste quote, per le loro specifiche caratteristiche, sono utilizzati ad esempio come modello per lo studio dei suoli su Marte, per comprendere se essi possono ospitare o aver ospitato forme di vita.

Sono suoli molto interessanti in quanto rappresentativi degli ambienti estremi più diffusi sul nostro pianeta, fondamentali regolatori, ad esempio, dell'approvvigionamento idrico di numerose aree metropolitane in tutto il Mondo. Questi suoli, infatti, immagazzinano l'acqua durante la fusione primaverile delle nevi, rilasciandola gradatamente nel corso dei mesi successivi e rendendola disponibile per la crescita vegetale ed i diversi fabbisogni umani.

Inoltre, in ambiente periglaciale, esistono parecchi vettori, come acqua, neve, vento o trasporti gravitativi che facilitano gli accumuli molto localizzati di materiali fini. Pertanto, si può comprendere l'estrema variabilità, anche a livello di microscala, delle formazioni vegetali. Si passa, infatti, anche in pochi metri, da ambienti popolati da specie che colonizzano ghiaioni e pietraie, a vere e proprie praterie alpine, cenosi complesse di grande ricchezza floristica.

I suoli dell'Altopiano di Cimalegna hanno alcune caratteristiche comuni, come l'elevata percentuale di sabbia (65-77%), la ridotta percentuale di argilla (2-6%) ed il pH, generalmente acido (4.9-5.8). La presenza di sostanza organica è tipicamente maggiore negli orizzonti più superficiali del suolo, con valori anche del 6%. L'accumulo di sostanza organica caratterizza proprio gli ambienti d'alta quota, in quanto il carbonio fissato dalle piante adattate a questi ambienti, viene mineralizzato molto lentamente a causa delle basse temperature e può quindi accumularsi nel suolo.

HIGH-ELEVATION SOILS

High elevation soils represent extreme environmental conditions for life development. They are oligotrophic, cold soils with very little microbial biomass similar to high latitude polar soils.

These types of soils are used, for example, as models for soils that may support or have supported life on Mars. These soils are interesting in their own right as one of Earth's most extensive extreme environments and are also key components of water catchment areas that supply drinking water to major metropolitan areas world-wide.

Moreover, in periglacial environments, several vectors such as wind, water and slide of materials, promote the transport of fine material and subsequent accumulation. As a consequence of these erosion/deposition processes, a large variability in plant communities is usually observed even at a small scale. In fact, in a few square meters, pioneer species carpets on scree slopes may coexist with stable alpine prairies characterised by complex coenoses and a high biodiversity.

The soils that are located on the Cimalegna plateau are characterised by several consistent properties such as a high sand content (65-77%), low clay content (2-6%), and an acidic pH (4.9-5.8). Organic matter content is generally higher in surface horizons with values as high as 6%.

Organic matter accumulation is favored at high altitudes because carbon fixed by the cold adapted plant communities, is only mineralised slowly in the soil as a result of the low temperatures.



Vista dell'Istituto Scientifico Angelo Mosso con paesaggio "estremo" circostante.

View of the Scientific Institute A. Mosso and the surrounding area.

Anche la topografia esercita un ruolo fondamentale. L'esposizione, ad esempio, influenza la durata della copertura nevosa, con effetti sulla temperatura del suolo (minore escursione termica nei versanti Nord rispetto a quelli a Sud) e sulla ripresa vegetativa primaverile (ritardata nei versanti a Nord). Per quanto riguarda la pendenza dei versanti, i suoli caratterizzati da maggiore profondità (anche pari a 1 metro) si trovano generalmente nelle aree pianeggianti, dove il materiale fine, trasportato dai versanti circostanti, può accumularsi. E' questo, ad esempio, il caso delle aree umide nella zona dei laghi del Corno (su serpentiniti). Lo stesso fenomeno, pur se meno comune e molto localizzato, si può riscontrare anche in aree sommitali, quali il Corno del Camoscio, dove è stato rinvenuto un suolo di circa 1 metro di spessore la cui formazione è stata possibile grazie a caratteristiche tipicamente microstazionali e, assieme, a marcati fenomeni gravitativi avvenuti in passato. Una ricostruzione di questo suolo (pedolite), con le relative caratteristiche chimiche e fisiche, è visibile all'interno dell'Istituto Scientifico Angelo Mosso.

