

Diego E. Angelucci

Elementi di geoarcheologia

Minerali, sedimenti, suoli

Allegato online

FIGURA 1

Rappresentazione schematica della cella cristallina elementare del salgemma (NaCl), raffigurabile come un reticolo cubico semplice, ai cui vertici si dispongono gli ioni sodio (Na^+ , in grigio scuro) e cloro (Cl^- , in grigio chiaro). Le dimensioni degli ioni sodio e cloro non rispettano le proporzioni reali degli stessi

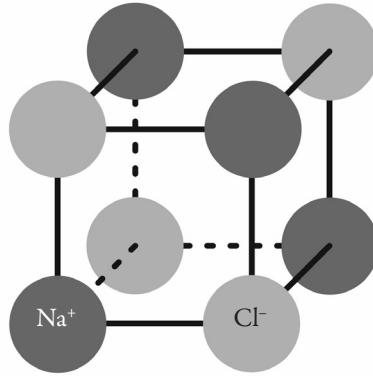


FIGURA 2

Cristalli di salgemma di provenienza siciliana: si noti la forma cubica dei cristalli



Fonte: fotografia gentilmente concessa da Federico Pezzotta.

FIGURA 3

Rappresentazione schematica dei sistemi cristallini. I sette sistemi cristallini vengono distinti in base alle proporzioni tra i tre assi (a , b , c) e alla misura degli angoli che li separano (α , β , γ). Ad esempio, nel sistema cubico i tre assi sono uguali tra di loro e gli angoli sono retti, mentre nel sistema triclino gli assi sono tutti diversi tra di loro e nessun angolo è retto

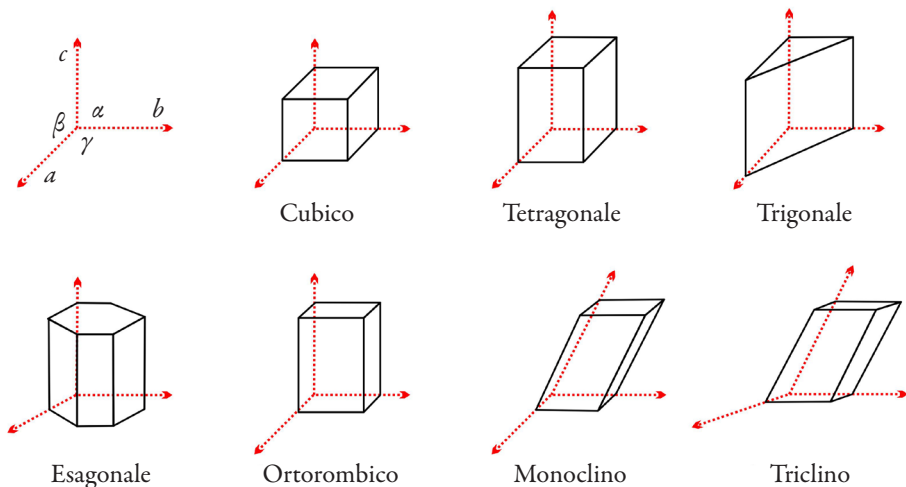


FIGURA 4

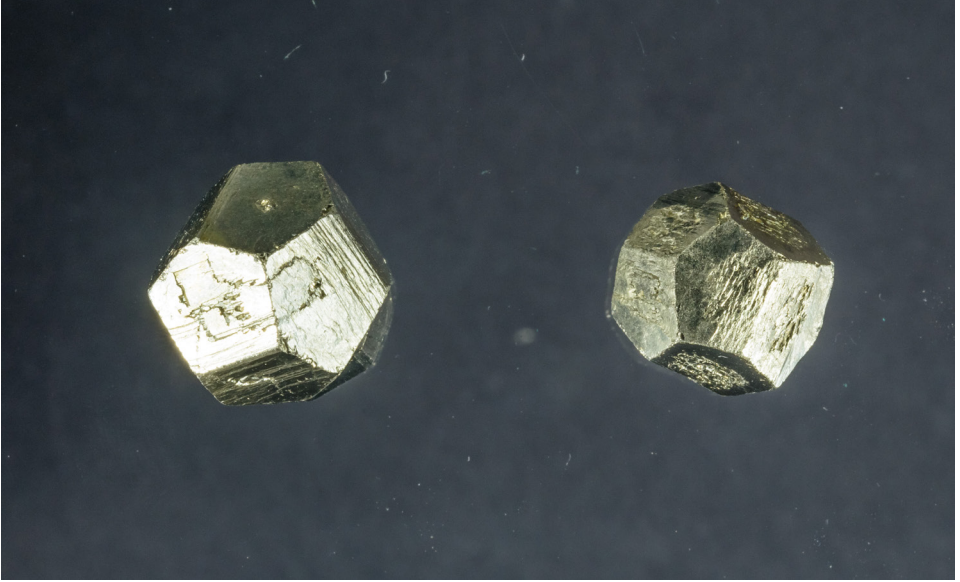
Cristallo prismatico di quarzo ialino terminato da piramide esagonale (lato sinistro dell'immagine). Questa varietà di quarzo è nota anche come cristallo di rocca. Il cristallo ha una lunghezza di 5,5 cm



Fonte: fotografia di Paolo Chistè, Università di Trento.

FIGURA 5

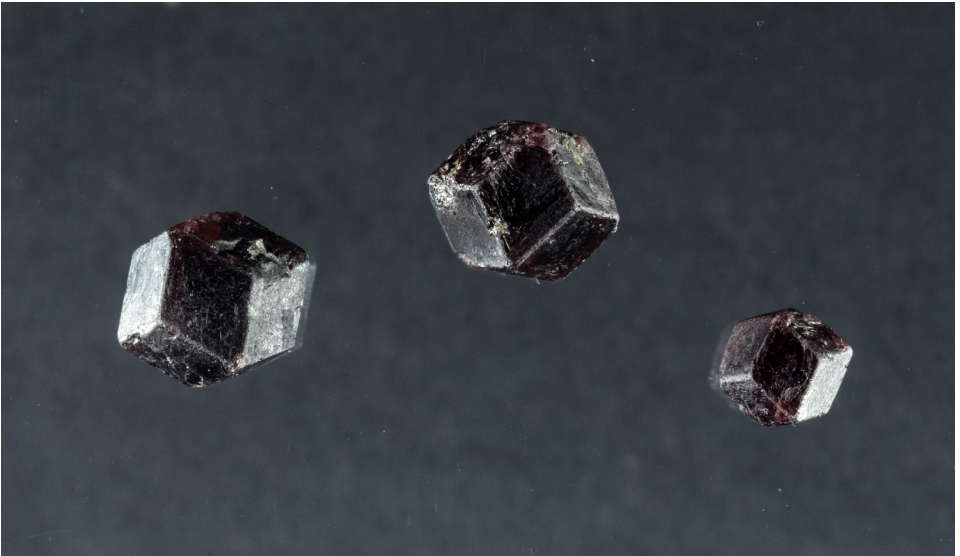
Cristalli pentagonododecaedrici (“piritoedrici”) di pirite. I cristalli sono larghi circa 1,3 cm



Fonte: fotografia di Paolo Chistè, Università di Trento.

FIGURA 6

Cristalli icosaedrici di granato almandino. I cristalli hanno una larghezza compresa tra 9 e 13 mm



Fonte: fotografia di Paolo Chistè, Università di Trento.

FIGURA 7

Concrezioni dendritiche di ossido di manganese su calcare marnoso. La larghezza del campione è di 6,5 cm



Fonte: fotografia di Paolo Chistè, Università di Trento.

FIGURA 8

Esempio di geminazione: due cristalli pentagonododecaedrici di pirite concresciuti in forma di bigeminato



FIGURA 9

Associazione di cristalli di ematite. Isola d'Elba (LI). La larghezza del campione è di 4 cm



Fonte: fotografia di Paolo Chistè, Università di Trento.

FIGURA 10

Micrografia al microscopio petrografico di un frammento d'osso visto in BL (luce blu, lunghezza d'onda 420-480 nm). L'osso è costituito da carbonato-idrossiapatite, minerale della classe dei fosfati soggetto ad autofluorescenza, che emette radiazione luminosa di colore verde. Gruta da Oliveira, Almonda, Portogallo. La larghezza dell'immagine è di circa 8 mm (la scala in basso a destra è pari a 1 mm)

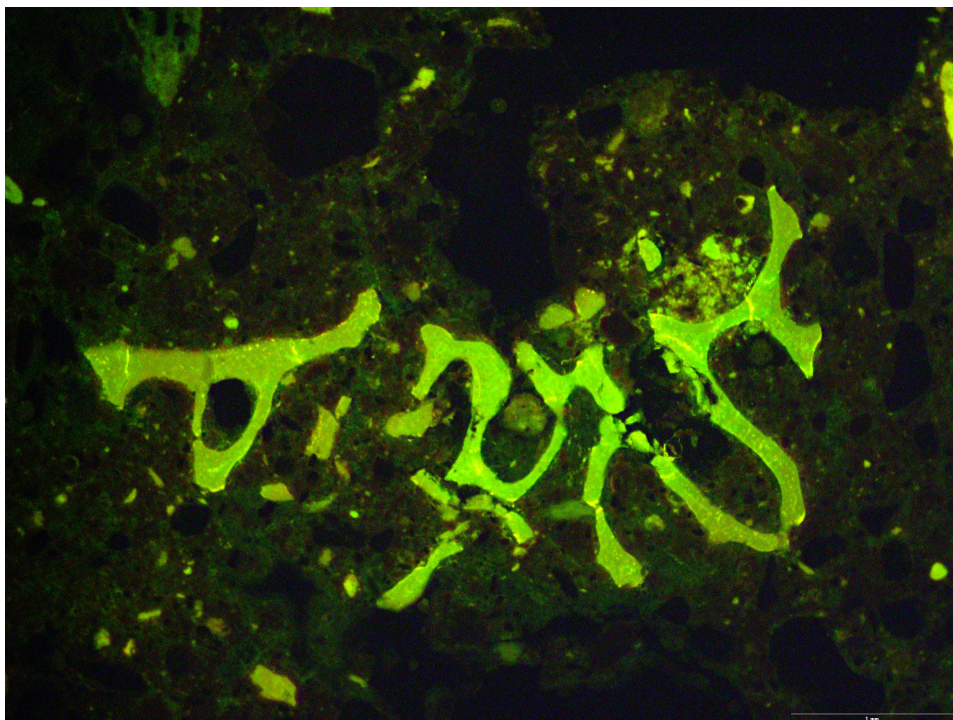
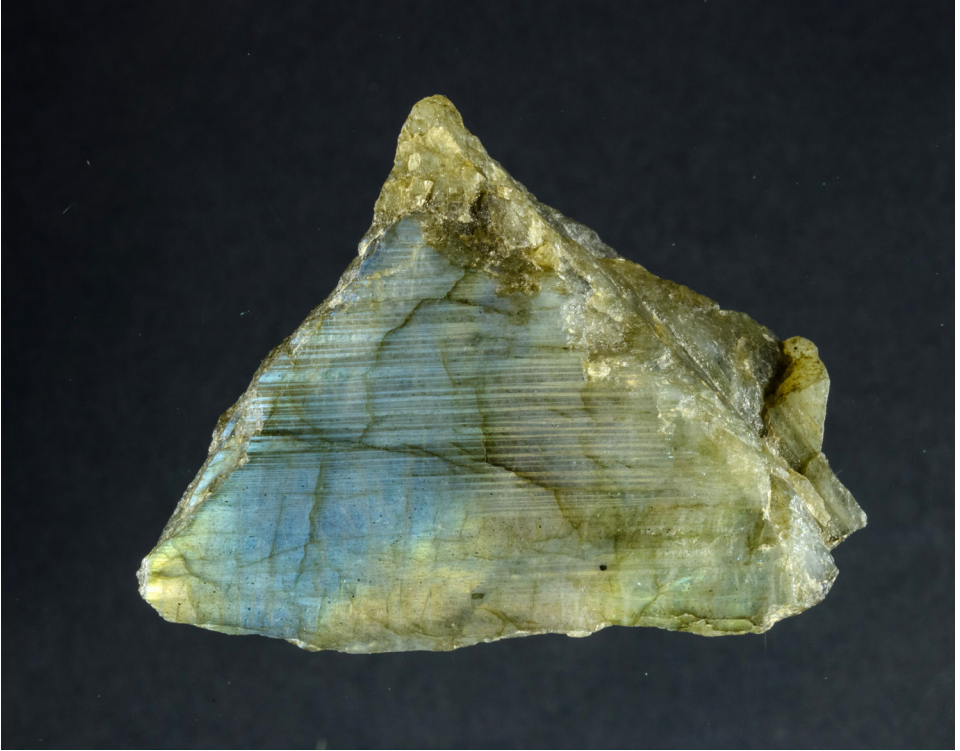


FIGURA 11

Cristallo di labradorite; si noti la particolare lucentezza, indicata con il termine di labradorescenza. La larghezza del campione è di 5,5 cm



Fonte: fotografia di Paolo Chistè, Università di Trento.

FIGURA 12

Rappresentazione schematica della birifrazione. Il raggio di luce incidente (i), non polarizzato, attraversa il cristallo di un minerale trasparente (X) e si scinde in due raggi aventi velocità di propagazione diversa e polarizzazione perpendicolare l'uno all'altro, il raggio ordinario (o) e lo straordinario (s)

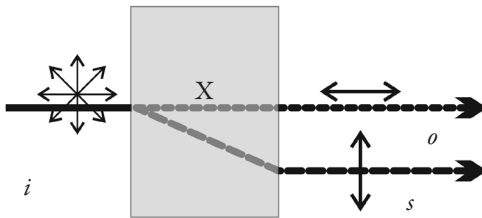
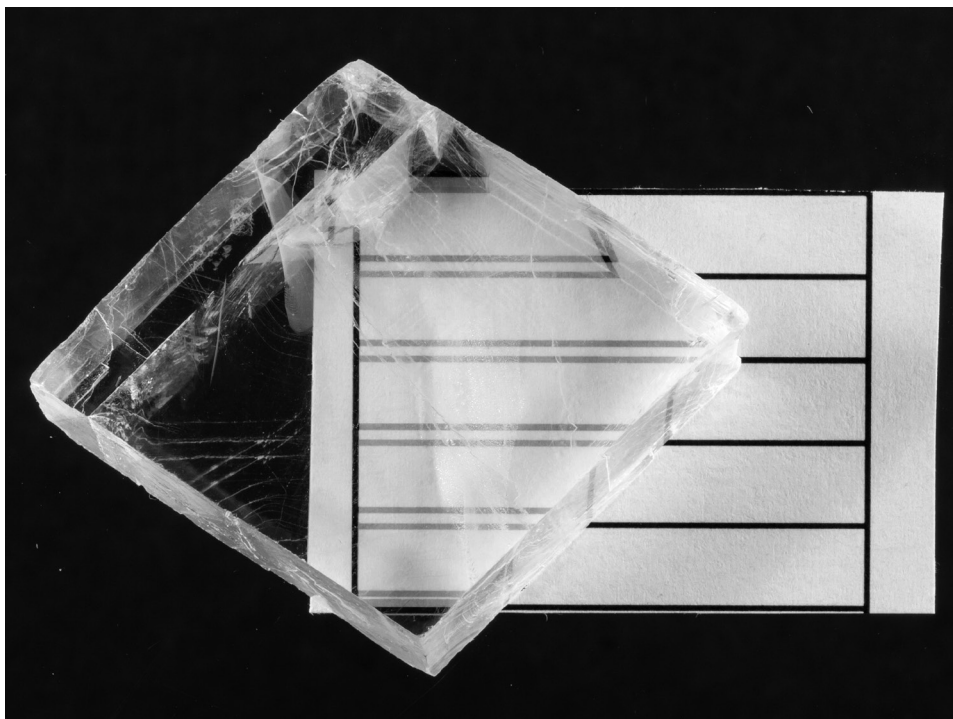


FIGURA 13

Cristallo di calcite trasparente incolore (il cosiddetto “spato d’Islanda”). Si osservi lo sdoppiamento delle righe dell’etichetta sottostante, dovuto all’elevata birifrazione della calcite. La larghezza del cristallo è di 4 cm



Fonte: fotografia di Paolo Chistè, Università di Trento.

FIGURA 14

Micrografia al microscopio petrografico di una valva di bivalve (con ogni probabilità una cozza) vista in XPL. Si noti l'organizzazione della valva in due strati: quello esterno (in basso nella foto) è costituito da calcite in cristalli colonnari, quello interno (in alto) da cristalli laminari di aragonite arricchita di sostanza organica. Gruta da Figueira Brava, Portogallo. La scala è pari a 1 mm

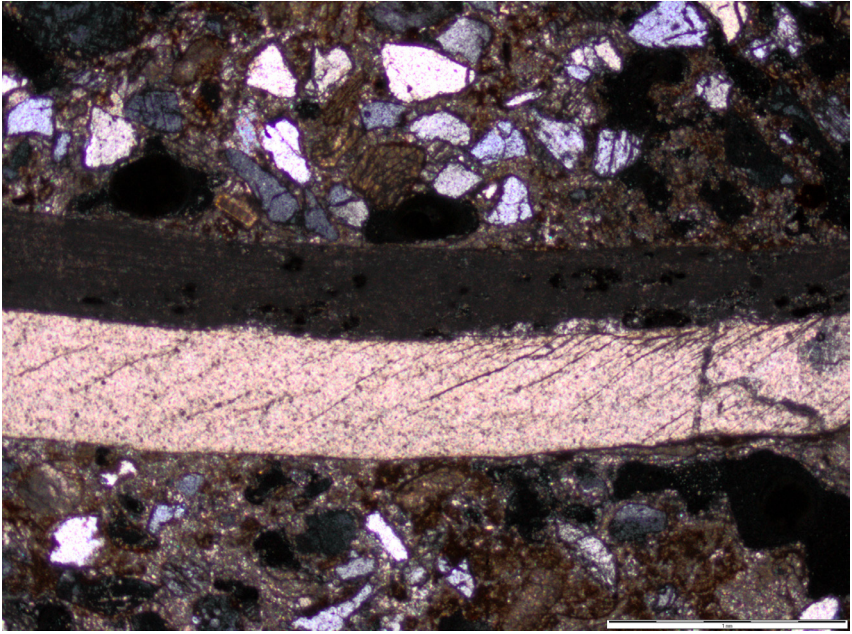


FIGURA 15

Raffigurazione schematica semplificata delle microstrutture cristalline del tetraedro della silice e dell'ottaedro dell'idrossido. Sono riportate le misure in nm della cella cristallina

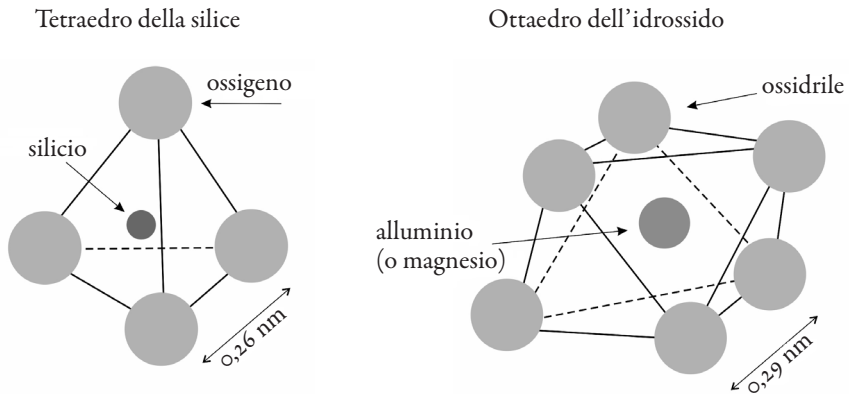


FIGURA 16

Cristallo di olivina in una roccia basaltica. Timanfaya, Lanzarote, isole Canarie, Spagna. La scala misura 5 cm

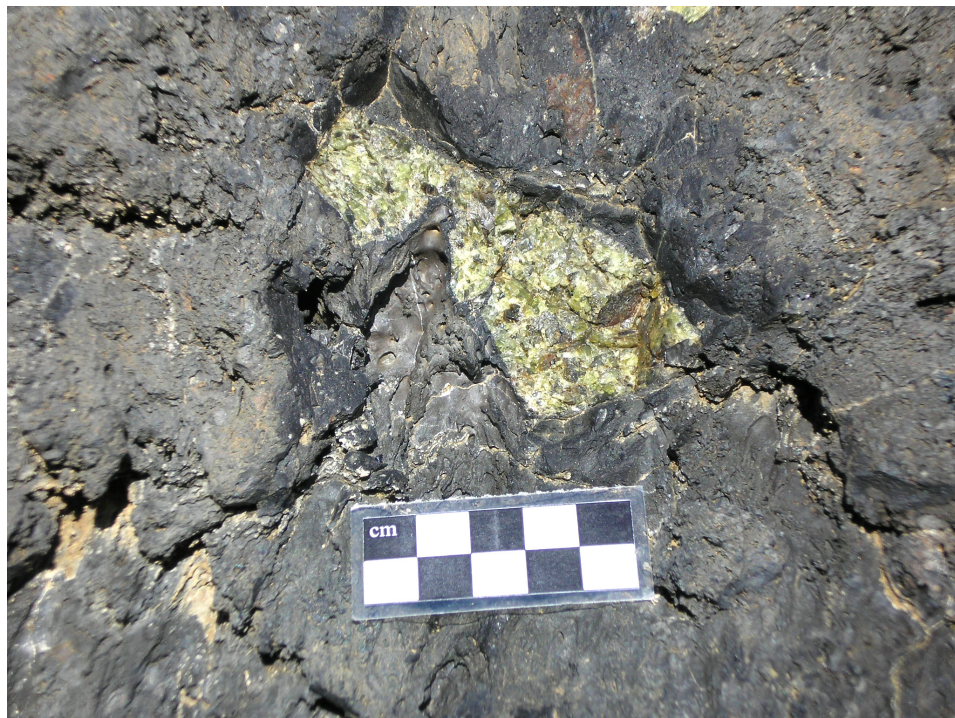


FIGURA 17

Fenocristalli di feldspato potassico in un porfido. Capo d'Enfola, isola d'Elba (LI). La scala misura 5 cm



FIGURA 18

Micrografia al microscopio petrografico di un cristallo di muscovite (al centro dell'immagine) visto in XPL; si noti l'aspetto lamellare e la sfaldatura in piani paralleli all'asse maggiore del cristallo. La muscovite mostra il colore d'interferenza, dato dall'osservazione in XPL; i cristalli più piccoli con colori d'interferenza vivaci (con tonalità gialle, verdi o azzurre) sono cristalli di mica (muscovite e biotite), mentre i cristalli bianchi e grigi sono quarzi e feldspati. Sito archeologico MZO51S, Val Poré, Mezzana (TN). La larghezza dell'immagine è di 4 mm

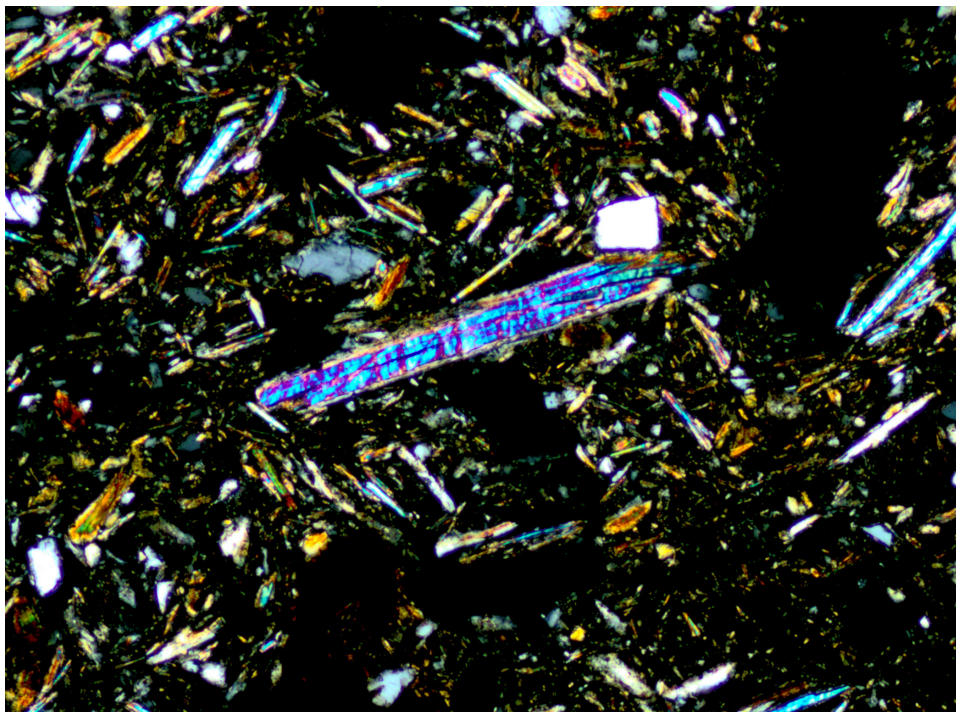


FIGURA 19

Micrografia al microscopio petrografico di un frammento di osso visto in XPL. Si riconosce la microstruttura dell'osso, vari osteoni e i cristalli di carbonato-idrossiapatite, con colore d'interferenza grigio scuro. Gruta da Oliveira, Almonda, Portogallo. La larghezza dell'immagine è di circa 4 mm (la scala in basso a destra equivale a 500 μm)

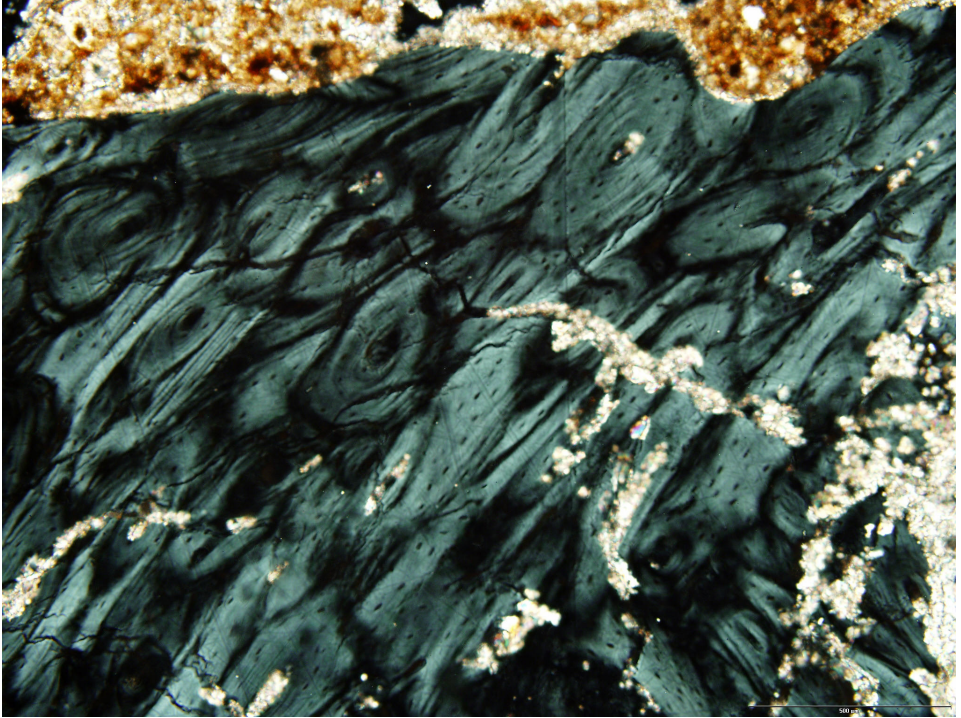
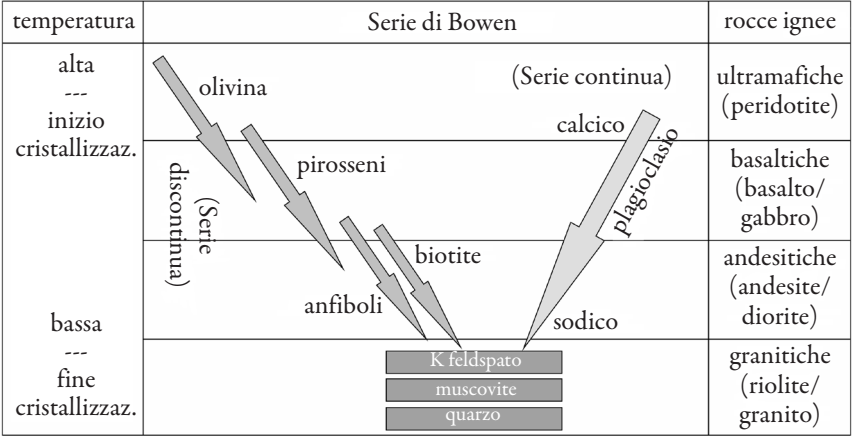


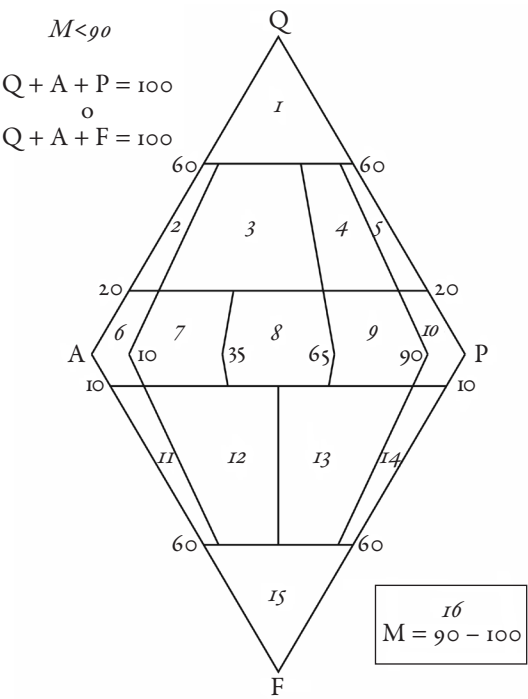
FIGURA 20

La serie di Bowen: a sinistra la serie discontinua, che vede la cristallizzazione, con il diminuire della temperatura, di olivine, pirosseni, anfiboli e biotite; a destra la serie continua, relativa ai plagioclasti, in cui si verifica una variazione graduale della composizione (da calcica a sodica); per ultimi cristallizzano i feldspati potassici, la muscovite e il quarzo. Nella colonna a destra le corrispondenti rocce ignee



Fonte: disegno dell'autore, rielaborato da immagini con licenza Creative Commons CC-BY-4.0 (cfr. en.wikipedia.org/wiki/Bowen%27s_reaction_series; ultima consultazione il 31 ottobre 2021).

FIGURA 21
Il doppio triangolo di Streckeisen (per dettagli e per la denominazione dei campi, cfr. riquadro 3.1)



Fonte: disegno dell'autore, rielaborato da immagini con licenza Creative Commons CC-BY-4.0 (cfr. en.wikipedia.org/wiki/QAPF_diagram; ultima consultazione il 31 ottobre 2021).

FIGURA 22

Granito. La superficie lucidata permette di apprezzare la grana della roccia intrusiva con minerali visibili a occhio nudo; i cristalli di colore bianco e rosa tenue sono feldspati, quelli scuri anfiboli e quelli apparentemente grigi (in realtà incolori) sono cristalli di quarzo. La scala misura 10 cm

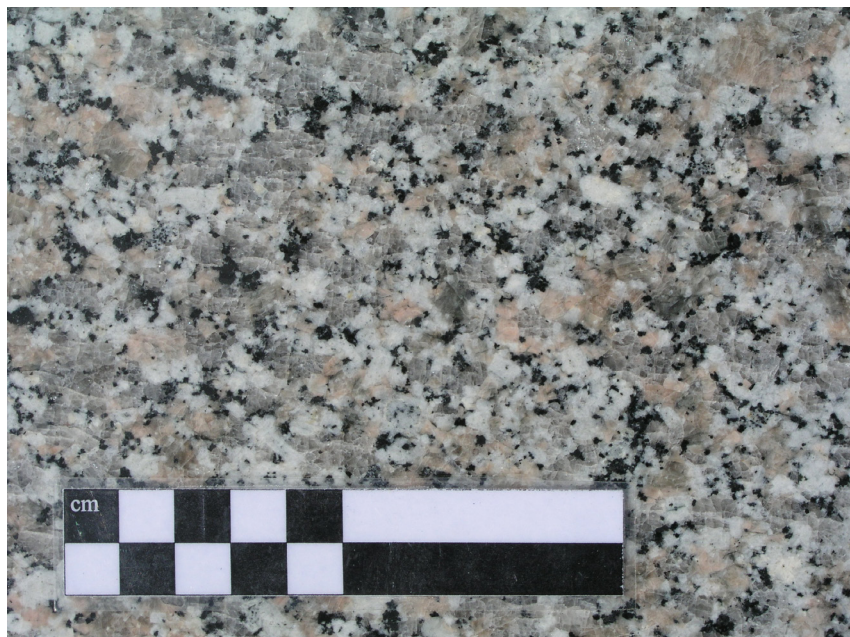


FIGURA 23

Granito, superficie naturale. Si tratta del granito di Cima d'Asta (TN), a grana media e con composizione già prossima a quella della granodiorite, in cui risaltano i grandi cristalli di feldspato potassico di colore bianco. La scala misura 10 cm



FIGURA 24

Tonalite, superficie naturale. L'aspetto "sale e pepe", dato dalla presenza di plagioclasio (cristalli bianchi) e di orneblenda e biotite (cristalli scuri), è caratteristico di questa roccia; si noti lo xenolite in alto a sinistra. Val di Genova, Gruppo Adamello-Presanella (TN). La larghezza dell'affioramento visibile nell'immagine è di circa 30 cm



FIGURA 25

Sienite a feldspati alcalini (detta anche larvikite) in superficie lucidata, che permette di apprezzare l'aspetto caratteristico dato dalla labradorescenza. Geopark Steinpark, Rosendal, Norvegia. La scala misura 10 cm

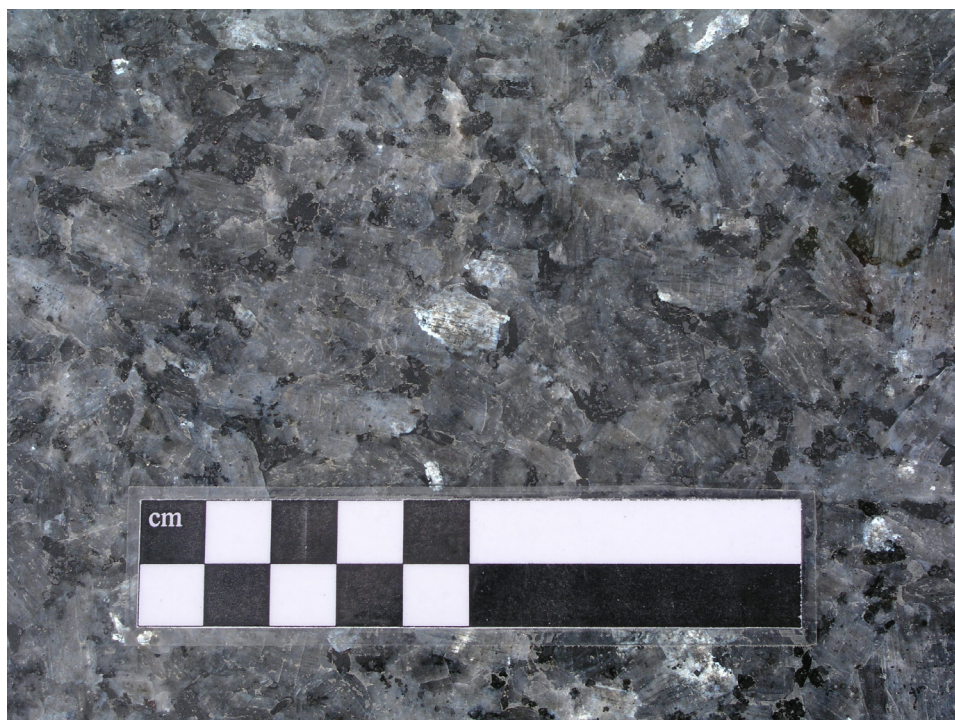


FIGURA 26

Esempio di roccia a tessitura porfirica; si notino i fenocristalli (principalmente feldspati potassici e alcuni quarzi, più piccoli) imballati nella massa di fondo a grana fine, di colore grigio giallastro. Capo d'Enfola, isola d'Elba (LI). La scala misura 5 cm

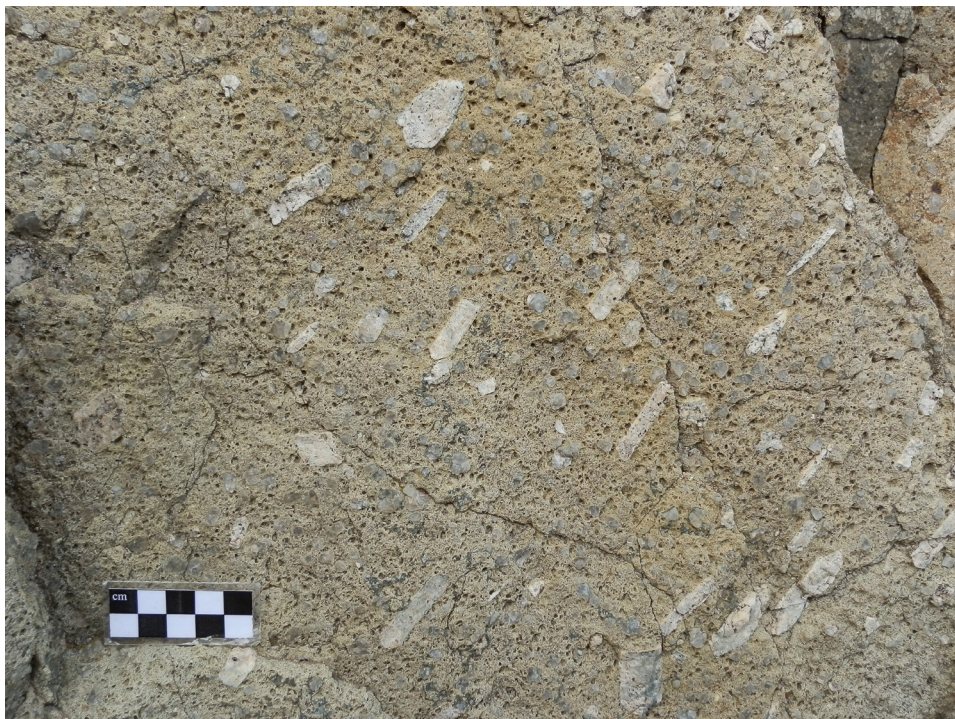


FIGURA 27

Basalto; dettaglio da una colata lavica pleistocenica del vulcano Teide, Tenerife, isole Canarie, Spagna. La scala misura 10 cm

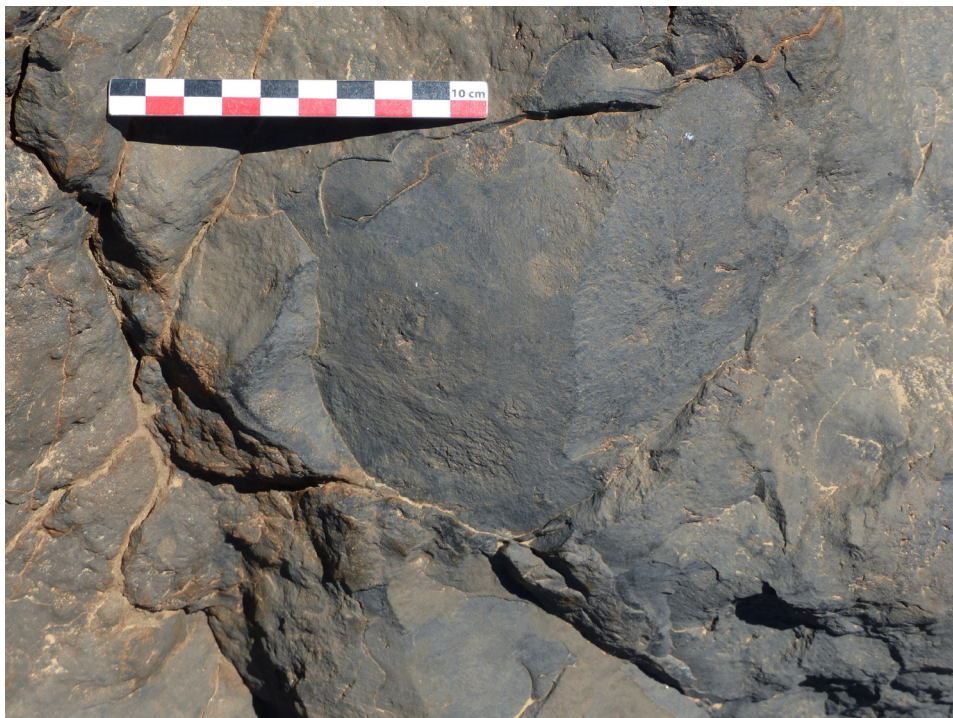


FIGURA 28

Affioramento di basalti colonnari; si noti l'organizzazione prismatica originata durante il raffreddamento della roccia. Penedo de Lexim, Mafra, Portogallo. L'affioramento misura una decina di metri d'altezza



FIGURA 29

Grande blocco di ossidiana in affioramento. Isola di Lipari (ME). La scala è indicata dal martello appoggiato sul blocco



FIGURA 30

Ossidiana in affioramento (dettaglio della FIG. 29); si noti l'aspetto vetroso e la frattura concoide. Isola di Lipari (ME)



FIGURA 31

Pomici in un affioramento di piroclastiti pleistoceniche del vulcano Teide, Tenerife, isole Canarie, Spagna. La scala misura 10 cm



FIGURA 32

Affioramento di lave a *pillows*; si tratta di lave basaltiche del complesso vulcanico di Lisbona, presso Mafra, Portogallo. La scala misura 10 cm



FIGURA 33

Filone basaltico intruso in una successione piroclastica; si noti la fascia di rubefazione al contatto tra il filone e la roccia incassante, dovuta all'alterazione termica al momento dell'iniezione del magma ancora fuso. La Gomera, isole Canarie, Spagna



FIGURA 34
Peliti in affioramento; si noti la stratificazione fitta, in strati millimetrici. Qarat Kibrit, Oman.
La scala misura 20 cm



FIGURA 35

Micrografia al microscopio petrografico di un'arenaria vista in XPL. La roccia è formata da clasti tra 100 e 500 μm circa, nella maggior parte di composizione calcarea, con subordinati grani silicoclastici (quarzo, feldspati e altri silicati) e occasionali granuli di gesso (come il cristallo grigio screziato nel lato destro dell'immagine). Rambla Perea, Murcia, Spagna (cfr. Angelucci *et al.*, 2018). La scala in basso a destra misura 1 mm

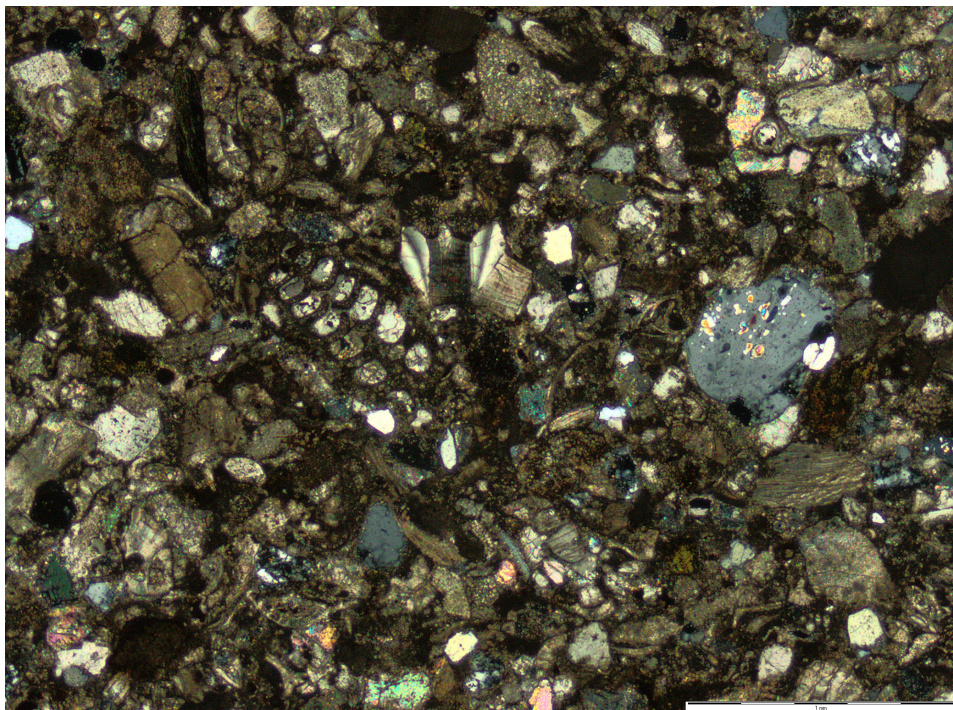


FIGURA 36

Arenaria in affioramento. Sopra la scala metrica, uno strato di arenaria con gradazione normale passante da arenaria grossolana a fine; sotto la scala, un *set* di arenarie fini e molto fini laminate (l'insieme fa parte di una sequenza di torbiditi). Presso Nizwa, Oman. La scala misura 20 cm



FIGURA 37

Colonna costituita da conglomerato poligenico ben arrotondato (“puddinga”). Palazzo di Carlo v (Carlo I di Spagna), Alhambra, Granada, Spagna. La colonna è larga circa 40 cm



FIGURA 38

Breccia cementata formata da elementi calcarei angolosi a cui si aggiunge un frammento di selce nel lato destro del campione. Deposito di versante di età quaternaria cementato da carbonato di calcio. Presso Adam, Oman. La scala misura 20 cm



FIGURA 39

Calcare in affioramento. Si riconoscono due formazioni geologiche: sopra, il Rosso Ammonitico Veronese, di colore rosato e con stratificazione fitta ben riconoscibile; sotto, i cosiddetti “Calcari oolitici di S. Vigilio”, bianco-grigiastri e con stratificazione meno visibile. Ponte di Veia, monti Lessini (VR). La parete è alta una ventina di metri



FIGURA 40

Dettaglio di calcare nummulitico. Isola di Pag/Pago, Croazia. La scala misura 5 cm



FIGURA 41

Lastra di calcare fossilifero, parte del basolato di una mulattiera di età medievale nelle vicinanze di Arco (TN); le tracce visibili sulla lastra sono resti di molluschi. La scala misura 10 cm



FIGURA 42

Esempio di calcare biocostruito, formato da una colonia di bivalvi cresciuta al bordo di una piana di marea attuale. Ra's al-Hadd, Oman. La scala misura 20 cm



FIGURA 43

Calcari nodulari della formazione del Rosso Ammonitico Veronese. Si noti la struttura nodulare e la variabilità cromatica della formazione, che assume colori diversi anche in uno stesso strato. Cave di Pila, Villamontagna (TN)



FIGURA 44

Dettaglio del pavimento della basilica di S. Donato a Murano (VE); molte delle rocce visibili nell'immagine sono frammenti di calcare. Il lato dell'immagine misura circa 30 cm



FIGURA 45

Dolomia in affioramento; si noti l'aspetto massiccio, la stratificazione indistinta e la morfologia ruuiniforme della parte alta del versante. Laghi (VI)



FIGURA 46

Micrografia al microscopio petrografico di una calcarenite vista in PPL. È un frammento dei cosiddetti “Calcari oolitici di S. Vigilio” proveniente dal Riparo Cornafessa, monti Lessini, Ala (TN). La roccia include particelle di vario tipo (tra queste molti ooliti e qualche frammento di fossile) con dimensione media tra 400 e 600 μm , imballate in un cemento composto da sparite. La larghezza dell’immagine è di circa 2 cm

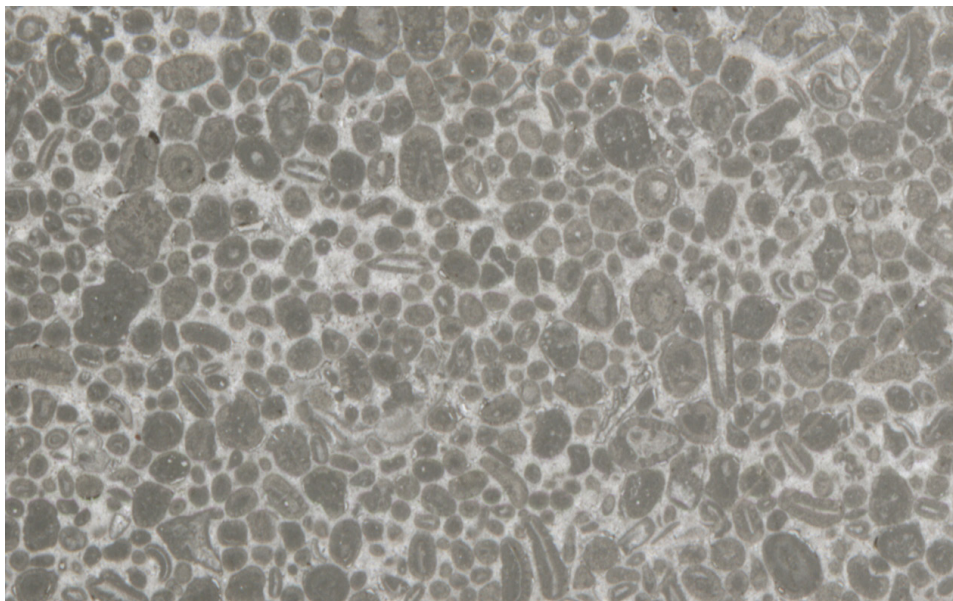


FIGURA 47

Micrografia al microscopio petrografico di un calcare micritico in XPL. La parte di colore grigio è formata da cristalli micritici quasi non risolubili al microscopio, mentre la vena che attraversa il frammento è costituita da sparite con cristalli di dimensione nell'ordine delle decine di μm . Gruta da Oliveira, Almonda, Portogallo. La scala in basso a destra misura 1 mm

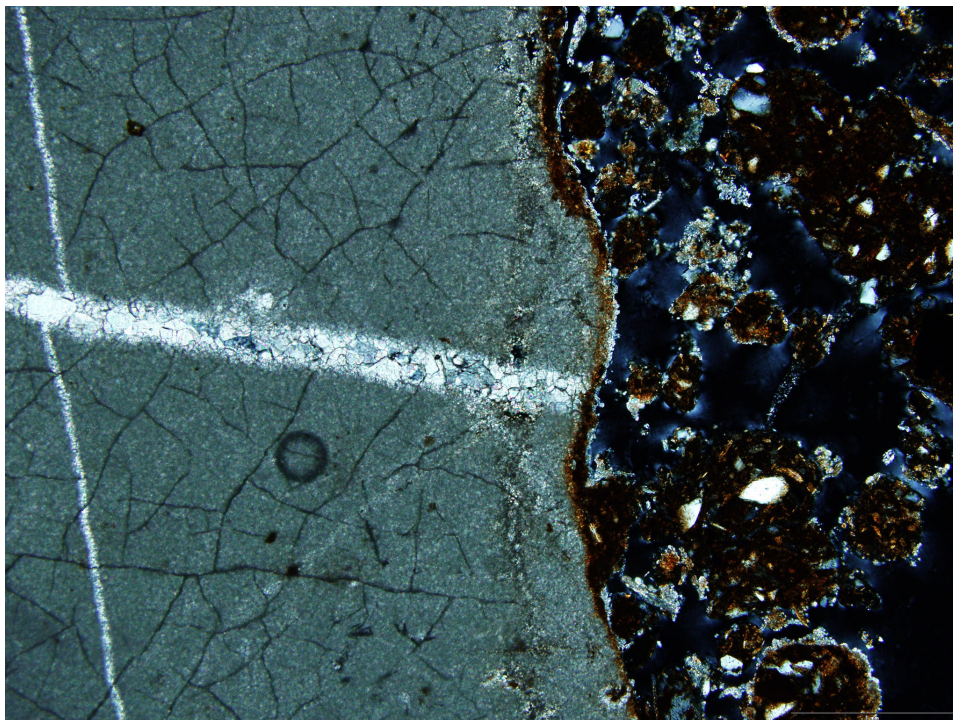


FIGURA 48

Affioramento di marna; si noti la stratificazione, il colore grigio uniforme e l'erosibilità della roccia che origina forme d'erosione note come calanchi. Piana Crixia (sv). La scarpata nell'immagine è alta poche decine di metri