Among soil forming factors topography plays an important substantial role. The aspect, for example, directly influences the duration of the snow-covered season with significant effects on soil temperature (resulting in lower thermal excursion on North-facing than South-facing slopes) and on the restarting of the growing season (strongly delayed on North-facing slopes). The slope angle also exerts a significant impact on soil formation. Maximum soil depths are generally observed in flat areas where the accumulation of fine material produced on adjacent slopes is favored. This is the case for wetland areas formed nearby the Corno Lakes (on serpentine). The same feature can be observed, though much more limited in extension, on summit areas, e.g. the Corno del Camoscio, where a 1 meter-depth soil developed, thanks to site-specific characteristics. A reconstruction of the soil profile from the Corno del Camoscio (soil monolith) and the related soil chemical and physical properties are showed inside the Scientific Institute A. Mosso.

Infine, i suoli di quest'area, oltre ad essere soggetti a condizioni climatiche estreme, si formano su rocce di composizione differente, che ne condizionano la loro evoluzione. L'alterazione della roccia madre è il primo passo nella formazione di un suolo, che a queste quote è prevalentemente di tipo fisico: l'acqua s'insinua nelle fessure delle rocce e, congelando, si espande, fratturandole. Di particolare interesse sono i suoli che si evolvono sulle serpentiniti, visibili lungo il sentiero che unisce l'Istituto Scientifico A. Mosso al Rifugio Vigevano. Tipicamente questi suoli sono dotati di scarsa fertilità, presentano un rapporto Ca/Mg sfavorevole ai vegetali e contengono spesso elevate quantità di metalli pesanti, tossici per i vegetali, quali Nichel e Cromo.



Sito della buca pedologica del Corno del Camoscio.
Site of the Corno del Camoscio pit

Come detto, il suolo evolutosi sul Corno del Camoscio, ad una quota superiore ai 2900 metri, è caratterizzato da un profilo molto potente e complesso dove, a circa 40 cm dalla superficie, è evidente la presenza di un orizzonte sepolto con contenuti in sostanza organica tali da farlo ascrivere ad un orizzonte localizzato precedentemente in superficie. In un ambiente dove, per evidenti ragioni geomorfologiche e climatiche, i suoli sono solitamente poco potenti, questo suolo può essere considerato una sorta di "anomalia" pedologica. In realtà, nell'ambiente alpino, il suolo e le formazioni vegetali sono un mosaico di ambienti, a volte marcatamente diversi, controllati fondamentalmente dalle

Finally, the soils in this area developed on different rocks therefore influencing soil evolution. The alteration of parent material is the first step in soil formation. At these altitudes, rock alteration is mainly a physical process: water that infiltrates rock cracks expands during freezing leading to fragmentation. Soils forming on serpentine are particularly interesting and can be found along the path between the Mosso Institute and the Vigevano Hut. These soils are typically characterized by a low fertility, with an unfavorable Ca/Mg ratio for plant uptake, and with a heavy metal content, such as Nickel and Chromium, that may be toxic for plants.



Serpentine
Serpentinite

The soil at Corno del Camoscio at an elevation of more than 3000 m a.s.l., is characterised by a complex and deep profile where, at about 40 cm depth, a buried horizon having a high organic matter content typical of surface horizons was detected. Since soils in such environments are generally expected to be shallow because of geomorphological and climatic constraints, this soil may be considered as a pedological "anomaly". In fact, in alpine environments soil and vegetation types are sparse and scattered, controlled by topography that in turn control water movements, snow distribution, and the length of the snow covered season. These factors determine the occurrence of very

differenti condizioni topografiche che, a loro volta controllano le dinamiche gravitative, idriche e la durata dell'innnevamento. Tutte queste condizioni portano a pedoambienti molto diversi tra loro, anche su piccola scala.