FIGURA 49

Calcare evaporitico continentale (“alabastro”) in affioramento; si noti l’aspetto traslucido, quasi diafano, della roccia. Fiume Francolí presso Vilavert, Tarragona, Catalogna; l’immagine è un dettaglio della FIG. 56



FIGURA 50

Tufo calcareo (detto comunemente “travertino”) in affioramento; si noti anche l’elevata porosità. Wadi Shuwaimiah, Shalim, Oman. La scala misura 20 cm



FIGURA 51

Micrografia al microscopio petrografico di un manufatto in selce visto in XPL. L'oggetto (al centro dell'immagine) è composto da quarzo microcristallino in cristalli di dimensione fino alle poche decine di μm . Si tratta di una selce di qualità discreta per la scheggiatura grazie alla tessitura fine (cfr. Angelucci, 2010). Sito preistorico di Lugo di Grezzana (VR)

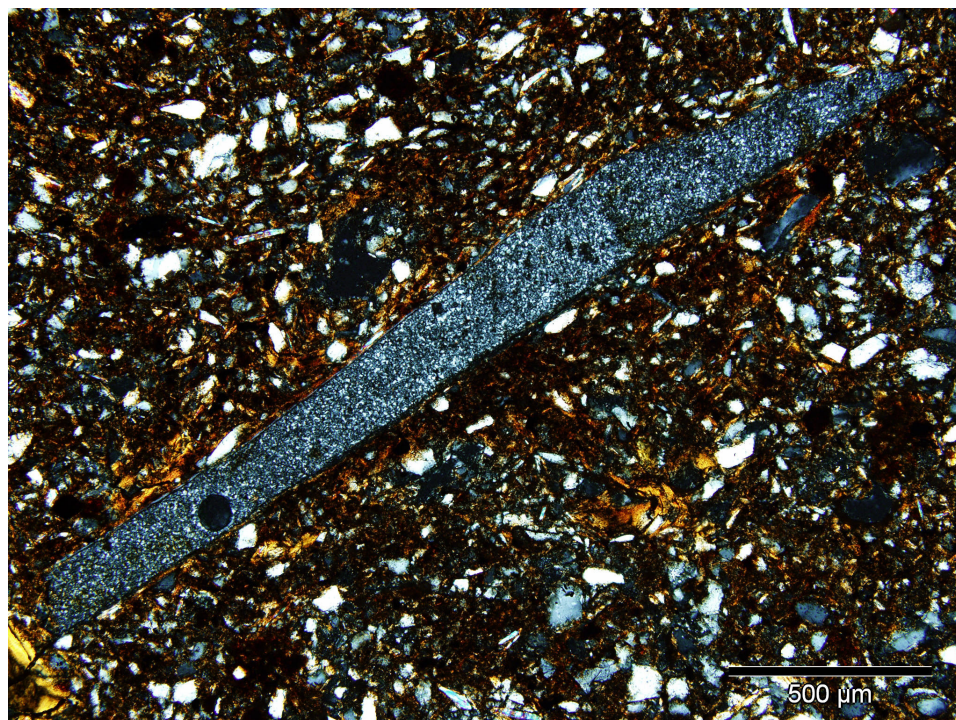


FIGURA 52

Affioramento di selce stratificata nelle vicinanze di Nizwa, Oman



FIGURA 53

Nodulo di selce incluso in un masso calcareo proveniente dai cosiddetti “Calcari oolitici di S. Vigilio”. Marocche di Dro (TN). Il diametro del nodulo è circa 8 cm



FIGURA 54

Lista stratiforme di selce in calcare mesozoico, facente parte di un concio del muro del Monastero di S. Pietro in Lamosa, Provaglio d'Iseo (BS). La scala misura 5 cm



FIGURA 55

Diaspro in affioramento. Cava preistorica di Valle Lagorara, Maissana (sp)



Fonte: fotografia gentilmente concessa da Fabio Negrino.

FIGURA 56

Affioramento di gessi miocenici alternati a calcari; la roccia gessosa corrisponde alla parte centrale dell'affioramento, di colore rosso con screziature bianche; sotto i gessi affiora uno strato di calcare evaporitico (cfr. FIG. 49). Fiume Francolí presso Vilavert, Tarragona, Catalogna. L'altezza dell'affioramento è di circa 4 m



FIGURA 57

Affioramento di torba estratta per la produzione di combustibile. Isola di Yell, Shetland, Scozia



FIGURA 58

Ciottolo di ambra dall'isola di Rügen, nel mar Baltico, Germania. Il campione ha un diametro di circa 3 cm



Fonte: fotografia di Paolo Chistè, Università di Trento.

FIGURA 59

Parete modellata in rocce piroclastiche, con stratificazione evidente; la parete è alta un centinaio di metri. Teguerquenche, la Gomera, isole Canarie, Spagna

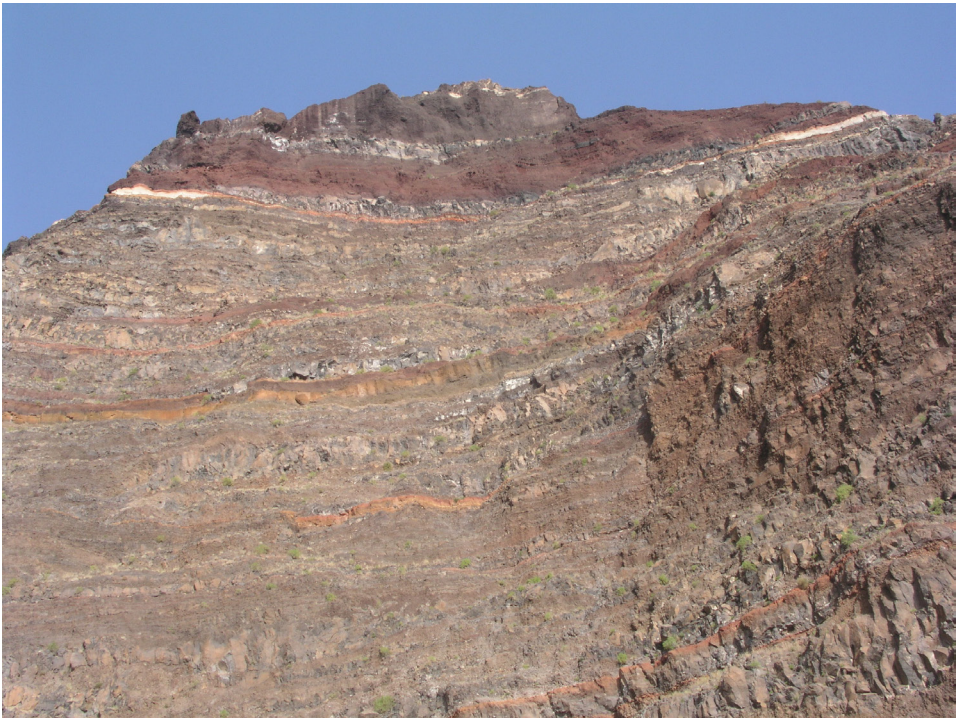


FIGURA 60

Sezione aperta in una successione di piroclastiti di caduta diretta ben stratificate, principalmente lapilliti, parte dell'affioramento denominato “la Tarta” (“la torta”), Tenerife, isole Canarie, Spagna. La parete è alta circa 5 m



FIGURA 61

Dettaglio di un tufo vulcanico quaternario a Sopraripa di Sovana (GR); si noti l'aspetto simile a quello delle rocce sedimentarie di tipo clastico. La scala misura 5 cm



FIGURA 62

Lapillite formata da lapilli con buona selezione dimensionale. Ponta de São Lourenço, isola di Madeira, Portogallo



FIGURA 63

Tufo-breccia, con elementi grossolani (tra questi alcune bombe vulcaniche) imballati in matrice fine formata da cenere vulcanica. Agando, la Gomera, isole Canarie, Spagna. La larghezza dell'affioramento visibile nell'immagine è di circa 80 cm



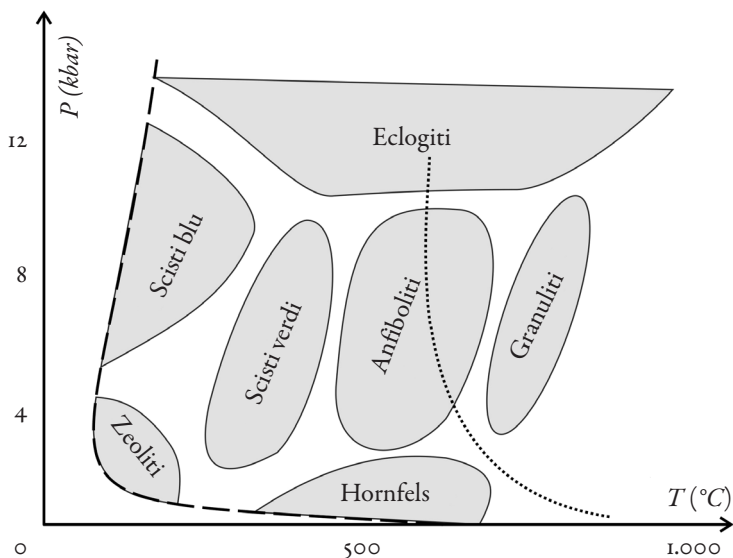
FIGURA 64

Molte tombe o necropoli etrusche sono scavate in piroclastiti quaternarie (tufi o tufo-brecce), tra queste la Tomba Ildebranda, presso Sorano (GR)



FIGURA 65

Ambiti indicativi di pressione (P, in kbar) e temperatura (T, in °C) delle facies metamorfiche. La linea tratteggiata indica le condizioni di pressione e temperatura di inizio metamorfismo; la linea puntinata rappresenta la curva d'inizio fusione del granito in presenza di acqua



Fonte: Casati (1985, p. 58, fig. 3.37).

FIGURA 66

Esemplificazione dell'orientamento preferenziale delle rocce metamorfiche sottoposte a pressione orientata: la roccia nell'immagine è una breccia calcarea metamorfosata, i cui clasti si sono allineati e "schiacciati" lungo una direzione preferenziale. Successione metamorfica di Punta Bianca, Montemarcello (SP). La scala misura 5 cm



FIGURA 67

Un piano di scistosità all'interno di un paragneiss. Si noti l'allineamento dei minerali a struttura lamellare (in questo caso miche) che contribuiscono a definire un piano all'interno della roccia. Val Poré, Mezzana (TN). La scala misura 10 cm



FIGURA 68

Una capanna di pastori ormai crollata, edificata con lastre di micascisto e paragneiss: si noti la forma tabulare e appiattita delle pietre, controllata dalla scistosità della roccia metamorfica, che agevola la costruzione di strutture in pietra a secco di questo tipo. Sito MZ005S, Val Poré, Mezzana (TN); cfr. Angelucci, Carrer, 2015. La lunghezza della palina è di 140 cm



FIGURA 69

Filladi in affioramento, con scistosità ben marcata (in orizzontale nella foto). Odemira, Portogallo. La scala misura 10 cm



FIGURA 70

Gneiss in affioramento; si noti la caratteristica struttura del litotipo. Val Sorgazza, Cima d'Asta (TN). La scala misura 10 cm



FIGURA 71

Gneiss occhiadino. Ollaberry, Shetland, Scozia. La scala misura 10 cm

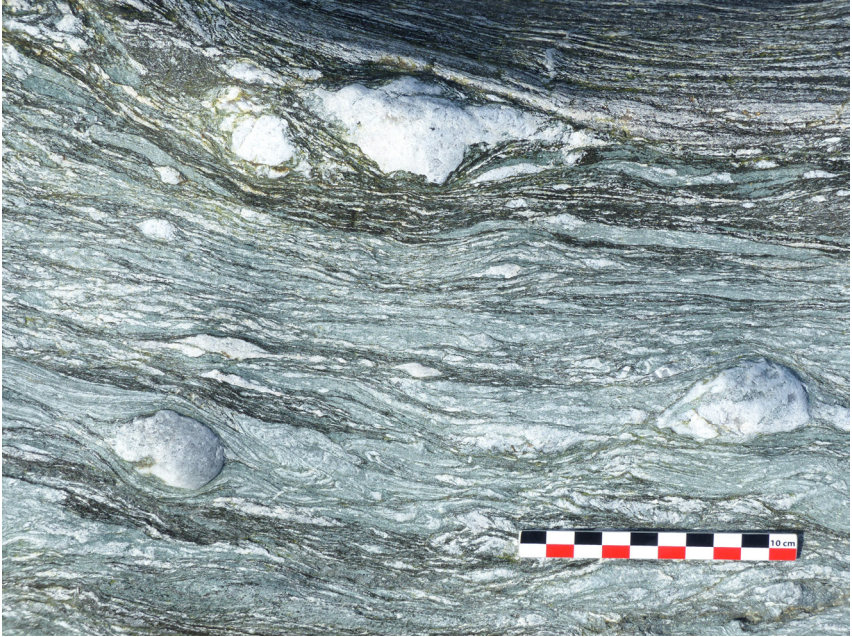


FIGURA 72

Anfibolite in affioramento. Val Casina, val di Sole (TN). La scala è lunga 8 cm



FIGURA 73

Cloritoscisto, superficie naturale. Il campione, donato dai fratelli Ferrari di Pont St. Martin (AO), è stato estratto da blocchi di frana derivanti dalle unità ofiolitiche della cosiddetta “Zona Piemontese”. Il litotipo viene lavorato per la produzione di stufe e oggetti in pietra ollare. La scala misura 10 cm



FIGURA 74

Marmo venato in lastra lucidata. Vila Viçosa, Portogallo. La larghezza dell'oggetto fotografato è di circa 30 cm



FIGURA 75

Micrografia al microscopio petrografico, in XPL, di un manufatto litico in quarzite composta da cristalli quasi equidimensionali di quarzo. Sito preistorico di Barca do Xarez de Baixo, Alentejo, Portogallo. La larghezza dell'immagine è di 5,8 mm

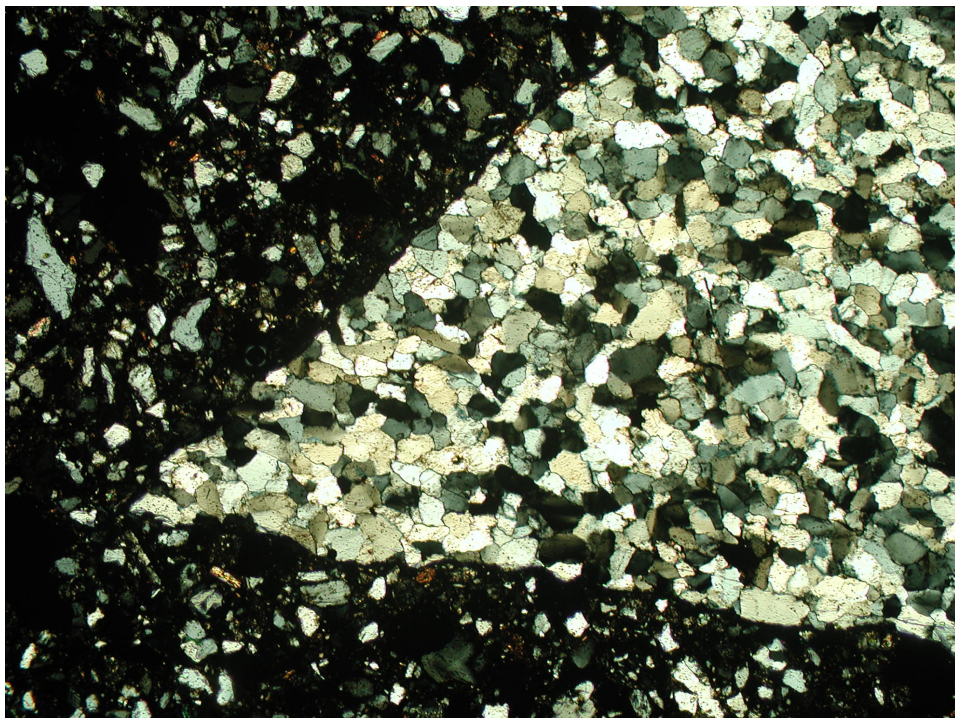


FIGURA 76

Migmatite, superficie lucidata. Geopark Steinpark, Rosendal, Norvegia. La scala misura 5 cm

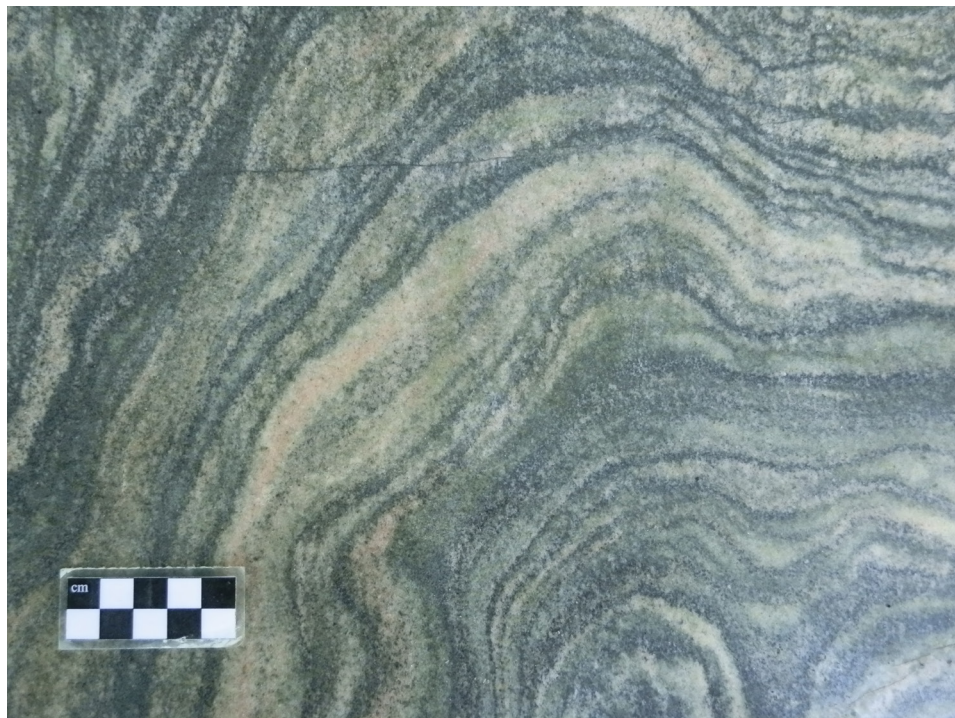


FIGURA 77

Esempio di sedimento clastico: ghiaia fine poligenica, composta da ciottoli arrotondati di dimensione pluricentricimetrica. Spiaggia fossile di età pleistocenica lungo la costa dell'isola di Rodi, Grecia

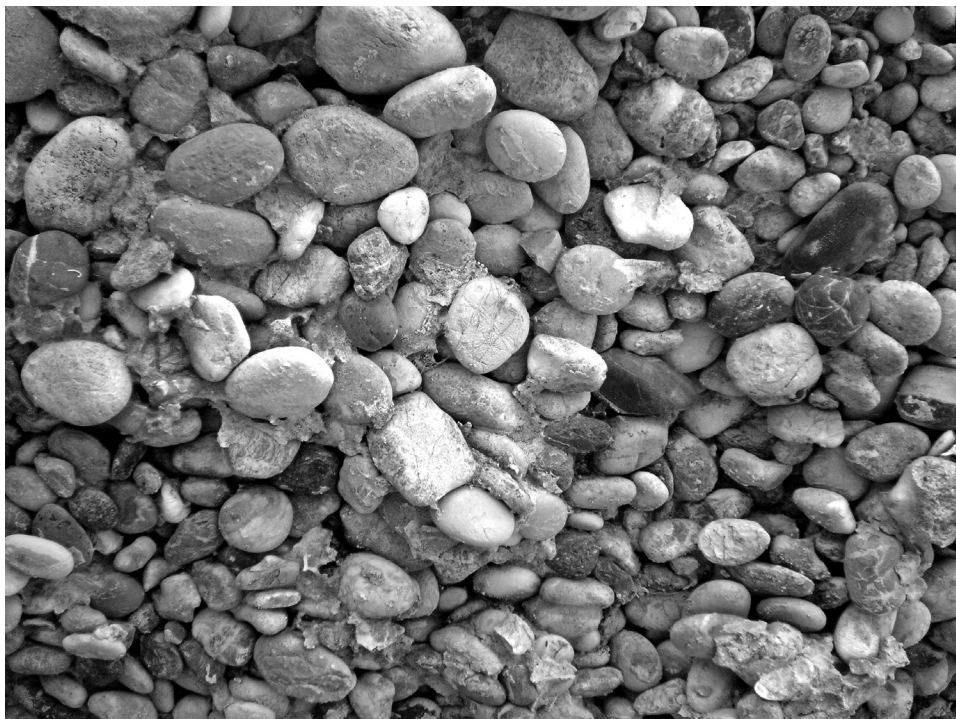


FIGURA 78

Esemplificazione del termoclastismo: un nodulo di selce esposto lungo un versante, frantumato dall'ingente escursione termica dell'ambiente desertico. Jebel Saffan, Ra's al-Jins, Oman. La scala misura 20 cm



FIGURA 79

Placchette gelive in una falda detritica stratificata pleistocenica. Cona, Sant'Anna d'Alfaedo, monti Lessini (VR). La scala misura 10 cm



FIGURA 80

Convoluzioni da gelo nell'orizzonte A di un suolo sepolto in loess pleistocenico. Cava di Rocourt, Belgio



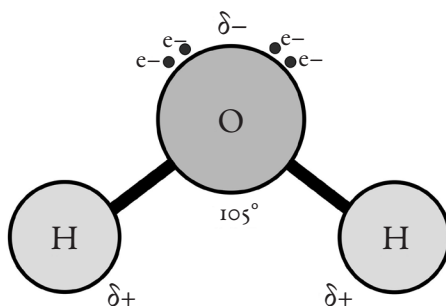
FIGURA 81

Un profilo di vertisuolo durante la stagione secca: si notino le profonde fessure vertiche aperte e l'omogeneità del profilo, che indica l'attuarsi di processi di rimescolamento. L'immagine documenta la porzione sommitale della successione del sito preistorico di Collecchio-Tangenziale (PR); cfr. FIG. 137. Lo spessore visibile nell'immagine è di circa 60 cm



FIGURA 82

Schematizzazione semplificata della molecola dell'acqua. Si tratta di una molecola polare, dove si verifica uno sbilanciamento di cariche elettriche (pur mantenendo la complessiva neutralità della molecola). L'ossigeno possiede due coppie di elettroni "liberi" che non possono combinarsi con l'idrogeno e che respingono gli elettroni di legame H-O-H, formando così un angolo di circa 105° ; ciò determina la presenza di una carica parziale negativa vicino all'atomo di ossigeno e di una positiva presso gli atomi di idrogeno. In tal modo la molecola, avvicinandosi a una sostanza dove vi siano cariche elettriche superficiali (come molti minerali) può ruotare e incunearsi all'interno della cella cristallina, provocandone la rottura ("lisi")



Fonte: disegno dell'autore, rielaborato e modificato a partire da immagini con licenza Creative Commons CC-BY-SA-3.0 (cfr. en.wikipedia.org/wiki/Properties_of_water; ultima consultazione il 31 ottobre 2021).

FIGURA 83

Schematizzazione dell'erosione da impatto, determinata dalle gocce di pioggia su terreno non coperto da vegetazione

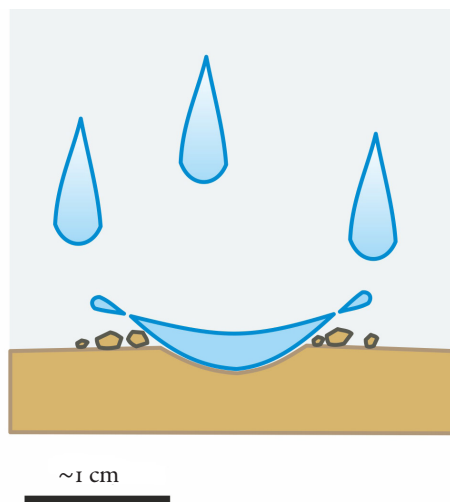


FIGURA 84

Versante soggetto a *rill erosion*. Praia do Meco, Sesimbra, Portogallo. La scarpata in fotografia è alta una decina di metri



FIGURA 85

Gully scavato in sedimenti clastici terziari relativamente teneri. Presso Lagoa de Albufeira, Alameda, Portogallo. La parete in fotografia è alta una decina di metri



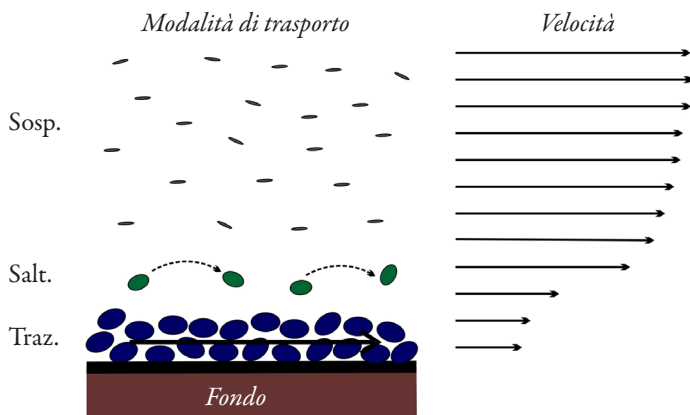
FIGURA 86

Badlands (calanchi) scavati in marne pleistoceniche (di colore bianco o giallastro; la parte sommitale rossastra corrisponde a un suolo sviluppato sulle marne). Barranco de Gebas, Mula, Spagna. I *gullies* nell'immagine sono profondi qualche decina di metri



FIGURA 87

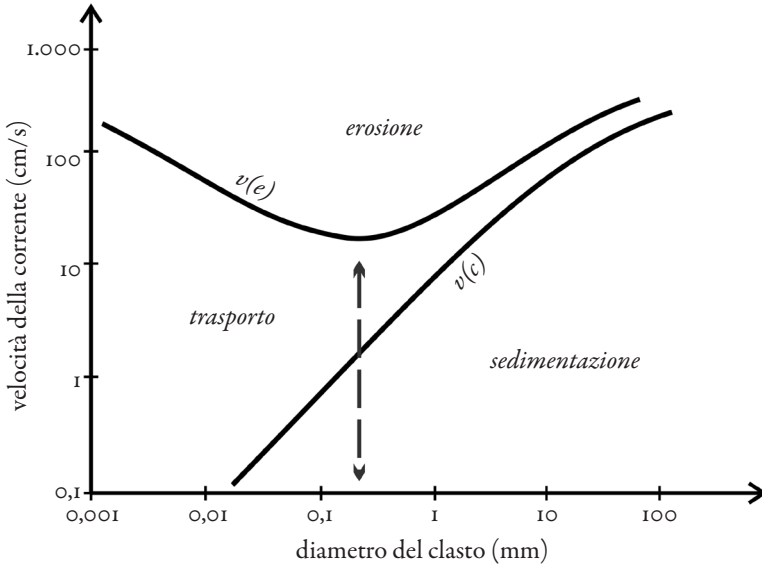
Rappresentazione schematica semplificata della modalità di trasporto delle particelle (a sinistra) e della distribuzione della velocità in una corrente trattiva (a destra). Sosp.: particelle trasportate in sospensione; Salt.: particelle trasportate per saltazione o per rotolamento; Traz.: tappeto di trazione



Fonte: elaborazione dell'autore su immagine da Ricci Lucchi (1980, vol. II, p. 22, fig. 10), © CLUEB 1980.

FIGURA 88

Il diagramma di Hjulström in versione semplificata. Il diagramma rappresenta la relazione tra la velocità media di una corrente (in ordinata, rappresentata in scala logaritmica) e le dimensioni dei clasti che possono essere erosi dal fondo e trasportati dalla corrente (in ascissa, in scala logaritmica). Per ulteriori dettagli si rimanda al testo. Si ricorda che la velocità di 1 m/s (100 cm/s nel grafico) equivale a 3,6 km/h



Fonte: disegno dell'autore rielaborato da immagini con licenza Creative Commons CC-BY-SA-3,0 (cfr. en.wikipedia.org/wiki/Hjulstr%C3%B6m_curve; ultima consultazione il 31 ottobre 2021).

FIGURA 89

Rappresentazione della granulometria di un sedimento mediante curva cumulativa. Il diagramma riporta in ascissa le dimensioni dei clasti in ordine decrescente (dal più grossolano al più fine) espresse secondo il parametro ϕ (in questo caso da -1 a 11, corrispondenti rispettivamente alle dimensioni di 2 mm e di $1/2.048$ di mm, cioè circa $0,25 \mu\text{m}$); in ordinata vengono riportate le percentuali cumulate. I dati indicano la granulometria di campioni dalla grotta della Ciota Ciara, Monte Fenera (VC), cfr. Angelucci *et al.* (2019)

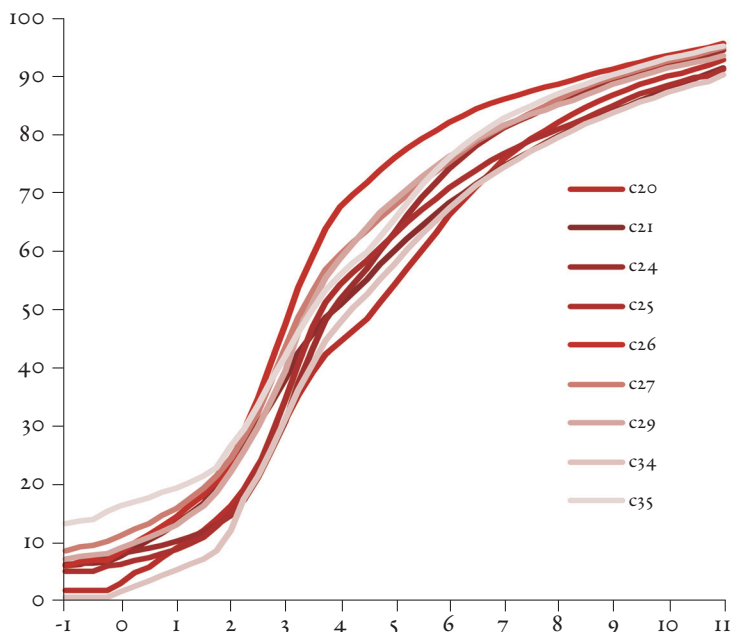


FIGURA 90

Esemplificazione schematica dell'arrotondamento dei clasti. Da sinistra verso destra: clasto angoloso, subangoloso, subarrotondato e ben arrotondato

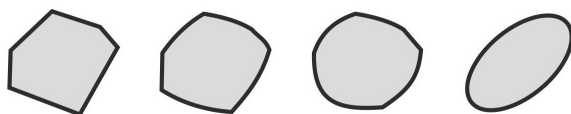


FIGURA 91

Ciottoli di spiaggia: si noti la prevalenza di forme discoidali o appiattite. Cala Violina, Follonica (GR). La dimensione dei ciottoli è nell'ordine dei centimetri



FIGURA 92

Un ventifact, clasto angoloso, sfaccettato e smerigliato dalla corrosione eolica. Qarat Kibrit, Adam, Oman. I lati del frammento misurano circa 10 cm



FIGURA 93

Sedimento ben selezionato: ghiaie fini ben arrotondate sulla superficie della spiaggia di Chesil Beach, Regno Unito. I ciottoli hanno una dimensione media di circa 1 cm



FIGURA 94

Sedimento mal selezionato: diamicton derivante da *debris-flow* (parte centrale e inferiore della sezione). Gola del Bletterbach, Aldino/Aldein (BZ). La scala nell'immagine misura 10 cm



FIGURA 95

Parte della sezione stratigrafica del deposito olocenico della grotta El Mirador (Atapuerca, Burgos, Spagna), composta prevalentemente da accumuli di stallatico combusti (cfr. Vergès *et al.*, 2002). Si noti la stratificazione archeologica cumuliforme, di elevata complessità geometrica e stratigrafica. La scala in figura misura 1 m

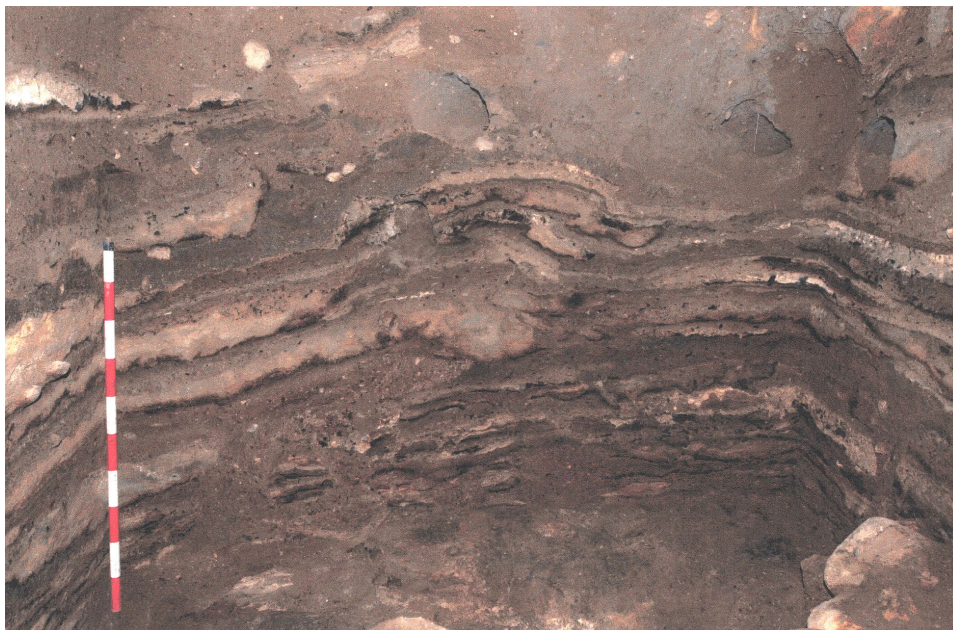
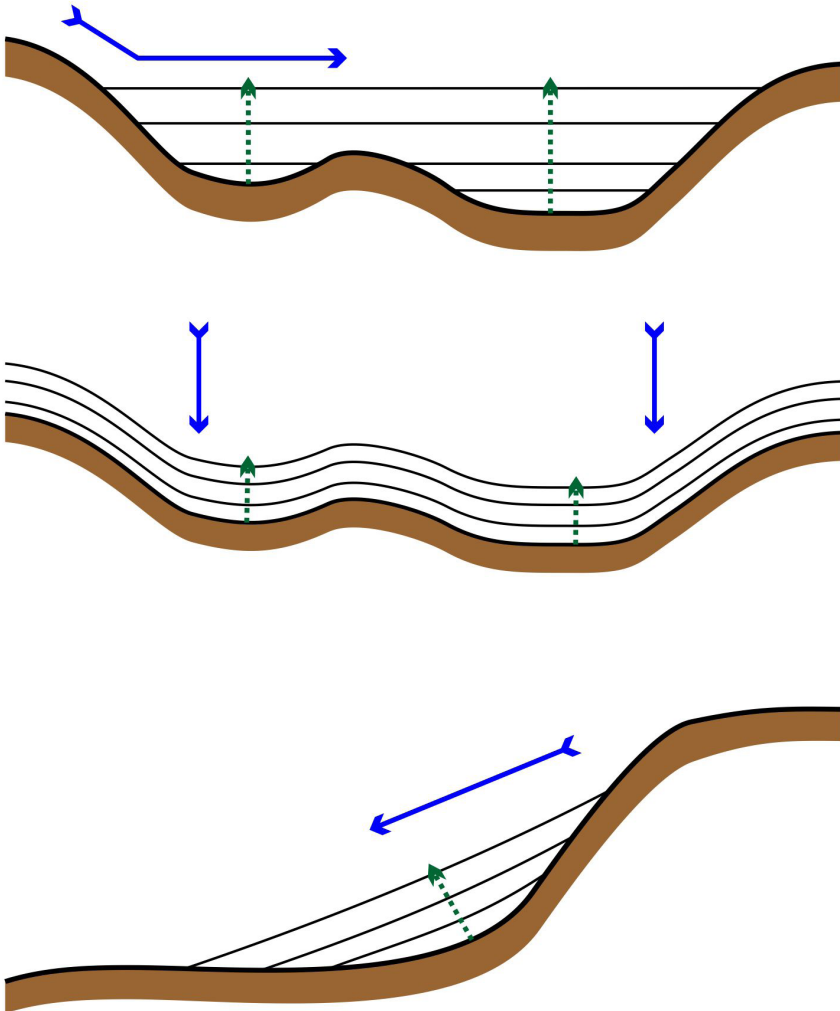


FIGURA 96

Esemplificazione schematica dell'assetto e dei principali tipi geometrici della stratificazione. In alto: stratificazione piana con attenuazione della topografia preesistente e accrezione verticale degli strati per trasporto orizzontale da parte di correnti. Al centro: stratificazione ondulata con adattamento alla topografia preesistente, accrezione verticale e giacitura a drappeggio per sedimentazione da decantazione. In basso: stratificazione inclinata formata da corpi lenticolari ad accrezione laterale per trasporto da corrente o per trasporto gravitativo lungo un pendio. Le frecce a tratto continuo indicano la direzione dell'agente sedimentario; le frecce punteggiate la direzione dell'accrezione



Fonte: elaborazione dell'autore a partire da Ricci Lucchi (1980, vol. II, p. 22, fig. 10), © CLUEB 1980.

FIGURA 97

Stratificazione fitta in strati tabulari orizzontali, di spessore pluricentricimetrico e decimetrico, con alternanza tra calcari e marne. Wadi Shuwaimiah, Shalim, Oman

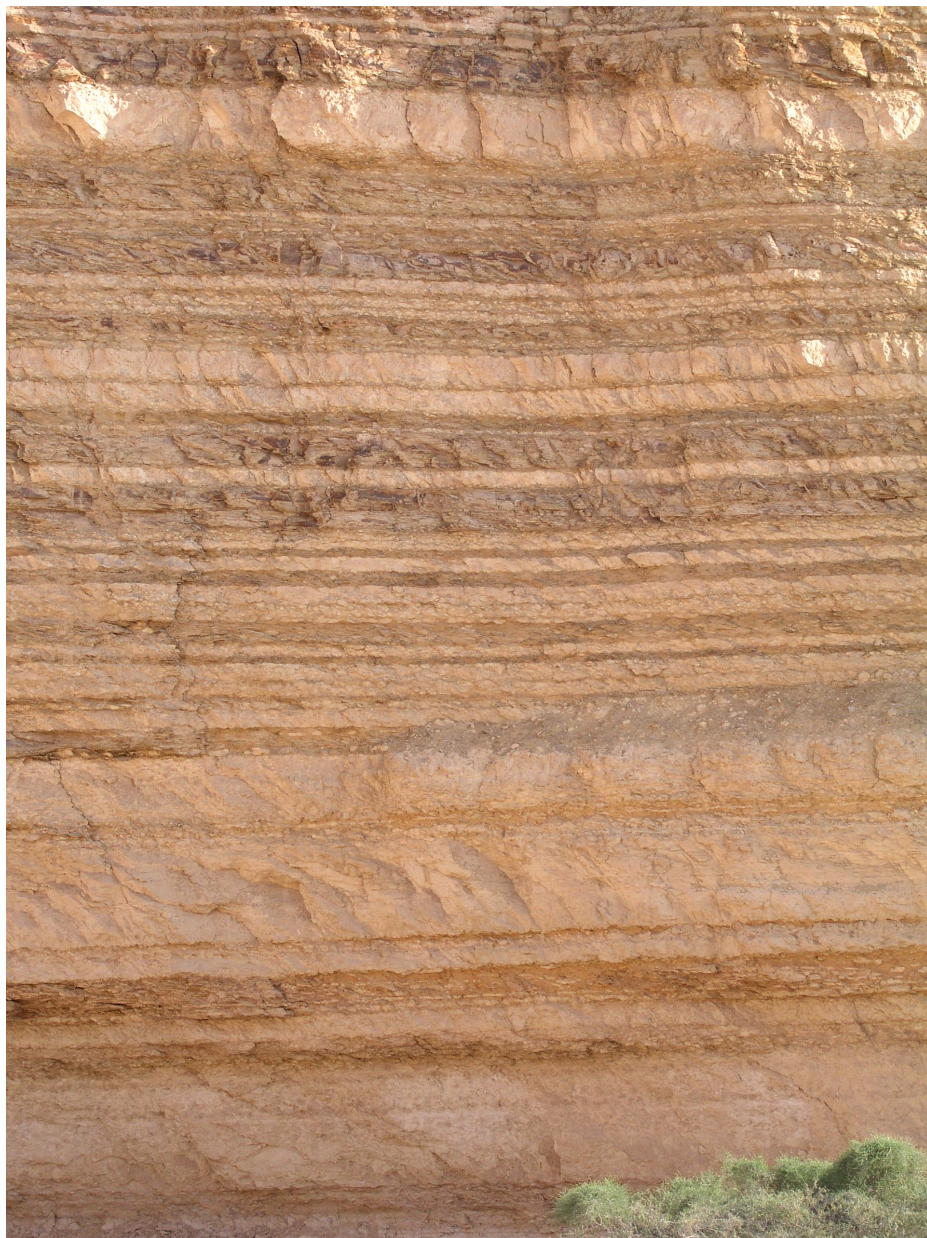


FIGURA 98

Esempio di strato lenticolare: canale riempito da ghiaie poco selezionate in sedimenti terrigeni terziari, tagliato in direzione perpendicolare rispetto al suo asse principale. Presso Rio de Onor, Bragança, Portogallo. La scala misura 1 m



FIGURA 99

Esempio di strato cuneiforme: lo strato di sabbia gialla nella parte bassa della sezione è delimitato da superfici piane convergenti che ne determinano la chiusura per assottigliamento verso sinistra. Sedimenti di conoide pliocenico presso Cuesta de Galifa, Murcia, Spagna



FIGURA 100

Esempio di discontinuità stratigrafica: i depositi di ghiaia quaternari (sopra, di colore giallastro) si sono accumulati su una superficie d'erosione naturale tagliata in rocce metamorfiche mesozoiche (sotto, di colore grigio-verdastro). Tra il sedimento e la roccia si ha una lacuna cronologica di circa 200 milioni di anni. Valle del Samariniotikos, Grecia. Il braccio verticale del metro in foto è lungo 1 m



FIGURA 101

Esempio di discontinuità stratigrafica caratterizzata da discordanza angolare: la successione superiore di colore giallastro è sub-orizzontale, mentre l'inferiore, rossastra, giace con un'inclinazione di una decina di gradi verso il lato sinistro dell'immagine. Presso Filim, Oman

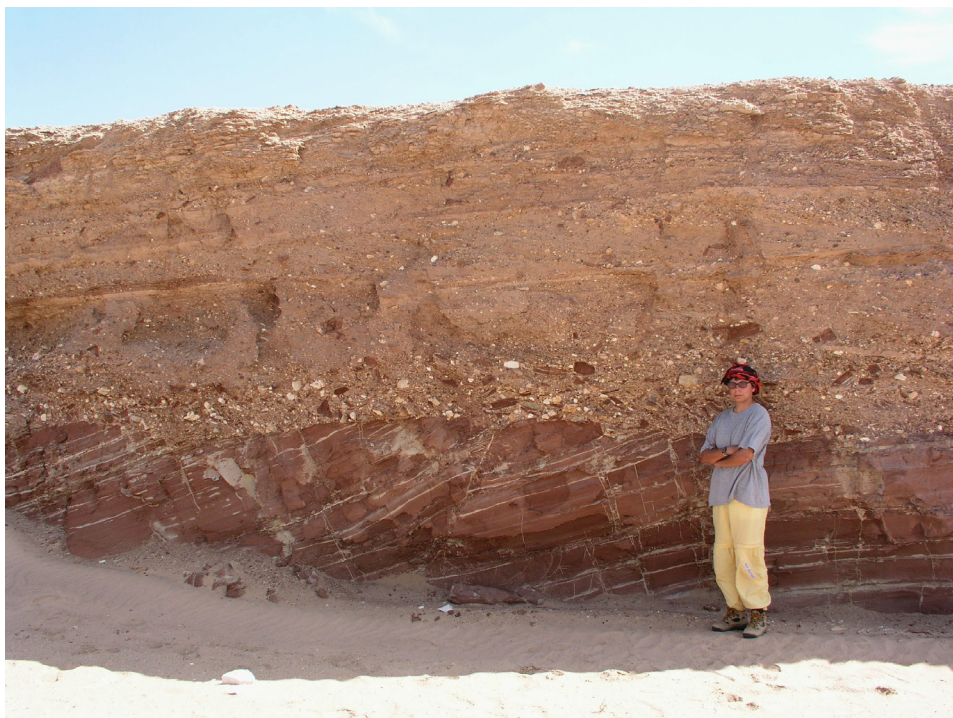
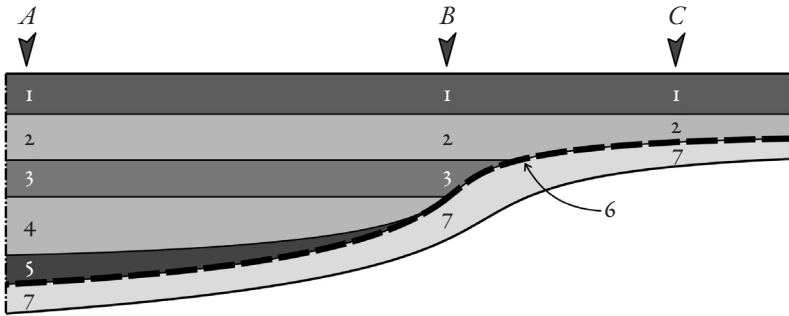


FIGURA 102

Esemplificazione della variabilità laterale di una successione stratigrafica. La successione raffigurata contiene una discontinuità erosiva (unità 6) la cui delineazione determina la variazione laterale della successione da un punto all'altro: *a*) nel punto A, la successione include le unità 1, 2, 3, 4, 5 e 7 e l'interfaccia 6 si colloca tra gli strati 5 e 7; *b*) in B, l'interfaccia 6 si delinea come una discordanza angolare tra le unità 3 e 7, mentre gli strati 4 e 5 non sono presenti; *c*) nel punto C, la discontinuità 6 rappresenta una paraconcordanza ed è difficilmente riconoscibile; in questa posizione gli strati 3, 4 e 5 non sono presenti e la successione è fortemente lacunosa. Questa situazione idealizzata è frequente in molti contesti naturali (quali sponde di bacini lacustri o margini di canali) e antropici



Fonte: disegno dell'autore, ispirato da Bosellini, Mutti, Ricci Lucchi (1989, fig. 14.8).

FIGURA 103

Laminazione parallela in strati di arenaria della formazione geologica del Macigno. Cala Violina, Follonica (GR). Lo spessore dello strato nell'immagine è di circa 20 cm



FIGURA 104

Laminazione incrociata in sabbie di contatto glaciale. Alta Val di Non (TN). La scala misura 20 cm

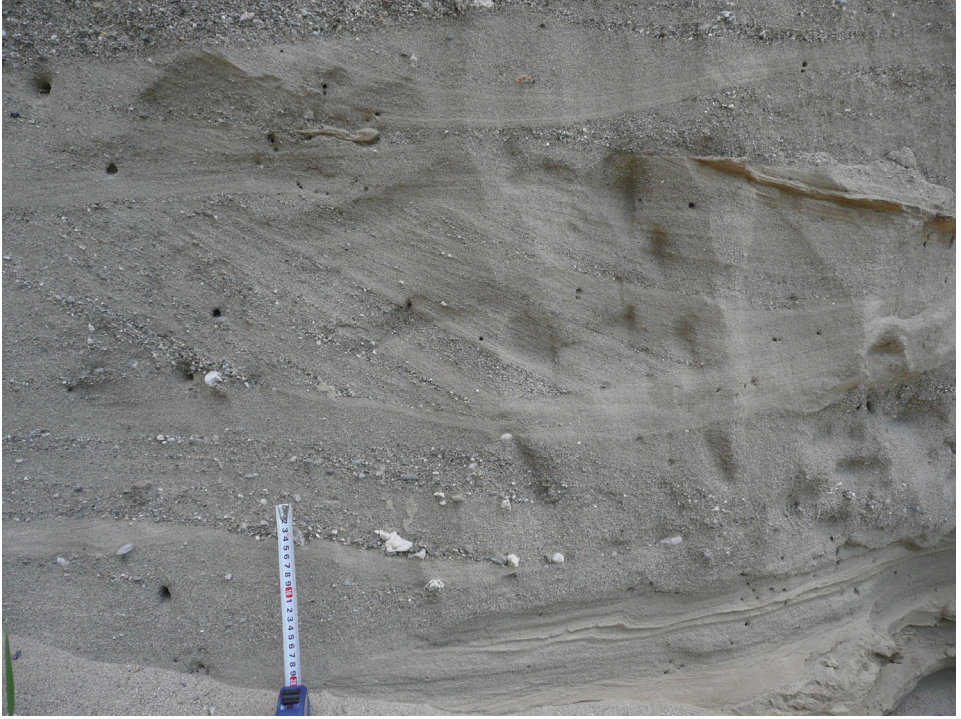


FIGURA 105

Increspature (*ripples*) sulla superficie di uno strato sabbioso, formate da una corrente in movimento da sinistra verso destra. Shuwaimiah, Shalim, Oman. La distanza tra le creste dei *ripples* è di pochi centimetri



FIGURA 106

Sezione di depositi sabbiosi con vari tipi di strutture meccaniche: laminazione piano parallela, laminazione inclinata a basso angolo, *ripples* da corrente. Spiaggia di Baleal, Peniche, Portogallo. La scala misura 20 cm



FIGURA 107

Ciottoli embriciati in ghiaie alluvionali recenti; la corrente che ha deposto la ghiaia procedeva da sinistra verso destra. Vale do Côa, Portogallo



FIGURA 108

Fessure da disseccamento (*mud-cracks*). Bacino di Montargil, Ponte de Sôr, Portogallo. La scala misura 10 cm



FIGURA 109

Struttura da deformazione in sabbie fini e limi pleistocenici. Cava di sabbia presso Leiria, Portogallo. La scala misura 5 cm

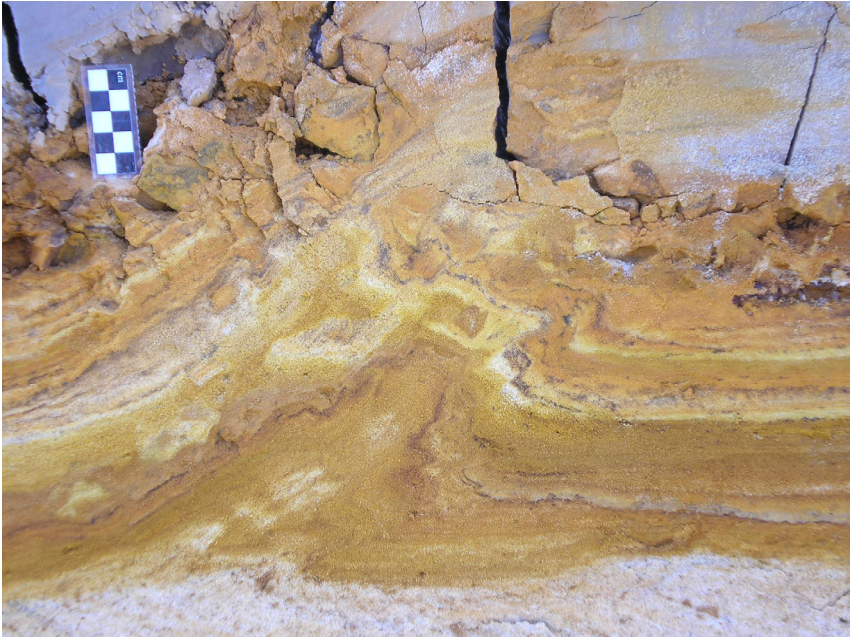


FIGURA 110

Struttura sedimentaria da espulsione d'acqua in sedimenti fluviali pleistocenici. Il terreno grigio è stato iniettato dal basso verso l'alto per liquefazione. Presso Vila Franca de Xira, Portogallo



FIGURA 111

Modello schematico semplificato dell'evoluzione di un versante. Nel corso del tempo il profilo iniziale del versante (V_I , linea tratteggiata) viene attenuato per effetto dei processi di degradazione ed erosione nella porzione superiore, con accumulo di una falda detritica alla base (FD). Ne deriva un nuovo profilo (V_2 , linea continua) modellato in roccia nella parte superiore e impostato sulla superficie della falda detritica nell'inferiore.