I suoli che si osservano nel tratto di sentiero fra il Rifugio Guglielmina e il Col d'Olen, ad esempio, si sono evoluti su un deposito misto di origine glaciale. Su questo suolo si evolve una formazione vegetale d'altitudine a Carex curvula. Il curvuleto è una delle praterie d'alta quota maggiormente rappresentate nella catena alpina. E' facilmente distinguibile, soprattutto a fine estate, per la tipica colorazione bruno-ocracea, legata al disseccamento dell'apice delle foglie da parte di un fungo parassita (*Chlatrospora elyanae*), che comunque non causa gravi danni alla pianta. Proprio riferendosi a questo fenomeno, Braun-Blanquet dà una descrizione efficace e figurata assieme: "si stende come un'immensa pelle di montone, uniformemente bruno-giallastra, avvolge i declivi dolci, le rocce montonate e le spalle arrotondate delle montagne piattate dai ghiacciai quaternari".

Questa formazione si compenetra spesso con molti altri tipi di vegetazione e, nel caso specifico dell'altopiano di Cimalegna, non è raro trovare comunità legate alle vallette nivali, dove la presenza di *Salix herbacea* e dell'epatica *Anthelia juratzkana* definisce un dinamismo non esente da condizioni di innevamento prolungato che può superare anche i nove mesi all'anno.

different pedo-environments even at a small scale.

The soils along the trail between Guglielmina Hut and the Olen pass developed on a mixed glacial deposit. Vegetation analysis showed the presence of a high altitude community of Carex Curvula. Such formation is quite widespread in the Alpine chain, and is clearly distinguishable thanks to the brownish color which is due to the activity of a micro-organism (Chlatrospora elyanae) on the leaves. The description provided by Braun-Blanquet specifically refers to such a characteristic: "it lays as a huge, brownish-yellow, mutton skin enveloping slopes, "roches moutonnées", and the shoulders of mountains, smoothed by the quaternary glaciers". This formation often coexists with other vegetation types. In Cimalegna Plateau communities associated with snowbeds are often found, and the presence of Salix herbacea together with the hepatic plant Anthelia juratzkana suggests that vegetation dynamics are influenced by the prolonged presence of the snow cover.



Curvuleto
Curvuleto

GLOSSARIO DI GEOLOGIA:

Anatessi: fusione parziale in ambiente metamorfico di crosta continentale ($T > 650^\circ$) che porta alla formazione di fusi di composizione granitica; il processo è causato da un'anomalia termica regionale.

Antitetico: struttura tettonica con vergenza opposta rispetto a quella della catena principale.

Astenosfera: dal greco *asthenēs* 'debole': è l'involucro del mantello terrestre situato alla base delle placche litosferiche, esteso da 60 a 250 km (forse 400 km) di profondità, caratterizzato da un comportamento reologico viscoso-plastico, dovuto alla presenza di una certa percentuale di fuso basaltico nella peridotite.

Basamento cristallino: sezione di crosta continentale costituita da rocce plutoniche e/o metamorfiche, substrato delle coperture sedimentarie.

Cerniera: zona di massima curvatura di una piega, in corrispondenza della quale si congiungono i cosiddetti fianchi, cioè i lati della piega stessa.

Crenulazione: fitto piegamento a scala millimetrico-centimetrica a cui può associarsi una foliazione di piano assiale (crenulation cleavage).

Falda (ricoprimento): corpo roccioso traslato rispetto al luogo dove si è formato (alloctono, esotico) ad opera dei processi di sovrascorrimento (ricoprimento tettonico) che caratterizzano la genesi di una catena montuosa; in base alla natura dei materiali coinvolti si distinguono falde di basamento (se comprendono rocce metamorfiche o ignee) e di copertura (se comprende successioni di rocce sedimentarie).

Foliazione: anisotropia planare definita dall'isorientamento di minerali lamellari o tabulari.

Fragile: comportamento di una roccia che, sollecitata da uno sforzo, si rompe e si frattura.

Geodinamica: studio dei processi che interessano l'evoluzione strutturale a scala globale della litosfera terrestre

Litotipo: tipo di roccia con specifiche caratteristiche mineralogiche, strutturali e di genesi; costituisce l'unità del corpo roccioso.

Metamorfismo: processo che trasforma una roccia ricristallizzando o modificando la sua composizione mineralogica e tessiturale, a causa del cambiamento delle condizioni di temperatura e pressione, della attività dei fluidi e della deformazione.

Metamorfismo retrogrado: evoluzione metamorfica di un corpo roccioso verso condizioni di temperatura e/o pressione più basse, indicative in genere della sua risalita (esumazione) verso livelli strutturali più superficiali

Miloniti: rocce a grana fine con struttura spesso molto compatta, derivate dall'estrema deformazione duttile in ambiente metamorfico di rocce di varia natura. Si formano nelle zone di intensa deformazione meccanica, in corrispondenza di faglie e di piani di sovrascorrimento.