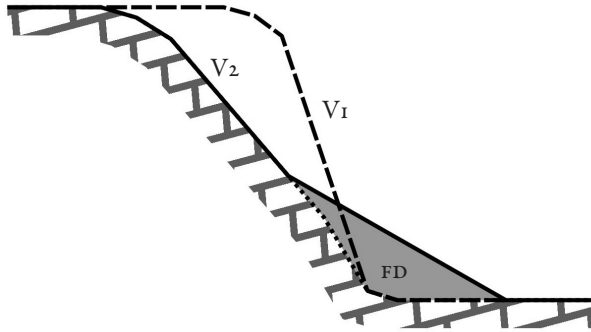


FIGURA 112

Rappresentazione schematica semplificata del profilo longitudinale di un versante con nomenclatura delle parti principali

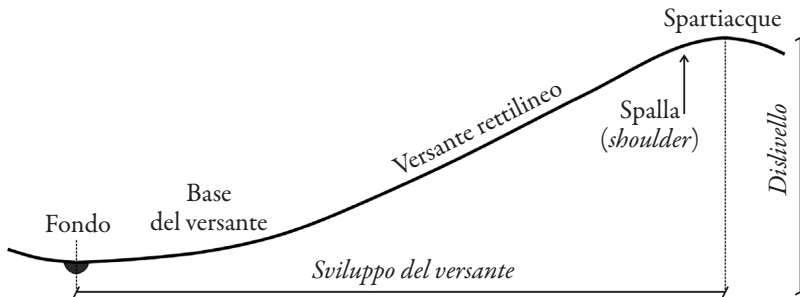


FIGURA 113

Coni detritici alla base del versante di una valle carsica. Fórnea, Porto de Mós, Portogallo



FIGURA 114

Falda detritica alimentata da una parete in calcare. Lago delle Salare, massiccio del monte Peller (TN)



FIGURA 115

Falda detritica vista di profilo lungo la linea di massima pendenza, che rende apprezzabile l'angolo di riposo del materiale detritico. Monte Peller (TN)



FIGURA 116

Falda detritica stabilizzata coperta da vegetazione, alla base di un versante in calcare cenozoico. Monte Brione, Arco (TN)



FIGURA 117

Deposito di falda detritica formato da frammenti calcarei. Presso Busatte, Nago-Torbole (TN). La scala misura 5 cm



FIGURA 118

Deposito detritico formato da placchette di arenaria disposte parallelamente al pendio. Presso Muatamir, Nizwa, Oman



FIGURA 119

Depositi di falda detritica olocenica vagamente stratificati; si noti l'alternanza tra strati a diverso supporto (di matrice, clastico e *open work*). Vallone Inferno, Scillato (PA). La scala misura 1 m



FIGURA 120

Nicchia di distacco in evoluzione lungo il bordo di un piccolo cratere vulcanico, a monte di una precedente frana già caduta. Crater Cuervos, Lanzarote, isole Canarie, Spagna. L'altezza totale della parete è nell'ordine delle poche decine di metri

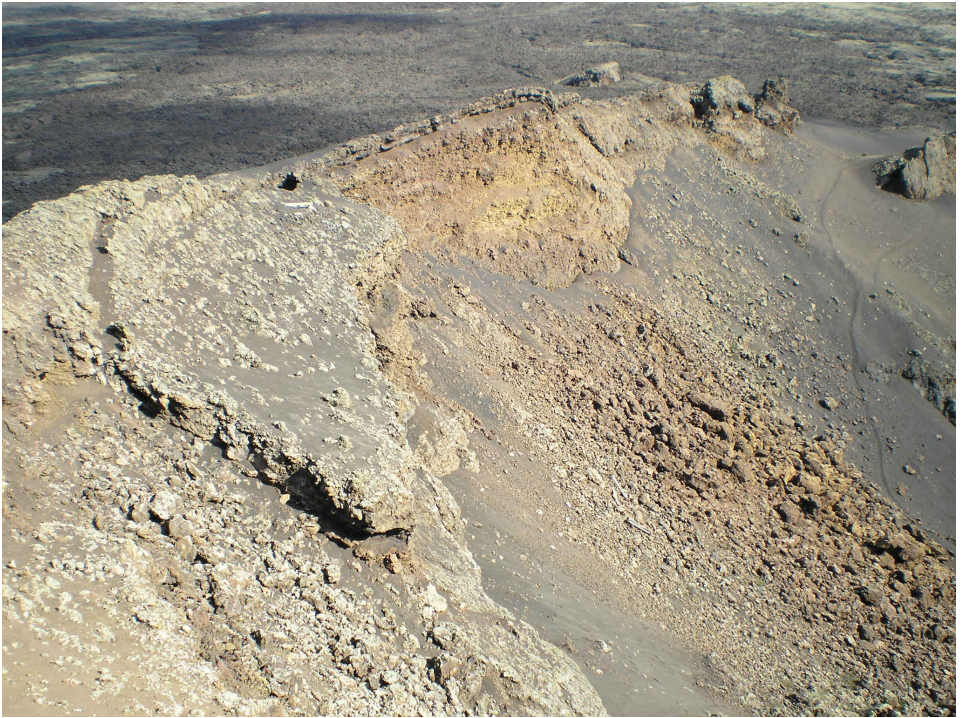


FIGURA 121

Grande nicchia di distacco lungo il versante del monte Brento, valle del Sarca (TN). In primo piano si riconosce una parte del macereto di frana delle Marocche di Dro (TN), costituito prevalentemente da blocchi calcarei. Il dislivello totale della parete visibile è di oltre 1.000 m



FIGURA 122

Parte della grande frana delle Marocche di Dro (TN) vista dalla cima del monte Brento, una delle zone di distacco; l'accumulo ha sbarrato parte della valle del Sarca (cfr. FIG. 121)



FIGURA 123

Piccola frana di crollo che ha coinvolto degli strati di travertino (di colore rosso) poggianti su una successione prevalentemente marnosa (in grigio). Notare la variabilità dimensionale e la disposizione caotica dei blocchi, nonché la presenza di un masso disposto in verticale alla base della parete. Baños de Mula, Murcia, Spagna



FIGURA 124

Versante interessato da fenomeni di movimento lento messi in luce dall'inclinazione delle lastre calcaree di recinzione originariamente infisse in posizione verticale. Fosse, monti Lessini (VR)



FIGURA 125

Versante interessato da fenomeni di reptazione riconoscibili dalla curvatura dei tronchi d'albero. Maranza, Trento (TN)



FIGURA 126

Colluvio massiccio tipo *soil-sediment*, derivato dal rimaneggiamento di coperture pedogenetiche sviluppate su depositi di loess. Presso Breonio, monti Lessini (VR). La scala misura 80 cm



FIGURA 127

Aspetto della superficie di un accumulo di *debris flow*; si notino la scarsa selezione granulometrica del materiale, l'organizzazione caotica e la presenza di un blocco di dimensioni metriche nel lato sinistro dell'immagine. Gola del Bletterbach, Aldino/Aldein (BZ)



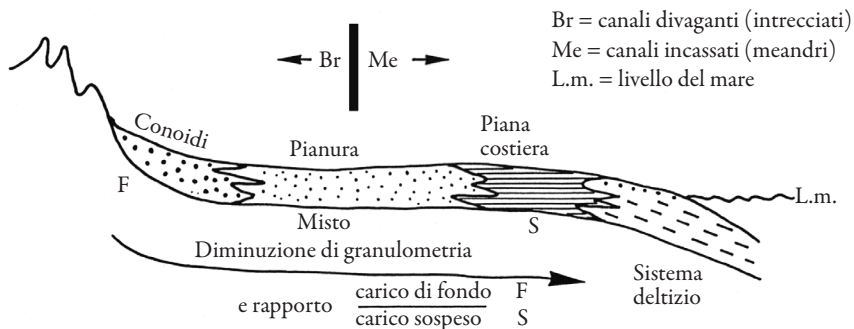
FIGURA 128

Stratificazione archeologica intercalata in una successione di depositi alluvionali di alta energia e di accumuli derivanti da colate rapide tipo *debris-flow*. Vallone Inferno, Scillato (PA). La scala misura circa 140 cm



FIGURA 129

Rappresentazione schematica della sequenza longitudinale dei sottoambienti in un bacino idrografico dalla sorgente alla foce (da sinistra a destra nell'immagine), con indicazione della modificazione di configurazione del corso d'acqua e della variazione delle modalità di trasporto del sedimento



Fonte: Ricci Lucchi (1980, vol. III, p. 45, fig. 13), © CLUEB 1980.

FIGURA 130

Schema semplificato di un bacino idrografico visto in planimetria. Il bacino del torrente *rio* corrisponde alla porzione di territorio delimitata dalla linea di spartiacque e drena le acque verso il corso d'acqua *fiume*, di ordine superiore (linea tratteggiata), che a sua volta convoglia il flusso idrico verso il mare



FIGURA 131

Esemplificazione grafica del profilo longitudinale di un corso d'acqua regolarizzato (con esagerazione verticale). Si noti la diminuzione graduale delle pendenze dalla sorgente alla foce e il raccordo con il livello di base, corrispondente al livello del mare o del lago in cui sbocca il corso d'acqua

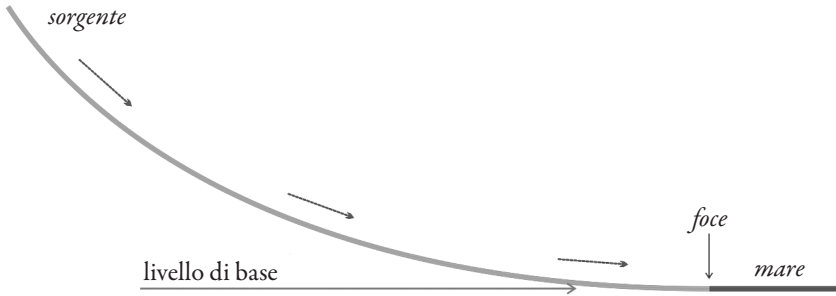


FIGURA 132

Un corso d'acqua alpino con pendenza elevata, configurazione rettilinea e letto ghiaioso. Sarca di Val Genova presso Carisolo (TN)



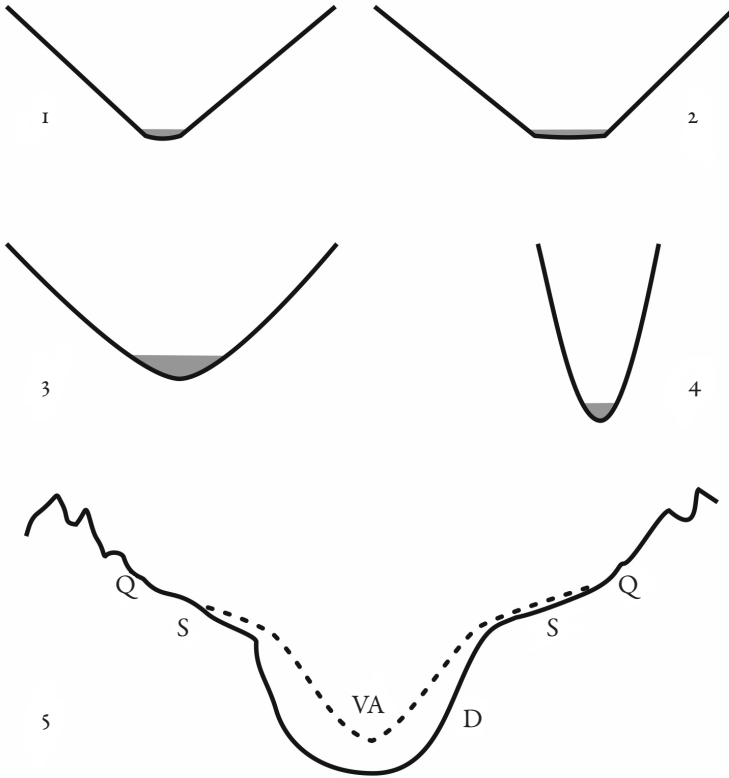
FIGURA 133

Il grande conoide formato dal torrente Avisio alla confluenza nella valle dell'Adige. Sul conoide sorge l'abitato di Lavis (TN)



FIGURA 134

Schematizzazione semplificata di alcuni profili trasversali di valli. 1. valle a V; 2. valle a fondo piatto in roccia; 3. valle a fondo piatto alluvionale; 4. forra; 5. valle interessata da modellamento glaciale (D: doccia glaciale; S: spalla; Q: quota massima raggiunta dal ghiacciaio; VA: probabile sezione della valle prima dell'espansione glaciale)



Fonte: disegno dell'autore modificato da Castiglioni (1986, p. 160, fig. 6.20 e p. 271, fig. 10.10).

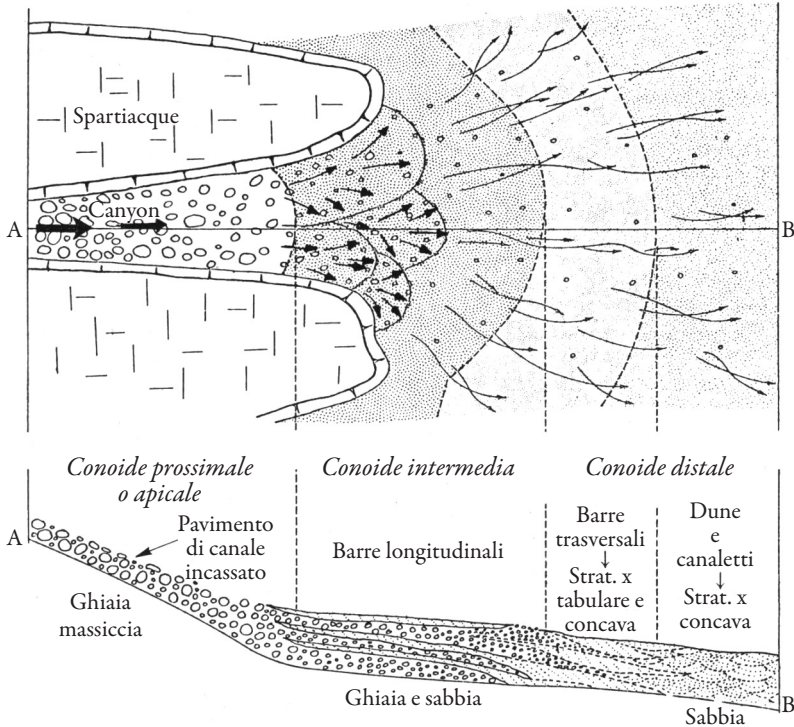
FIGURA 135

Conoide alluvionale formato da un tributario sinistro del fiume Brenta, in Valsugana, su cui si erge l'abitato di Novaledo (TN). Si noti l'andamento radiale degli elementi topografici (in particolare delle strade vicinali e dei limiti delle parcelle agrarie), che si dipartono dall'apice del conoide. Il canale attuale, visibile nella parte centrale dell'immagine, è il risultato di una rettifica di origine antropica



FIGURA 136

Pianta e sezione radiale schematica di un conoide alluvionale e delle sue porzioni (prossimale, intermedia e distale) con indicazione delle principali facies sedimentarie. Le frecce in planimetria indicano i canali distributori; la larghezza delle frecce è proporzionale all'intensità dei processi fluviali



Fonte: Ricci Lucchi (1980, vol. III, p. 82, fig. 45), © CLUEB 1980.

FIGURA 137

Successione di sedimenti di conoide, con alternanza tra depositi ghiaiosi correlati all'azione dei canali distributori e sedimenti fini interessati dallo sviluppo di un suolo sepolto (in corrispondenza della lavagnetta). La successione è sigillata al tetto da alluvioni fini su cui si è sviluppato un vertisuolo (cfr. FIG. 81). Sito preistorico di Collecchio-Tangenziale (PR). La scala misura 50 cm



FIGURA 138

La piana rotaliana, punto di confluenza tra il fiume Adige (a sinistra nella foto) e il torrente Noce (a destra), e la valle dell'Adige viste da Spiazzi di Mezzocorona (TN)



FIGURA 139

Esempio di corso d'acqua multicanale a configurazione anastomosata; si notino le barre ghiaiose che separano i diversi canali del corso d'acqua, in parte coperte di vegetazione. *Sandur* del ghiacciaio Bergsetbreen, Norvegia



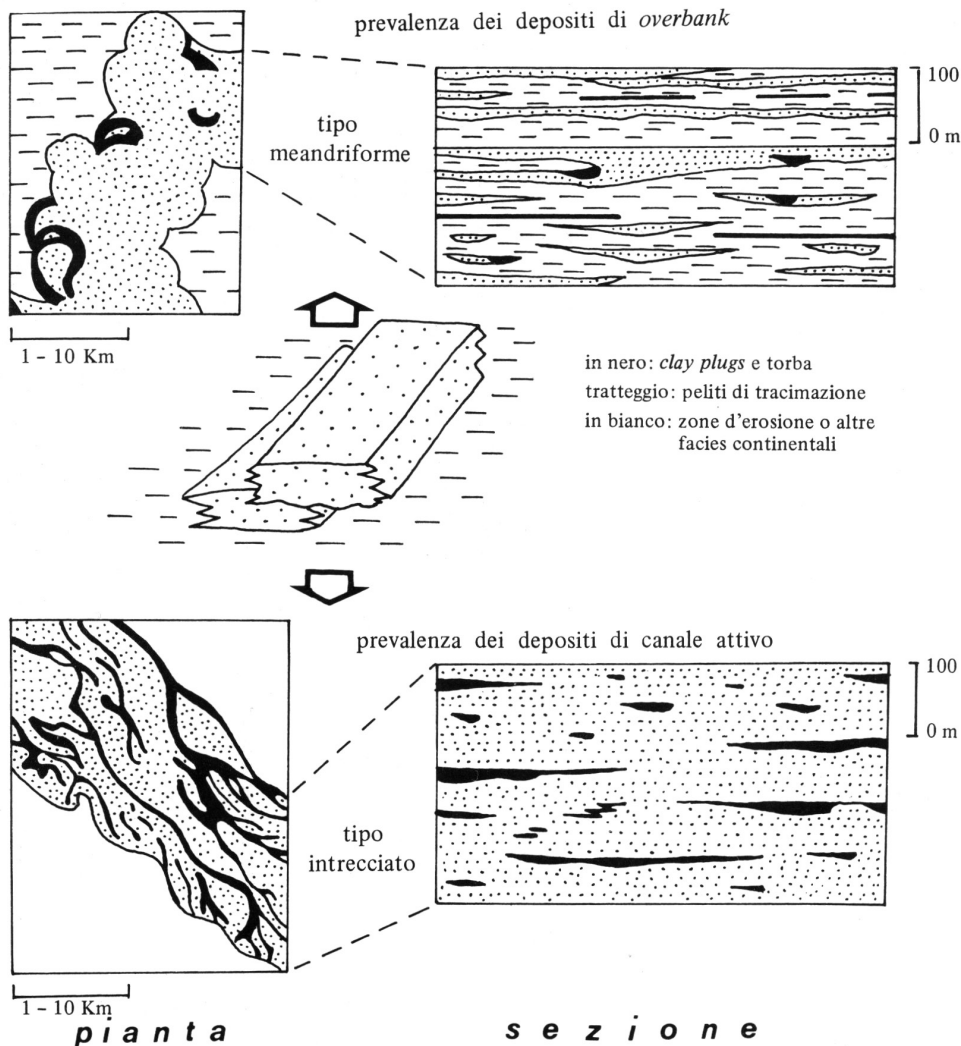
FIGURA 140

Barre fluviali ghiaiose in corso d'acqua multicanale. Fiume Serio presso Mozzanica (BG)



FIGURA 141

Schema semplificato dell'assetto sedimentario di una pianura alluvionale formata da un corso d'acqua meandriforme (sopra) e da uno di tipo intrecciato (sotto). Si noti la generale prevalenza di sedimenti fini (in nero o a tratteggio orizzontale) nel primo caso e più grossolani (riempimento a puntini) nel secondo



Fonte: Ricci Lucchi (1980, vol. III, p. 71, fig. 36), © CLUEB 1980.

FIGURA 142

Stratificazione archeologica imballata in una successione di pianura alluvionale di un corso d'acqua multicanale, nel caso specifico il fiume Guadiana. Barca do Xarez de Baixo, Alentejo, Portogallo



FIGURA 143

Torrente alpino a configurazione meandriforme nel tratto in cui attraversa una conca con basse pendenze che determina una diminuzione della velocità del flusso idrico. Val Duron (TN)



FIGURA 144

Schema planimetrico semplificato del flusso idrico in un meandro. La corrente tende a scorrere più rapida verso il lato esterno dei meandri (linea scura), dove raggiunge la massima profondità. L'erosione tende così a concentrarsi all'esterno del meandro (aree con riempimento grigio), mentre l'accumulo si verifica all'interno (aree a tratteggio) originando barre di meandro

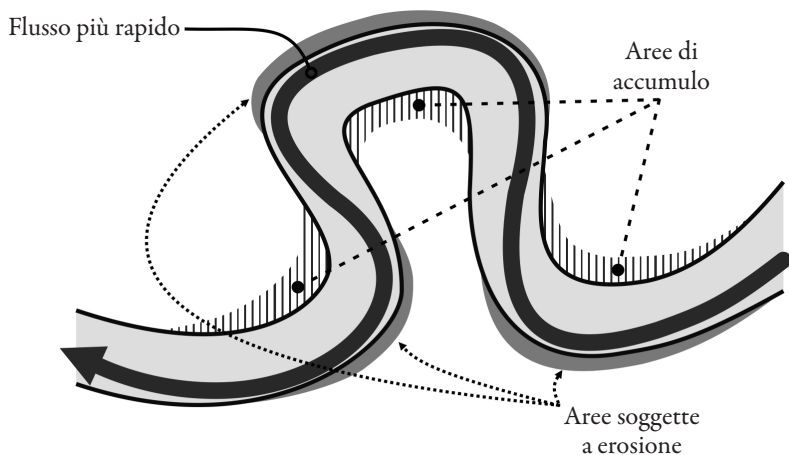


FIGURA 145

Piccolo meandro in un corso d'acqua di montagna ad energia relativamente elevata; si noti la ripa d'erosione all'esterno del meandro (a sinistra nell'immagine) e l'accumulo di sedimento all'interno (a destra). Val Duron (TN)



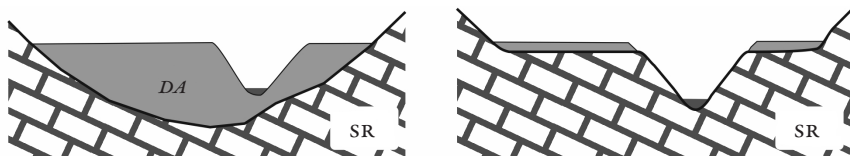
FIGURA 146

Lago di meandro abbandonato (*ox-bow lake*) e parzialmente intorbatato in una pianura alluvionale. Il canale attivo si trova in secondo piano rispetto al lago di meandro. La scala dell'immagine è fornita dalle pecore al pascolo. Presso Dunadd Castle, Scozia



FIGURA 147

Esemplificazione dei due principali tipi di terrazzi fluviali. A sinistra: terrazzi alluvionali derivati da una fase di riempimento della valle seguita da incisione. A destra: terrazzi d'erosione in roccia coperti da un sottile deposito alluvionale, dovuti a prevalente erosione laterale seguita da incisione. DA: depositi alluvionali; SR: substrato roccioso



Fonte: disegno dell'autore tratto da Castiglioni (1986, p. 162, fig. 6.22).

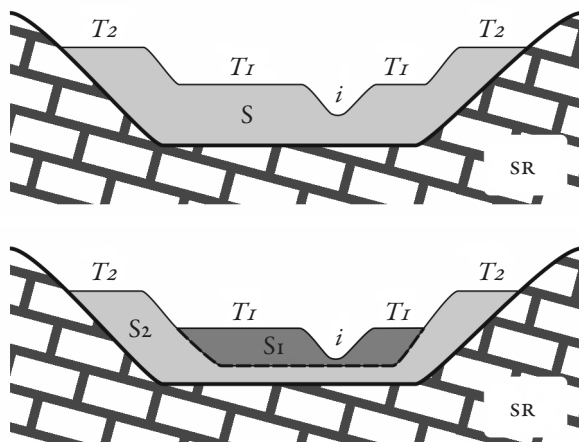
FIGURA 148

Un terrazzo fluviale formato da depositi ghiaiosi con intercalazioni limose. Si noti la superficie pianeggiante e la scarpata d'erosione. Wadi Arah, Shalim, Oman



FIGURA 149

Schematizzazione degli ordini di terrazzi e della loro origine. Le valli raffigurate possiedono due ordini di terrazzi fluviali: T_2 (più antico) e T_1 (più recente). Nel caso illustrato sopra i due terrazzi derivano da una prima fase di riempimento alluvionale della valle (sedimento S) fino a raggiungere la quota corrispondente al terrazzo T_2 , seguita da una fase d'erosione che si approfondisce fino al livello del terrazzo T_1 e successivamente dall'incisione recente (i). Nel caso raffigurato sotto si ha invece una prima fase di alluvionamento (sedimento S_2) fino a raggiungere la quota del terrazzo T_2 , seguita da una fase di erosione che incide il sedimento S_2 fino alla profondità indicata dalla linea tratteggiata, a cui succede una nuova fase di riempimento con accumulo del sedimento S_1 fino alla quota del terrazzo T_1 e successivamente l'incisione recente (i). I terrazzi sono numerati dal più recente al più antico, mentre altri autori preferiscono ordinarli numericamente dal più antico al più recente. SR: substrato roccioso



Fonte: disegno dell'autore modificato da Castiglioni (1986, p. 162, fig. 6.23).

FIGURA 150

Terrazzo fluviale d'erosione. L'approfondimento per incisione del corso d'acqua ha lasciato esposto il fondovalle preesistente, rappresentato dalla superficie in roccia in corso di colonizzazione da parte della vegetazione. Fiume Guadiana presso il Pulo do Lobo, Mertola, Portogallo



FIGURA 151

Dettaglio del ghiaccio del ghiacciaio Nygardsbreen, Norvegia. Si noti l'aspetto massiccio, compatto, con cristalli di ghiaccio ben formati. La scala misura 5 cm

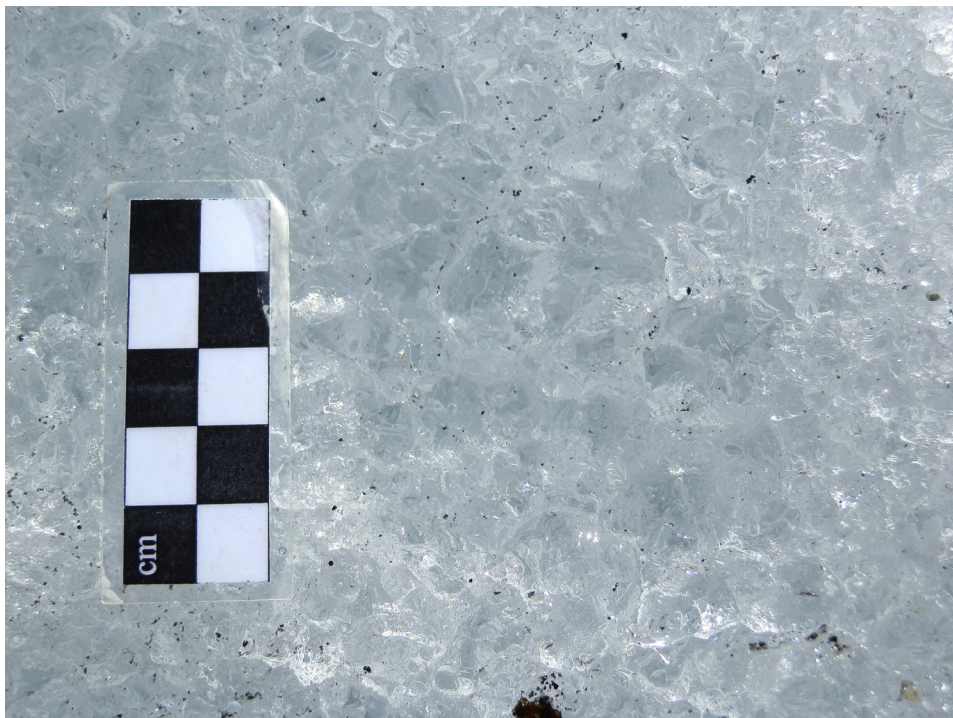
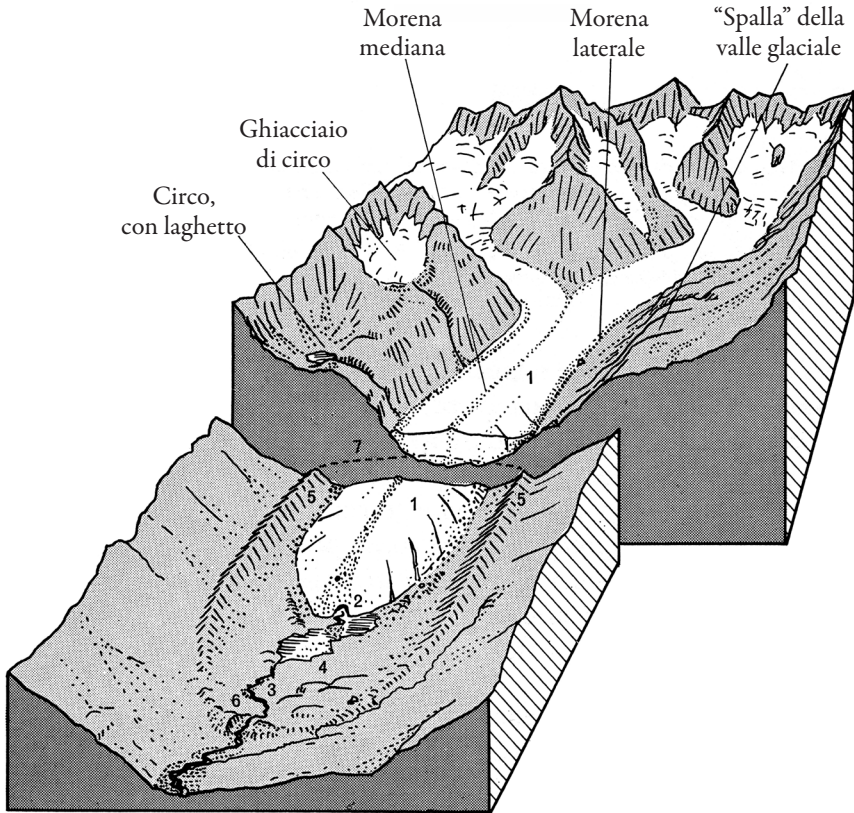


FIGURA 152

Schematizzazione di un ghiacciaio alpino con nomenclatura delle sue parti principali. 1. lingua glaciale; 2. fronte glaciale con porta dello scaricatore glaciale; 3. torrente glaciale; 4. laghetto pro-glaciale; 5-6. morene di sponda e morena frontale di fasi anteriori; 7. precedente profilo trasversale della lingua glaciale



Fonte: Castiglioni (1986, p. 262, fig. 10.4).

FIGURA 153

Ghiacciaio di tipo pirenaico. Alpi norvegesi, presso Stranda, Norvegia



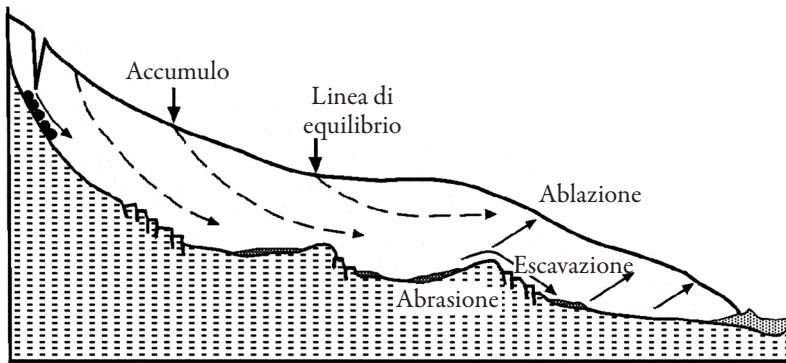
FIGURA 154

Ghiacciaio di tipo alpino. Il ghiacciaio del Fletschhorn, Canton Vallese, Svizzera (la foto risale al 1997)



FIGURA 155

Profilo longitudinale semplificato di un ghiacciaio. Le frecce indicano le linee di flusso del materiale all'interno del ghiacciaio



Fonte: Cremaschi (2000, cap. 5, p. 171, fig. 11).

FIGURA 156

Masso erratico presso malga Zeledria, Madonna di Campiglio (TN)



FIGURA 157

Sedimento limoso trasportato dallo scaricatore glaciale e accumulato nella piana antistante il ghiacciaio Bergsetbreen, Norvegia. La scala misura 5 cm



FIGURA 158

Circhi glaciali occupati da laghi di circo alla testata della conca del Valorz (val di Rabbi, TN), tra circa 2.400 e 2.600 metri di quota, visti dal passo Valletta (val di Sole, TN). Si notino le soglie in roccia che sbarrano il deflusso delle acque dei laghetti verso valle



FIGURA 159

Valle glaciale sospesa. Massiccio di Jostedal, Norvegia



FIGURA 160

Tipica “valle ad U” di origine glaciale anteriormente occupata dal ghiacciaio, in forte ritiro al momento dello scatto (2013). Bergsetbreen, Norvegia



FIGURA 161

Grande vallata alpina con morfologia complessa e “profilo a U” di origine glaciale ben riconoscibile. Valsugana, vista dal monte del Lago, gruppo del Lagorai (TN)



FIGURA 162

Roccia montonata, ben distinguibile dalla vista di profilo. Si tratta del Montecolo, presso Iseo (BS); il dislivello tra la sommità e la superficie del lago d’Iseo è di circa 100 m



FIGURA 163

Versante di valle glaciale in roccia, con doccia glaciale e liscioni levigati dall'esarazione glaciale. Presso Lunde, Norvegia



FIGURA 164

Strie glaciali e solchi su una superficie rocciosa levigata dall'esarazione glaciale. Naquane, Valcamonica (BS)



FIGURA 165

Grande pozzo glaciale (“marmitta”). Bus dei Poieti, presso Padergnone (TN)



Fonte: fotografia di Paolo Chistè, Università di Trento.

FIGURA 166

Till würmiano riferibile all'ultimo massimo glaciale costituito da diamicton a matrice fine, prevalentemente limosa e debolmente cementata da carbonato di calcio, in cui sono imballati blocchi di varia dimensione. Le caratteristiche del sedimento glaciale favoriscono la genesi di forme d'erosione quali le cosiddette piramidi di terra visibili nell'immagine. Altopiano di Renon/Ritten (BZ)



FIGURA 167

La presenza di depositi glaciali o di contatto glaciale è spesso rivelata dalla comparsa di litotipi esotici rispetto al substrato locale nei muri di terrazzamento o di parcellazione agraria. Il muro nell'immagine, nei dintorni di Trento, è stato eretto impiegando frammenti del calcare affiorante in loco, ma contiene anche ciottoli e pietre di altra composizione estratti da depositi "fluvio-glaciali"



FIGURA 168

Il cordone morenico del ghiacciaio Bonhusbreen, Norvegia, in forte ritiro al momento dello scatto (2013). Il cordone, ben marcato, attesta la precedente posizione stazionaria alla fine del xx secolo e vi si riconoscono le morene laterali e la frontale esterna



FIGURA 169

La morena frontale dell'ultimo massimo glaciale (würmiano) del ghiacciaio della val d'Astico (VI) si configura come una collinetta allungata che sbarra la valle a causa del suo andamento perpendicolare rispetto all'asse vallivo. La foto è stata scattata a S. Giorgio di Velo d'Astico (VI)



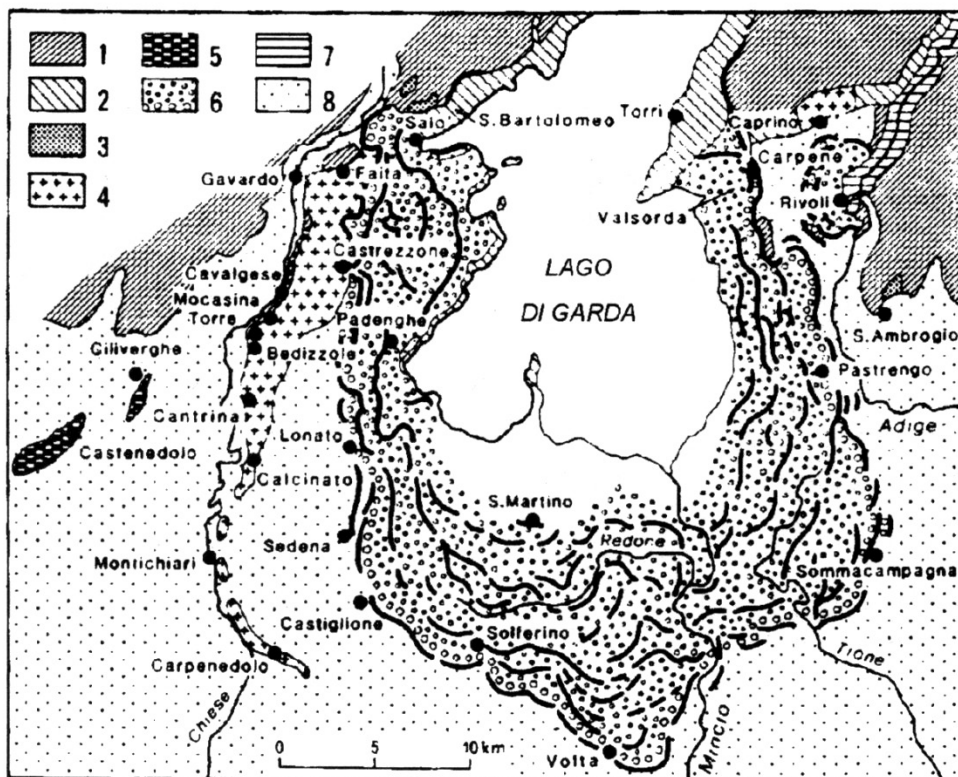
FIGURA 170

Morena laterale destra del ghiacciaio della Lobbia, nel gruppo dell'Adamello, riferibile alla Piccola Età Glaciale. La morena si presenta come una dorsale di qualche decina metri d'altezza, parzialmente colonizzata dalla vegetazione. Val Matarot, val di Genova (TN)



FIGURA 171

Carta schematica dell'anfiteatro morenico del Garda. 1. substrato pre-Quaternario; 2. rocce monotonate; 3. depositi terziari; 4. depositi glaciali del Pleistocene Medio; 5. terrazzi fluvioglaciali del Pleistocene Medio; 6. depositi glaciali würmiani e relativi cordoni morenici; 7. depositi glacio-lacustri della Valle dell'Adige; 8. piana fluvioglaciale pleistocenica (*sandur*)



Fonte: Cremaschi (2000, cap. 5, p. 174, fig. 14).

FIGURA 172

La faccia superiore di un ciottolo “a ferro da stiro” (detto anche triquetro) levigato dal trasporto subglaciale. Il ciottolo è costituito da ignimbrite della Piattaforma porfirica atesina (detto comunemente porfido) e proviene dai rilievi modellati dall’erosione glaciale a nord dei laghi di Lamar, Terlago (TN)



FIGURA 173

Sedimenti “fluvioglaciali” subattuali accumulati a valle della fronte del ghiacciaio Bergsetbreen, Norvegia



FIGURA 174

Depositi di contatto glaciale (“fluvioglaciali”) di età tardoglaciale pertinenti al ramo benacense del ghiacciaio pleistocenico dell’Adige. Costa di Monte Oliveto, Toblino (TN). La scala misura circa 80 cm

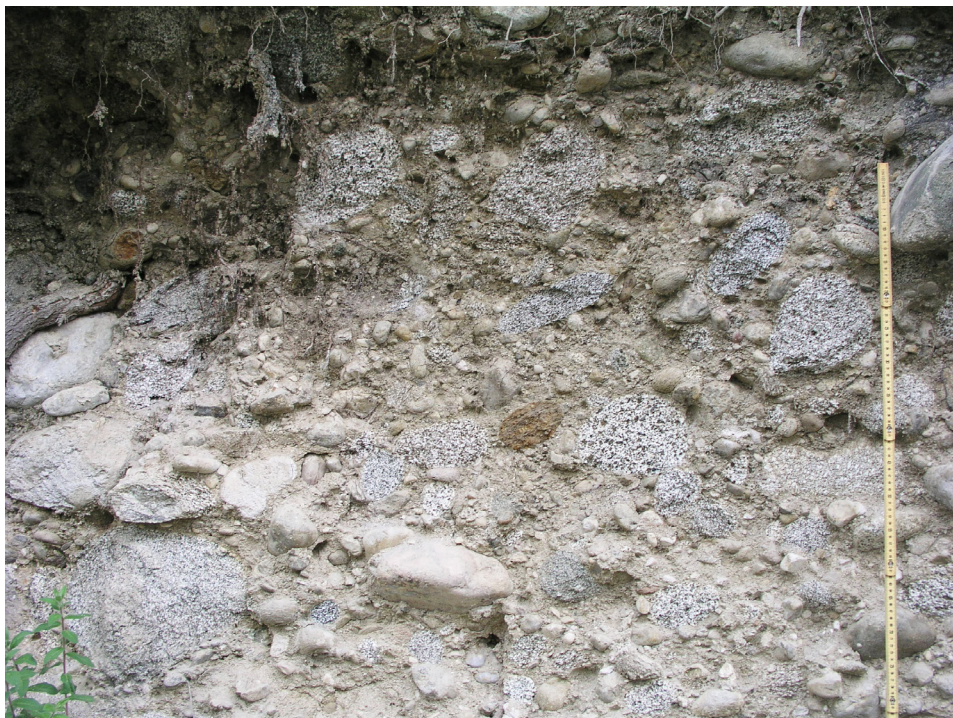


FIGURA 175

Scaricatore subglaciale del ghiacciaio Nygardsbreen, Norvegia



FIGURA 176

La fronte del ghiacciaio Nygardsbreen, Norvegia; a valle di questa le acque di un lago proglaciale



FIGURA 177

Il lago di Ledro (TN), noto archeologicamente per l'omonimo sito preistorico palafitticolo, si è formato per effetto dello sbarramento morenico della valle del Ponale da parte della morena laterale del ghiacciaio gardesano durante la glaciazione würmiana

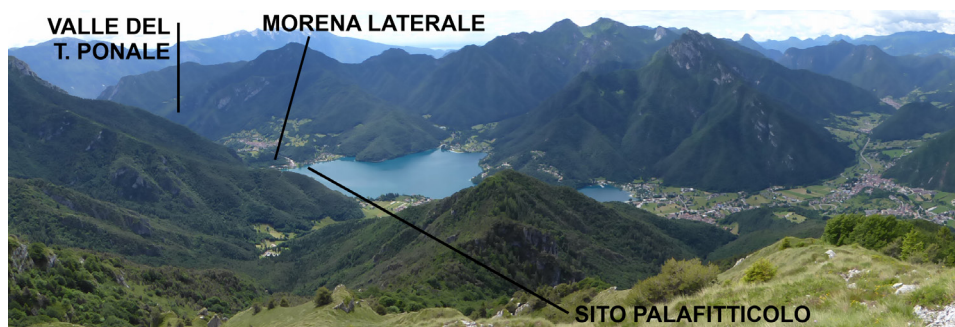


FIGURA 178

Rillenkarren su calcare mesozoico. Doss Grande, Arco (TN). L'affioramento visibile è alto circa 50 cm



FIGURA 179

Vaschetta di corrosione (*kamenitza*) in calcari mesozoici. Si tratta di una vaschetta “abortita”, parzialmente svuotata dal solco visibile nella parte bassa. Presso Nomi (TN). La scala misura 10 cm



FIGURA 180

Gruppo di doline vicino alla malga Tassulla, in Val di Non (TN)



FIGURA 181

Grande dolina di origine complessa. Si compone di due depressioni (Mala Dolina e Velika Dolina), collegate da un ponte carsico naturale attraversato dal fiume Reka, che scompare nella roccia in questo punto per riemergere in Italia con il nome di Timavo. Skocjan/San Canziano, Slovenia



FIGURA 182

Il polje di Minde, in Portogallo. Ubicato nel massiccio calcareo dell'Estremadura portoghese, si inonda con periodicità decennale trasformandosi in lago temporaneo



FIGURA 183

Valle carsica secca, profonda, sviluppata in calcari dolomitici nelle Prealpi venete. Val Gadena (VI)



FIGURA 184

Risorgenza carsica in piena attività; si tratta del Rio Bianco, presso Stenico (TN), alimentato dall'ampia rete carsica che interessa parte del massiccio delle Dolomiti di Brenta



FIGURA 185

Il Ponte di Veia, ponte carsico naturale nei monti Lessini (vr)



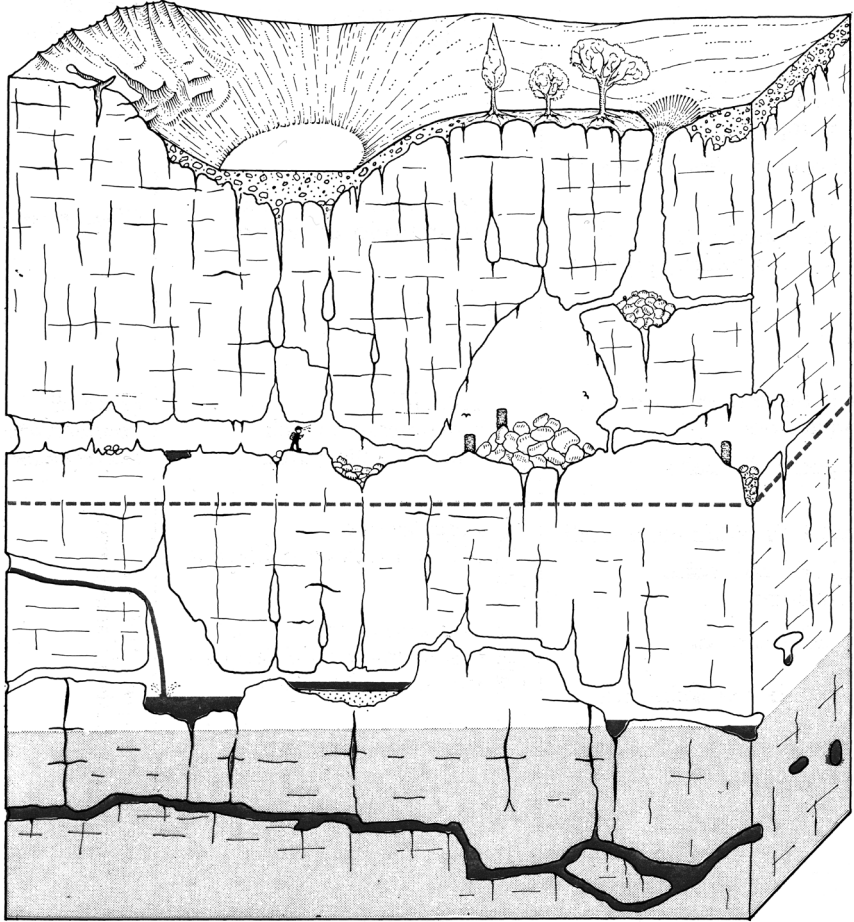
FIGURA 186

Profonda forra fluviocarsica scavata in calcari e dolomie. Rio di S. Romedio, Sanzeno, Val di Non (TN)



FIGURA 187

Spaccato di un sistema carsico. In superficie si riconoscono una dolina riempita e un inghiottitoio che dà accesso a un pozzo carsico ubicato nella zona vadosa (sopra la linea tratteggiata). In questa è presente un sistema di gallerie orizzontali, accessibili e con grandi sale, originatesi in tempi precedenti nella sottostante zona freatica, che nel tempo ha subito un approfondimento. La zona freatica (sotto la linea tratteggiata) presenta cavità ad andamento prevalentemente orizzontale, alcune riempite d'acqua (parte inferiore dello spaccato)



Fonte: Castiglioni (1986, p. 232, fig. 9.13).

FIGURA 188

Discesa con tecnica speleologica di un pozzo carsico. Galerias Leves/Gruta de Aderno, Almonda, Portogallo



Fonte: fotografia gentilmente concessa da João Zilhão.

FIGURA 189

Una galleria carsica, ad andamento orizzontale sviluppata originariamente in ambiente freatico e ora in zona vadosa. La galleria è in corso di riempimento, come indicato dal sedimento alla sua base. Galeria da Coluna, Gruta da Oliveira, Almonda, Portogallo. L'altezza della galleria è di circa 1 m



Fonte: fotografia gentilmente concessa da João Zilhão.

FIGURA 190

Una sala di origine carsica, quasi completamente riempita da sedimenti del Pleistocene Superiore, in corso di scavo. Gruta da Oliveira, Almonda, Portogallo



Fonte: fotografia gentilmente concessa da João Zilhão.

FIGURA 191

L'ampio atrio d'ingresso di Cueva Antón, Mula, Murcia, Spagna



Fonte: fotografia gentilmente concessa da João Zilhão.