Ofoliti: frammenti di antica litosfera oceanica (peridotiti/serpentiniti, gabbri, basalti) con associate sottili coperture sedimentarie di mare profondo. Costituiscono falde di ricoprimento e sono la testimonianza di "oceani perduti", come la Tetide che nel Mesozoico separava l'Europa dall'Africa. Le ofoliti presenti nelle Alpi hanno subito i processi tettonici e metamorfici che hanno portato alla formazione della catena.

Piano di faglia: superficie principale lungo la quale avviene lo scorrimento di due blocchi di roccia.

Placca: elemento fondamentale di litosfera terrestre in movimento relativo al di sopra dell'astenosfera; si modifica nel tempo accrescendosi lateralmente (margini divergenti) o consumandosi in subduzione (margini convergenti).

Retrocesso: che ha subito un metamorfismo retrogrado

Rifting: processo di estensione, assottigliamento e frammentazione della crosta continentale lungo faglie e zone di deformazione duttile profonde nelle fasi iniziali di formazione di un margine divergente che precedono l'apertura di un nuovo oceano. La struttura risultante è detta rift.

Subduzione: processo dinamico fondamentale di un margine convergente, corrisponde alla discesa di una placca di litosfera oceanica e talora continentale al di sotto della placca superiore (oceanica o continentale) sino a penetrare nell'astenosfera dove viene assimilata. È caratterizzata da forte sismicità.

GLOSSARIO DI PEDOLOGIA

Ambiente periglaciale: ambiente fortemente influenzato dall'azione dei cicli di gelo e disgelo, con valori di temperatura media annua dell'aria che oscillano tra -1 e -3°C . Nelle Alpi persiste a fasce altimetriche con un limite inferiore pari a circa 2.200 m s.l.m..

Braun-Blanquet: botanico svizzero, fondatore della Fitosociologia, scienza che si occupa dello studio delle comunità vegetali.

Crioclastismo: processo di disaggregazione fisica di una roccia causato dalla pressione provocata dall'aumento di volume dell'acqua contenuta entro le sue fessure.

Curvuleto: prateria d'altitudine, tipica dei massicci silicei, che si riscontra su suoli ben espressi, ricchi di humus e a pH acido.

Dokuchaiev: geografo russo, padre della pedologia, la scienza che studia il suolo.

Epatiche: piante di piccole dimensioni, non vascolari, che appartengono al gruppo delle Briofite, come i muschi.

Orizzonte pedologico: strato omogeneo di suolo per una o più caratteristiche. Gli orizzonti devono essere campionati ed analizzati separatamente in quanto presentano proprietà chimiche, fisiche e morfologiche differenti.

Pedologia: scienza che studia i suoli, le loro proprietà, la loro distribuzione spaziale, i problemi connessi alla loro gestione e le relazioni tra la formazione del suolo e l'ambiente.

Pedolite: ricostruzione tridimensionale di un suolo.

Processi pedogenetici: processi chimici e fisici che, partendo dalla roccia madre, danno origine al suolo. I fattori di formazione del suolo, creando l'ambiente della pedogenesi, regolano l'intensità relativa dei vari processi pedogenetici.

Rocce madre: rocce o sedimenti da cui si origina il suolo. L'alterazione delle rocce e dei minerali che le compongono dipendono da processi fisici (es. crioclastismo) e chimici, mediati dall'ambiente.

Serpentinite: roccia metamorfica basica derivata dalla ricristallizzazione in ambiente ricco d'acqua di rocce ultra-basiche.

Testi, foto e disegni



Direzione del progetto:
Chiara Leonoris



Pedologia/Pedology (p. 26 - 31): Michele Freppaz,
Angelo Caimi, Gianluca Filippa



Geologia/Geology (p. 1 - 25, figure e foto comprese;):
Alessio Schiavo, Giovanni Dal Piaz, Giorgio Vittorio Dal Piaz

Per ulteriori informazioni:

Further Information:

www.socgeol.it
www.geologia.com
www.apat.gov.it
www.scienzadelsuolo.org
www.societapedologia.it
www.iuss.org