FIGURA 192

Ampio riparo sotoroccia aperto in calcarenite miocenica, utilizzato per la stabulazione di greggi. Rambla Perea, Murcia, Spagna



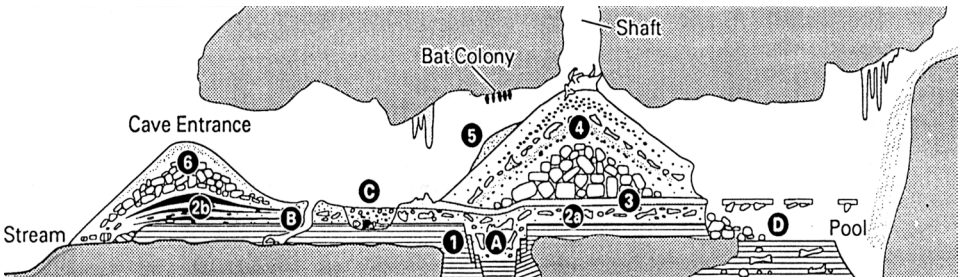
FIGURA 193

L'altopiano dei Sette Comuni, visibile in secondo piano, è un esempio di plateau carsico prealpino. La fotografia è stata scattata dal monte Maggio, tra le province di Trento e Vicenza



FIGURA 194

Sezione longitudinale idealizzata attraverso una grotta di interesse archeologico e paleontologico. 1. sedimenti alluvionali; 2a. depositi di tane o giacigli animali; 2b. focolari e altri depositi antropici; 3. pavimento stalagmitico; 4. accumulo detritico proveniente da un pozzo sovrastante, con materiali archeologici o faunistici caduti dallo stesso; 5. accumuli di guano; 6. accumulo sedimentario in corrispondenza della *dripline* (linea di pioggia); A. deformazioni postdeposizionali nel riempimento sedimentario; B. tane e gallerie di animali; C. sepoltura; D. erosione e rimaneggiamento da corsi d'acqua; *stream*: corso d'acqua; *cave entrance*: ingresso della grotta; *bat colony*: colonia di pipistrelli; *shaft*: pozzo carsico; *pool*: pozza



Fonte: Bell, Walker (1992, p. 34, fig. 2.20).

FIGURA 195

Una sezione stratigrafica di Gruta da Oliveira (Almonda, Portogallo), costituita da sedimenti limo-argillosi con pietre calcaree. Le analisi geoarcheologiche hanno evidenziato che la maggior parte di questi sedimenti è costituita da accumuli colluviali o di colata rapida convogliati all'interno della grotta attraverso l'ingresso o da crepacci carsici (dettagli in Angelucci, Zilhão, 2009). La scala appoggiata alla sezione misura 20 cm



FIGURA 196

Parte della successione di riempimento del sito di Cueva Antón (Mula, Murcia, Spagna), costituita prevalentemente da sedimenti alluvionali depositi dal fiume Mula (che scorre davanti alla grotta, cfr. FIG. 191) intercalati a depositi di versante (frammenti calcarei caduti dal tetto della cavità e colluvi) e strati di origine antropica (dettagli in Angelucci *et al.*, 2013). La scala misura 2 m



FIGURA 197

Detrito calcareo angoloso derivante dai distacchi dalla parete e dal tetto della grotta. La foto ritrae parte del riempimento del Pleistocene Superiore finale del Riparo Cornafessa, monti Lessini, Ala (TN)



FIGURA 198

La zona atriale di una grotta in calcare paleozoico ubicata nel Jebel Qalla', Nizwa, Oman. Si noti l'allineamento dei blocchi di crollo lungo la *dripline* (linea di pioggia)



FIGURA 199

Stalattiti. Algar do Pena, Serra d'Aire, Portogallo



FIGURA 200

Pavimento stalagmitico attualmente esposto su versante per effetto dell'arretramento del pendio e dello sfondamento della cavità in cui si era accumulato originariamente. Brecha das Lascas, Almonda, Portogallo

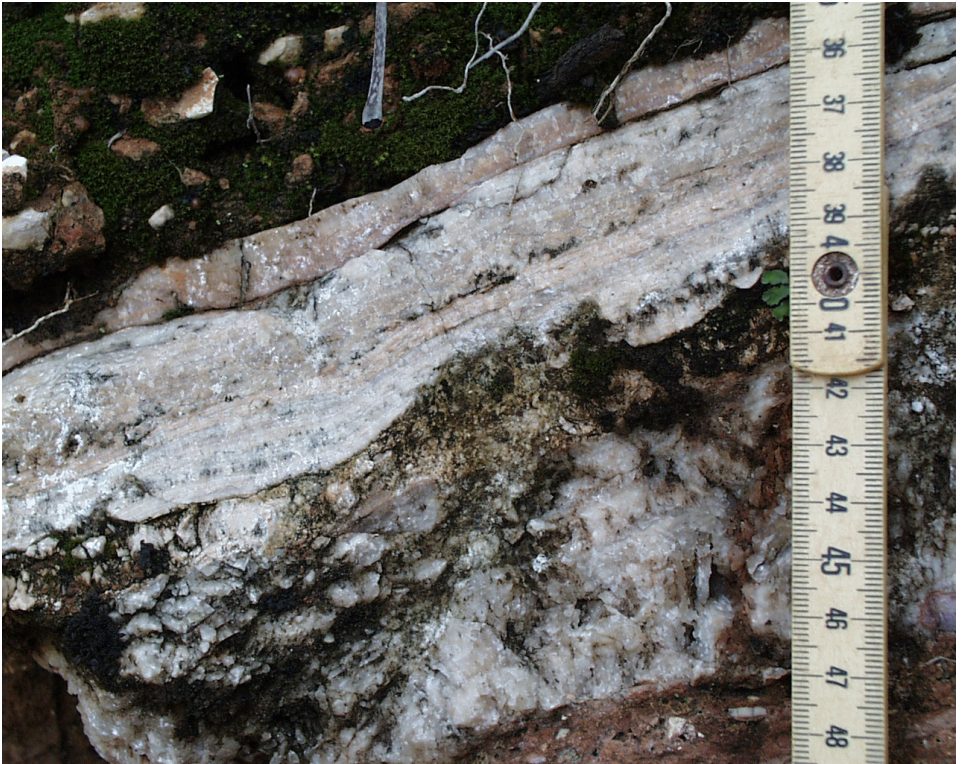


FIGURA 201

Gli accumuli di tufo calcareo possono interessare anche strutture antropiche se l'acqua è ricca di carbonato di calcio, come nel caso della fontana del monastero di Santes Creus, Tarragona, Catalogna



FIGURA 202

Cuneo di ghiaccio all'interno di un suolo sepolto imballato in loess del Pleistocene Superiore.
Rocourt, Belgio

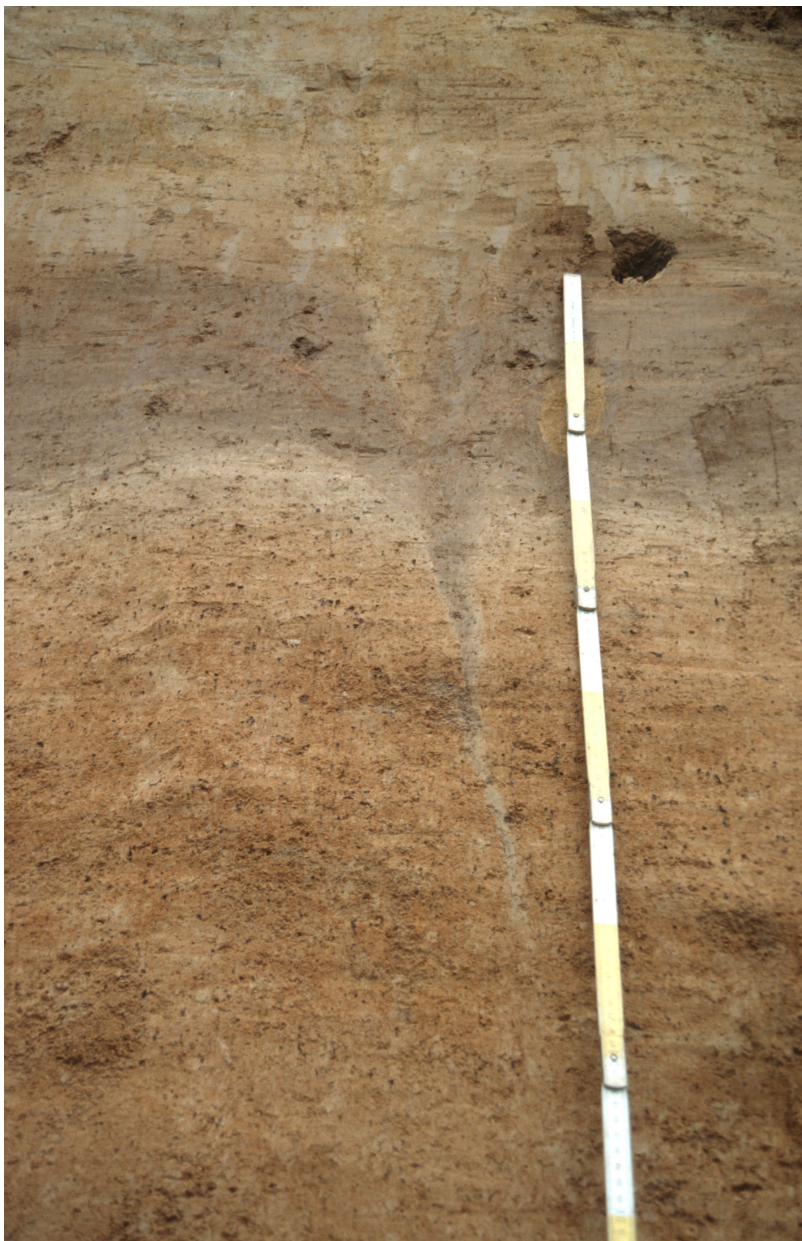


FIGURA 203

Suolo poligonale all'interno di un loess del Pleistocene Superiore. Zonien Woud, Bruxelles, Belgio



FIGURA 204

Rock glacier attualmente inattivo, ubicato a circa 2.400 m di quota. Val Poré, Mezzana, val di Sole (TN)



FIGURA 205

Morfologie d'alta quota nelle cime delle Alpi Orobie con picchi, creste e passi (in secondo piano).
Pizzo del Diavolo di Tenda, alta val Brembana, Carona (BG)



FIGURA 206

Dettaglio dei *grèzes litées* costituenti una falda detritica stratificata pleistocenica (cfr. FIG. 207).
Cona, Sant'Anna d'Alfaedo, monti Lessini (VR)



FIGURA 207

Sezione di cava aperta in falda detritica stratificata. Cona, Sant'Anna d'Alfaedo, monti Lessini (VR). La scala appoggiata alla base del fronte di cava misura 120 cm

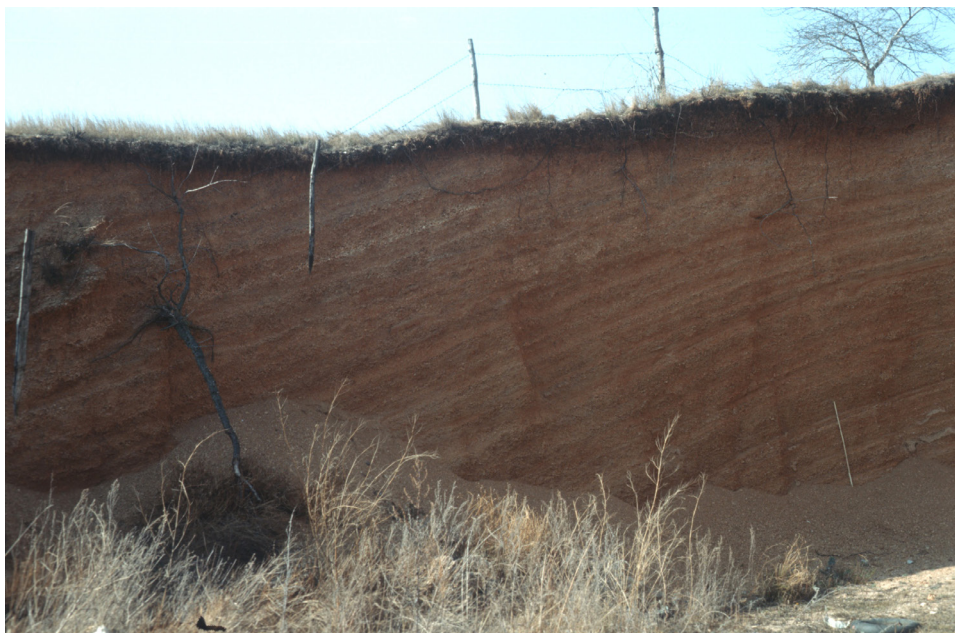


FIGURA 208

Masso aratore (al centro dell'immagine) lungo un versante moderatamente acclive di media montagna. A tergo del masso è visibile la scia che attesta lo slittamento verso il basso, lunga qualche decina di metri. Val Casina, Mezzana, val di Sole (TN)



FIGURA 209

Masso aratore. Si noti l'accumulo di sedimento deformato antistante il masso, verso valle (a destra nell'immagine). Val Poré, Mezzana, val di Sole (TN). La scala equivale a 20 cm



FIGURA 210

Duna in ambiente desertico con deposizione di sabbia in corso. Al-Ramlat al-Wahiba, Oman

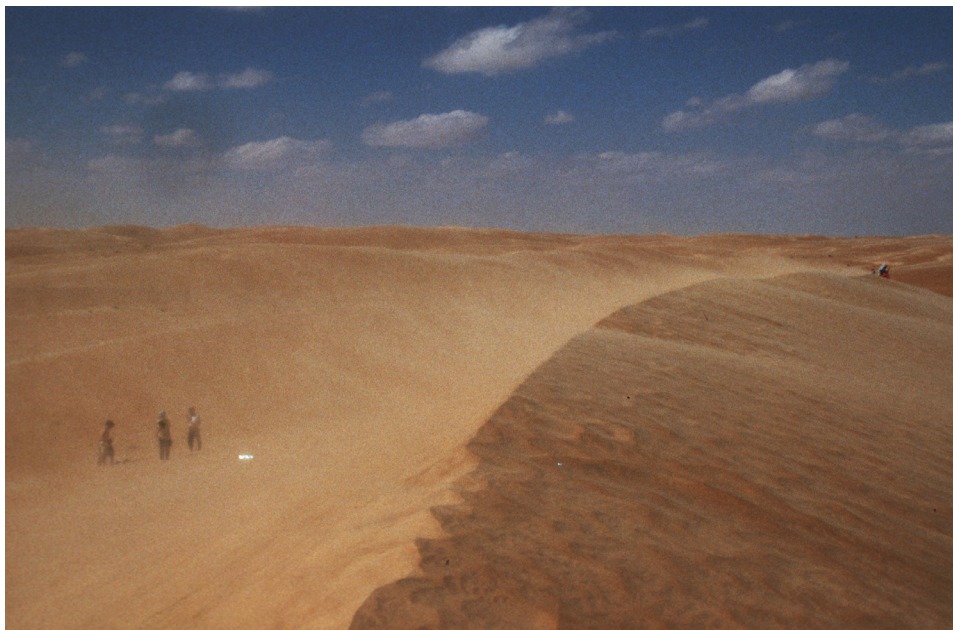


FIGURA 211

Dune costiere prospicienti l'Oceano Atlantico. Si riconoscono, da sinistra a destra, l'oceano, un sistema primario di dune poco colonizzate dalla vegetazione, una depressione interdunare e un sistema secondario con vegetazione più sviluppata. Ria de Aveiro, Portogallo



FIGURA 212

Pavimento di deflazione in ambiente desertico sviluppato su un terrazzo fluviale pleistocenico. Wadi Arah, Marmul, Oman. La scala misura 20 cm



FIGURA 213

Dettaglio della sabbia costituente un deposito di colianite. Ponta de São Lourenço, isola di Madeira, Portogallo



FIGURA 214

Spessa successione di eolianiti di una duna consolidata messa in luce dall'erosione costiera, caratterizzate da stratificazione incrociata. La superficie è coperta da sabbie sciolte attuali. Presso Praia do Malhão, Odemira, Portogallo



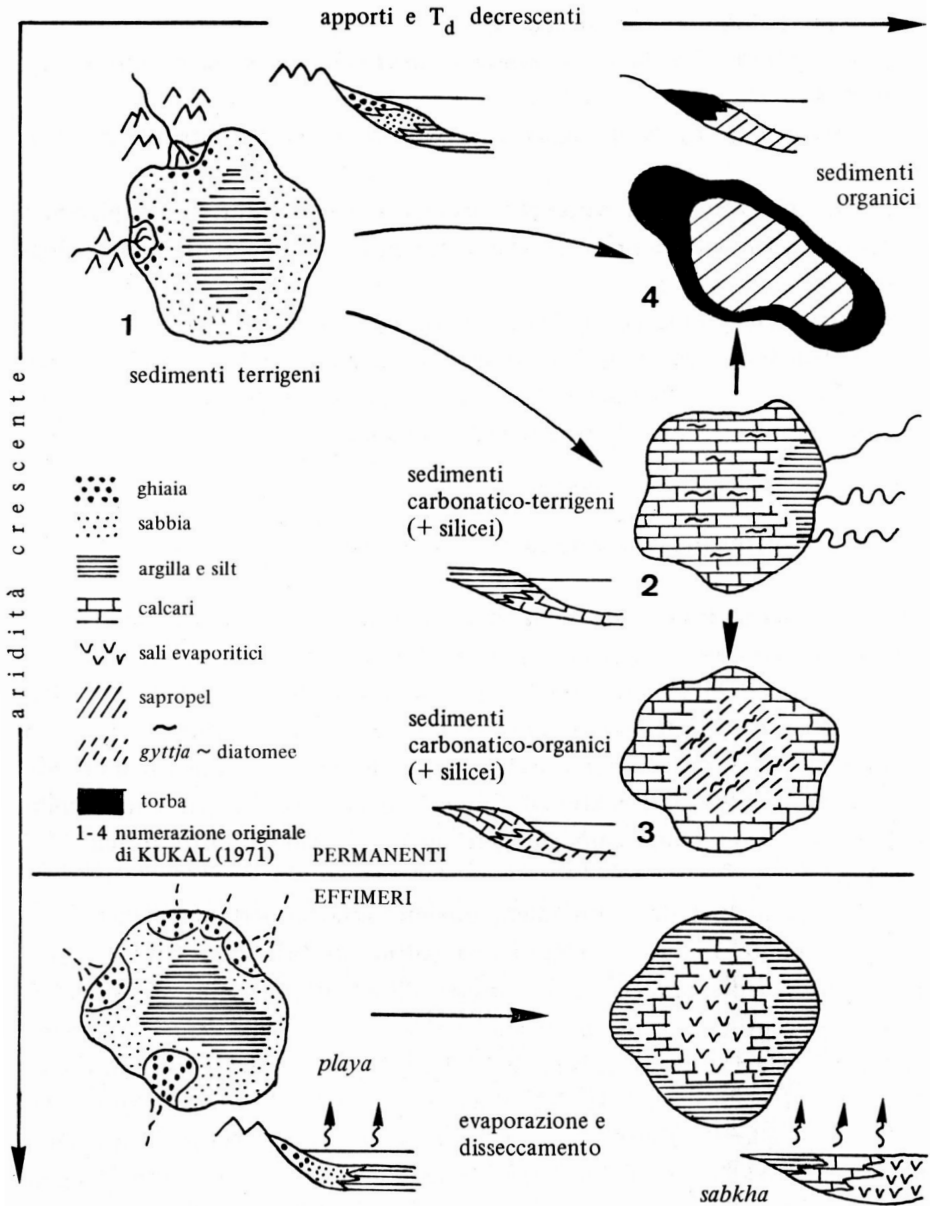
FIGURA 215

Spessa successione di loess del Pleistocene Superiore contenente al suo interno un profilo di suolo sepolto deformato dall'azione del gelo. Rocourt, Belgio. Le scale misurano 2 m



FIGURA 216

Caratteristiche sedimentarie degli accumuli lacustri, con indicazione delle principali facies



Fonte: Ricci Lucchi (1980, vol. III, p. 96, fig. 51), © CLUEB 1980.

FIGURA 217

Successione di marne lacustri e sedimenti palustri arricchiti in carbonati e solfati secondari (al tetto si riconosce un orizzonte pedogenetico con accumulo secondario di gesso). Al-Ramlat al-Wahiba, Oman. La scala misura 20 cm

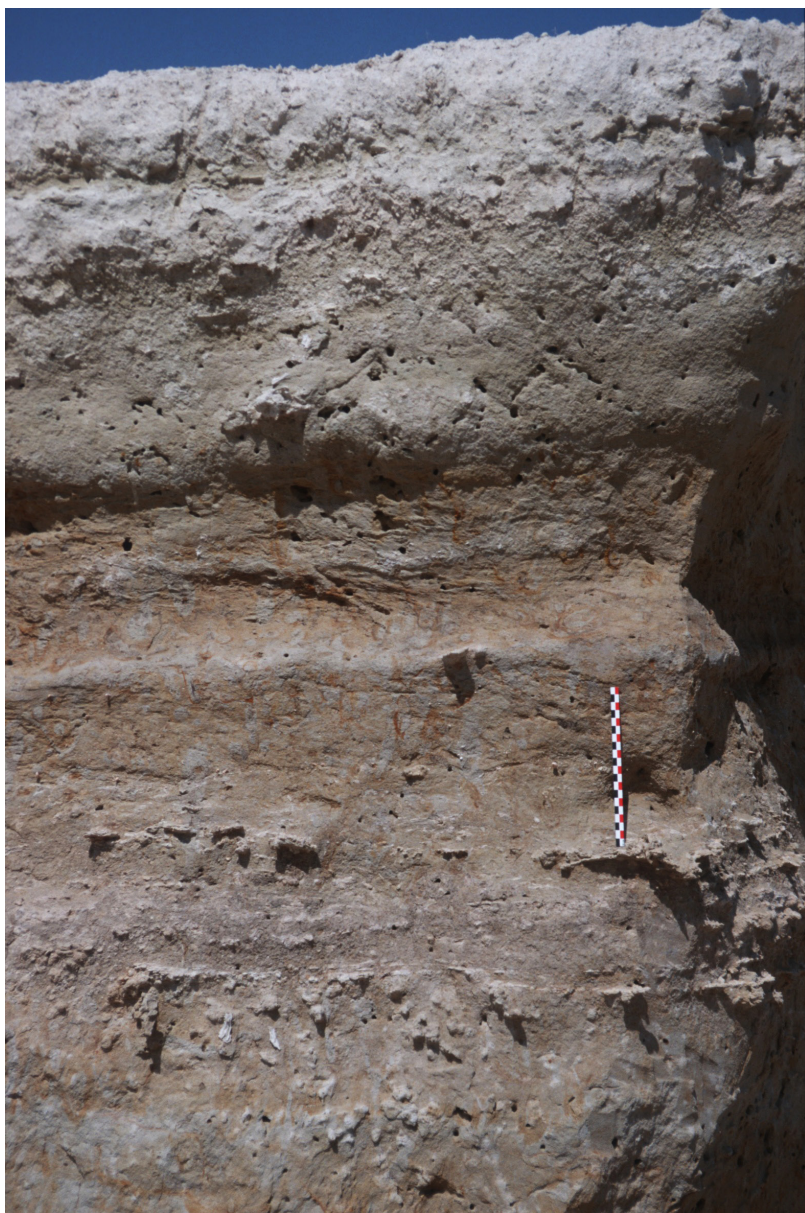


FIGURA 218

Sezione di depositi torbosi. Isola di Yell, Shetland, Scozia (cfr. FIG. 57). Lo spessore della sezione è di circa 70 cm



FIGURA 219

Sedimenti lacustri ritmici campionati da carotaggio meccanico. Bacino lacustre pleistocenico di Leffe-Gandino (BG). Lo spessore di carota visibile è di circa 50 cm



FIGURA 220

Vista panoramica delle torbiere del basso Sebino presso Provaglio d'Iseo (BS), attualmente trasformate in zona umida per effetto dell'estrazione della torba avvenuta durante il XIX e il XX secolo.



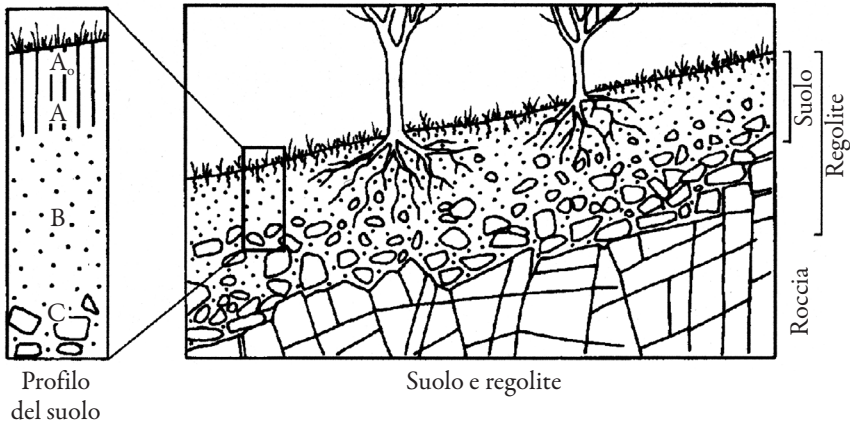
FIGURA 221

Vista parziale della torbiera di Fiaavè-Carera (TN). I pali lignei affioranti dall'acqua fanno parte della palizzata della palafitta datata all'età del Bronzo; la parte affiorante dei pali misura una decina di cm



FIGURA 222

Rappresentazione semplificata del suolo e del regolite. L'orizzonte indicato in figura "A_o" viene oggi denominato "orizzonte O"



Fonte: Cremaschi (2000, cap. 1, p. 28, fig. 1).

FIGURA 223

Schema illustrante gli stadi di sviluppo di un ipotetico suolo nel corso del tempo (t): 1. il *parent material* si trova esposto in condizioni subaeree sotto una superficie stabile; 2. nella fase iniziale si sviluppa un sottile orizzonte A: il suolo presenta profilo A-C; 3. con il tempo il profilo si approfondisce e si forma l'orizzonte B: il suolo possiede ora profilo A-B-C; 4. nel suo stadio maturo il suolo presenta un profilo profondo articolato in più orizzonti ben sviluppati. L'ipotetico profilo, semplificato, corrisponde all'evoluzione di un suolo in ambiente temperato umido su *parent material* non carbonatico; nello schema non è raffigurato l'orizzonte O

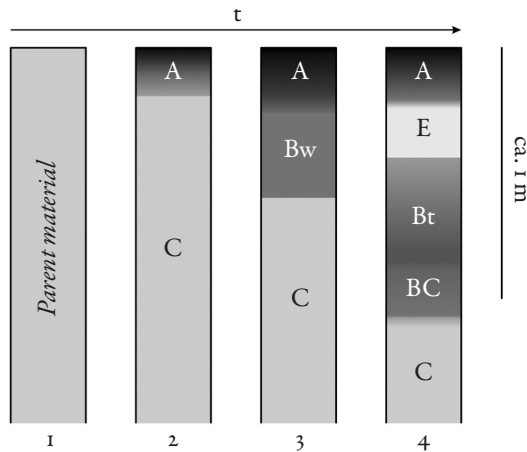


FIGURA 224

Micrografia al microscopio petrografico di un grano di feldspato (il componente minerale primario) in corso di alterazione, con formazione di minerali delle argille e altri fillosilicati (i componenti minerali secondari: sono le particelle di colore giallo visibili dentro il grano di feldspato), visto in XPL. Sito di Encosta de Sant'Ana, Lisbona, Portogallo. La larghezza dell'immagine è di 1,8 mm

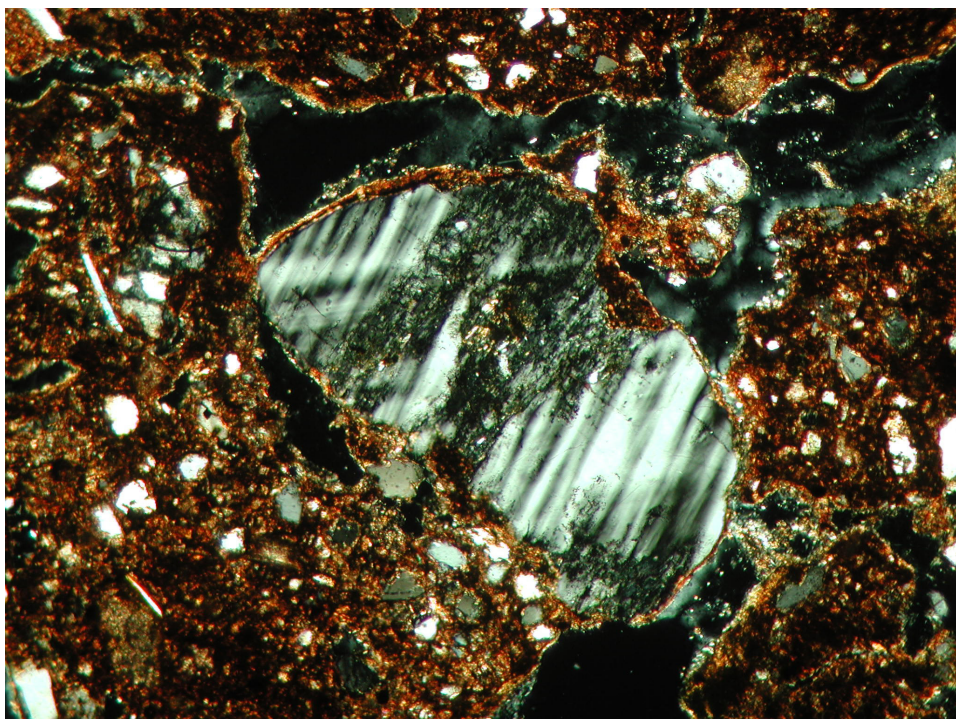


FIGURA 225

Rivestimenti di ossidi ferro-manganesiferi su ciottoli nell'orizzonte C di un suolo sviluppato su ghiaie pleistoceniche. Cava presso Zaldueño, Burgos, Spagna. Le scale misurano 20 cm



FIGURA 226

Esempio di lettiera (orizzonte O) in una faggeta di bassa montagna durante l'autunno. Monte Creino, val di Gresta (TN).



FIGURA 227

Distribuzione della sostanza organica in un profilo di suolo sviluppato in ambiente di prateria (a sinistra) e sotto copertura forestale (a destra). Le lettere maiuscole a sinistra delle colonnine indicano gli orizzonti di suolo

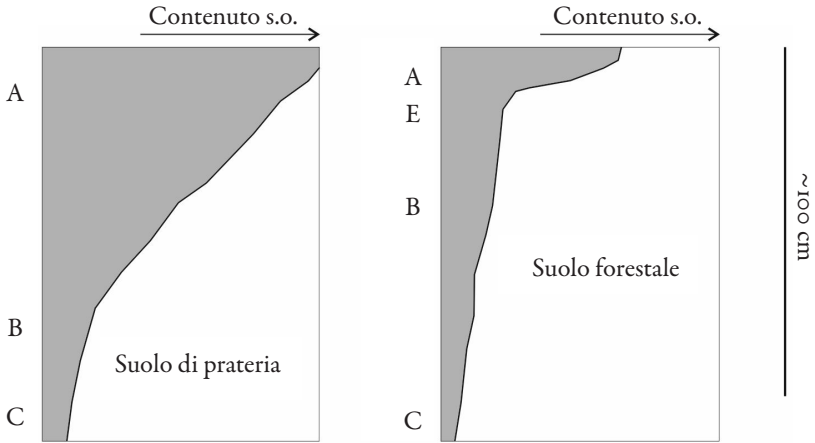
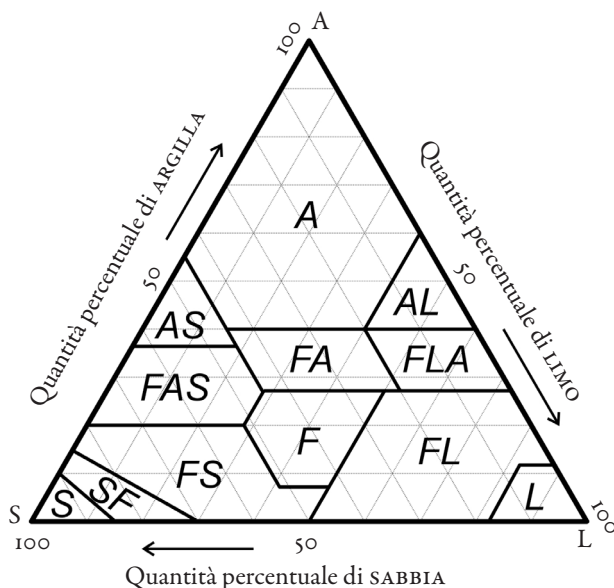


FIGURA 228

Rappresentazione della tessitura mediante diagramma triangolare. I tre vertici del triangolo equilatero corrispondono all'argilla pura (A, in alto), al limo puro (L, in basso a destra) e alla sabbia pura (S, in basso a sinistra): spostandosi verso l'alto aumenta la percentuale di argilla, verso destra il limo e verso sinistra la sabbia. L'area del triangolo è suddivisa in campiture che definiscono le denominazioni delle tessiture dei terreni, che sono le seguenti: A: argilla; AS: argilla sabbiosa; AL: argilla limosa; FAS: franco argilloso sabbioso; FA: franco argilloso; FLA: franco limoso argilloso; FS: franco sabbioso; F: franco; FL: franco limoso; L: limo; SF: sabbia franca; S: sabbia



Fonte: modificato dal *Soil Textural Triangle* dello USDA (United States Department of Agriculture), disponibile ad accesso libero nel sito www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/?cid=nrcs142p2_054167 (ultima consultazione il 31 ottobre 2021).

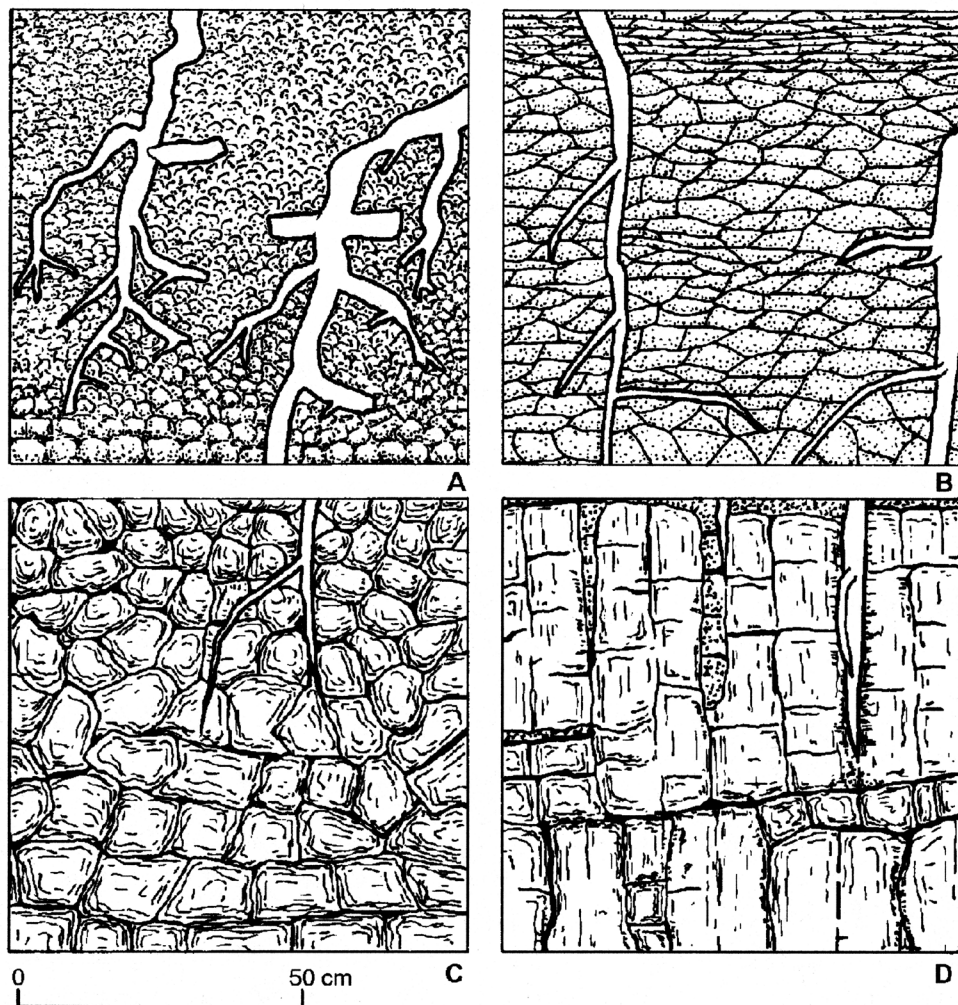
FIGURA 229

Esempio di struttura pedogenetica: orizzonte A attuale sviluppato su colluvi fini, con aggregazione granulare ben sviluppata e porosità medio-alta costituita da *packing voids* (vuoti da impacchettamento). Lugo di Grezzana (VR)



FIGURA 230

I diversi tipi di aggregazione del suolo: *a*) granulare, con canali di radici che attraversano il materiale di suolo; *b*) lamellare e lenticolare, con canali di radici (gli aggregati sono separati da vuoti planari con delineazione prevalentemente orizzontale o poco inclinata); *c*) poliedrica subangolosa (sopra) e angolosa (sotto) (gli aggregati poliedrici sono separati da vuoti planari); *d*) prismatica (gli aggregati sono separati da vuoti planari ad andamento sia orizzontale sia verticale)



Fonte: Cremaschi (2000, cap. 1, p. 42, fig. 7).

FIGURA 231

Utilizzo della *Munsell Soil Color Chart* per la determinazione del colore sul terreno

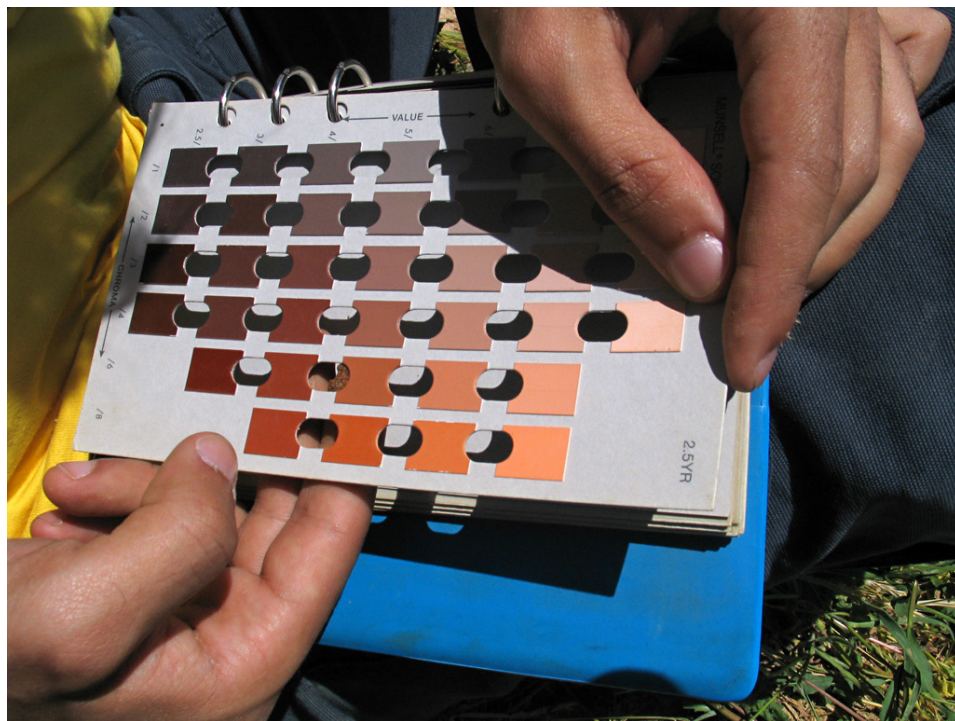


FIGURA 232

Immagine al microscopio petrografico di un rivestimento (*coating*) all'interno di un poro, visto in XPL. Si tratta di un rivestimento laminato costituito da argilla, riconoscibile grazie al colore d'interferenza rosso-aranciato. Barca do Xarez de Baixo, Alentejo, Portogallo. La larghezza dell'immagine è di circa 1 mm

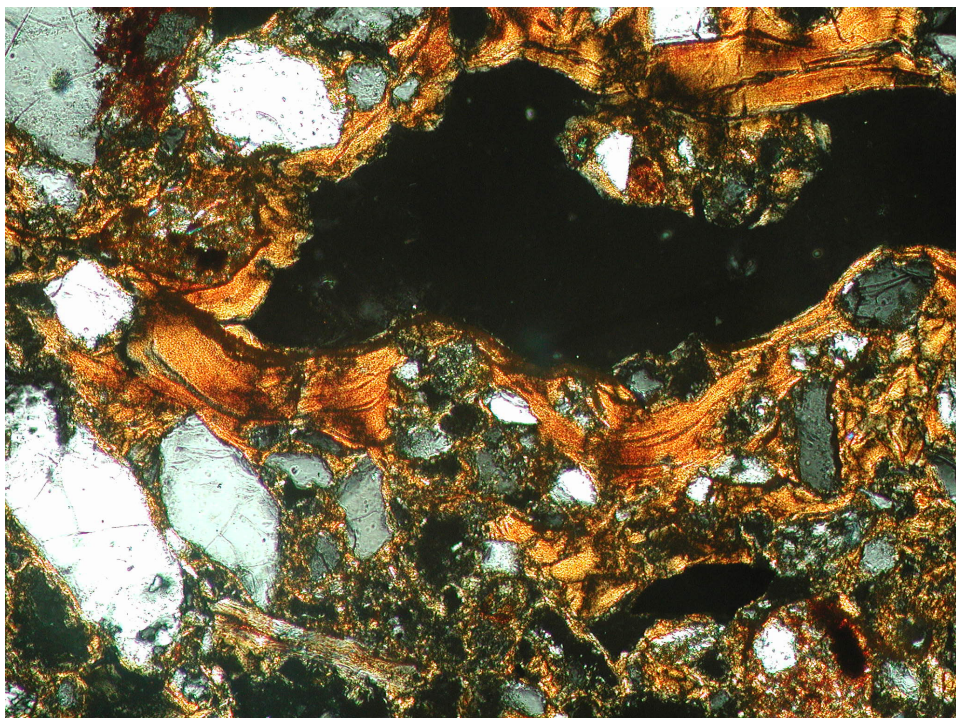


FIGURA 233

Immagine al microscopio petrografico di un riempimento (*infilling*) di origine biologica all'interno di un canale, visto in PPL. Abrigo do Lagar Velho, Lapedo, Leiria, Portogallo. La larghezza dell'immagine è di circa 8 mm

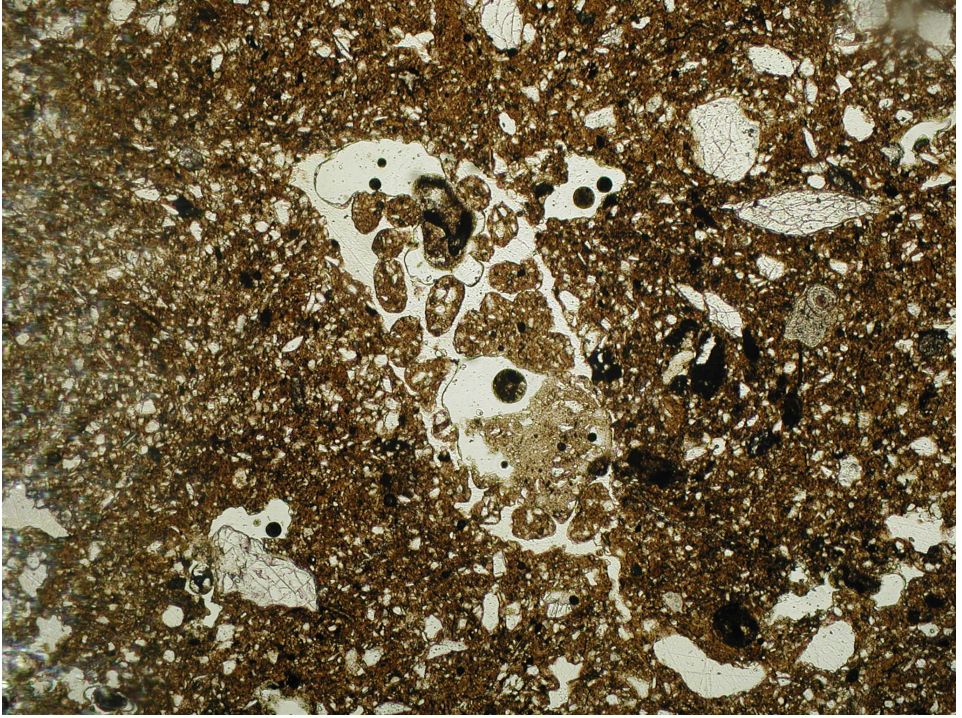


FIGURA 234

Immagine al microscopio petrografico di un nodulo composto da ossidi amorfi di ferro-manganese visto in PPL. Encosta de Sant'Ana, Lisbona, Portogallo. La larghezza dell'immagine è di circa 2 mm

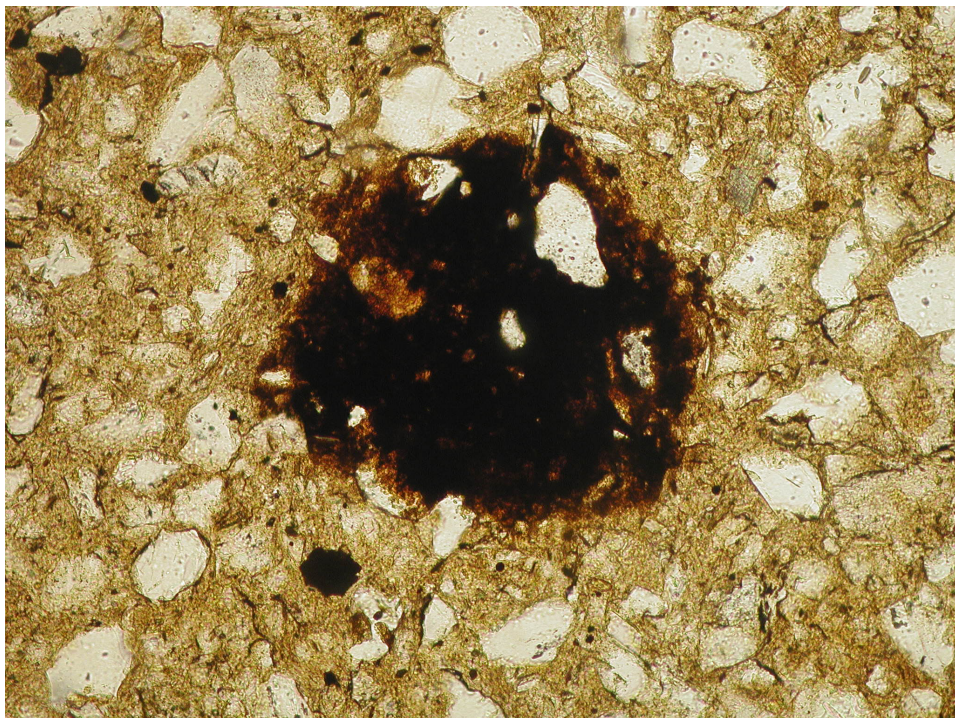


FIGURA 235

Esempio di bioturbazione: canale di lombrico in uno strato di sabbia limosa, riempito da materiale proveniente dallo orizzonte A sepolto di un soprastante suolo di età atlantica. Encosta de Sant'Ana, Lisbona, Portogallo (Angelucci *et al.*, 2007). La scala nella figura misura 10 cm



FIGURA 236

Suolo caratterizzato da accumulo di carbonati secondari, con formazione di un orizzonte petrocalcico ("caliche") su ghiaie terziarie. Barranco de Gebas, Murcia, Spagna



FIGURA 237

Profilo di suolo bruno ben sviluppato, su colluvi fini di età olocenica, articolato negli orizzonti A, B e C. Lugo di Grezzana (VR). La scala misura 1 m



FIGURA 238

Profilo di suolo recente formato su sabbie pleistoceniche, con sviluppo di rubefazione nell'orizzonte B grazie al *parent material* sabbioso, molto drenante; il profilo è troncato per l'asportazione dell'orizzonte A. Sotto l'orizzonte B affiora un orizzonte C moderatamente arricchito di carbonati secondari. Presso Bovolone (VR). La scala nell'immagine misura circa 180 cm



FIGURA 239

Orizzonte pedogenetico Bt sviluppato su loess pleistocenico: l'accumulo secondario di argilla illuviale ha determinato la genesi di *clay bands* (bande argillose) riconoscibili nella parte bassa del profilo. Si noti la bioturbazione negli orizzonti superiori, riconoscibile dalla presenza di canali verticali. Cava di Roborst, Gent, Belgio. La scala misura 2 m

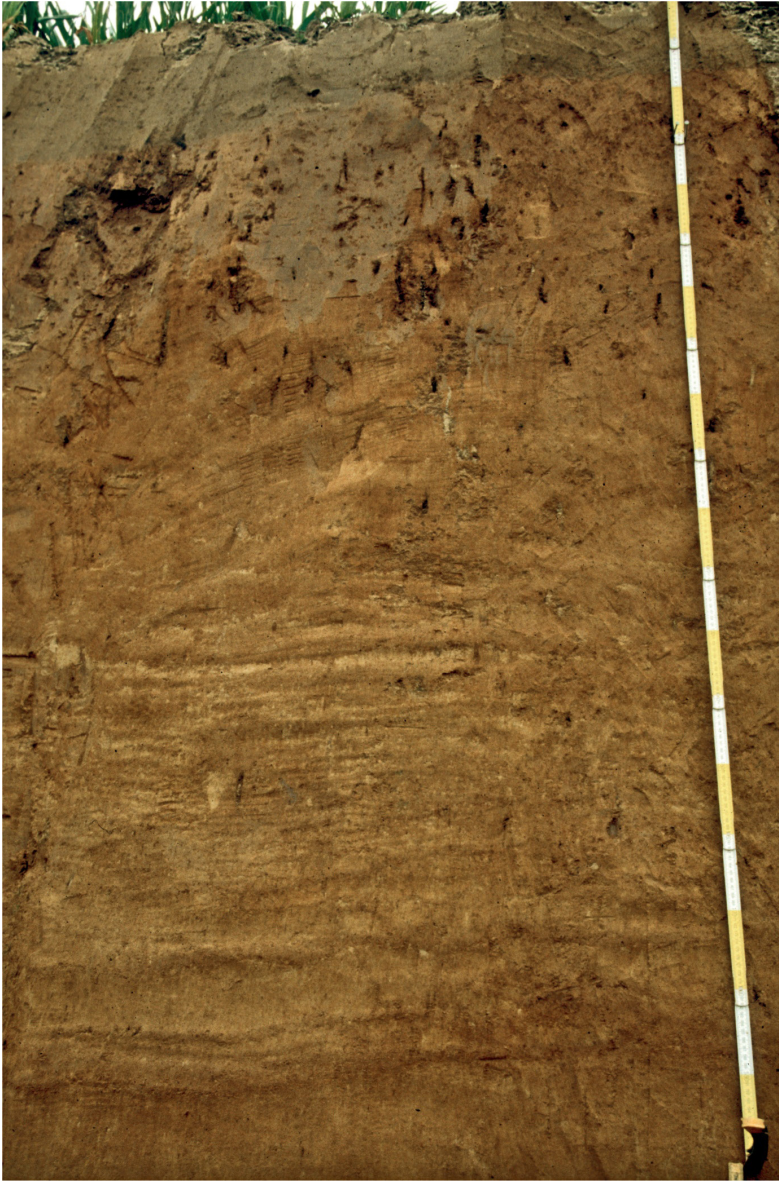


FIGURA 240

Un profilo di podzol sepolto, sviluppato su sabbie eoliche pleistoceniche e coperto da sabbie recenti (di colore giallo; il profilo del podzol inizia in corrispondenza dello zero della scala metrica). La scansione del profilo di suolo sepolto comprende gli orizzonti A, E, B e C (alla base dell'affioramento). Presso Meer, Anversa, Belgio

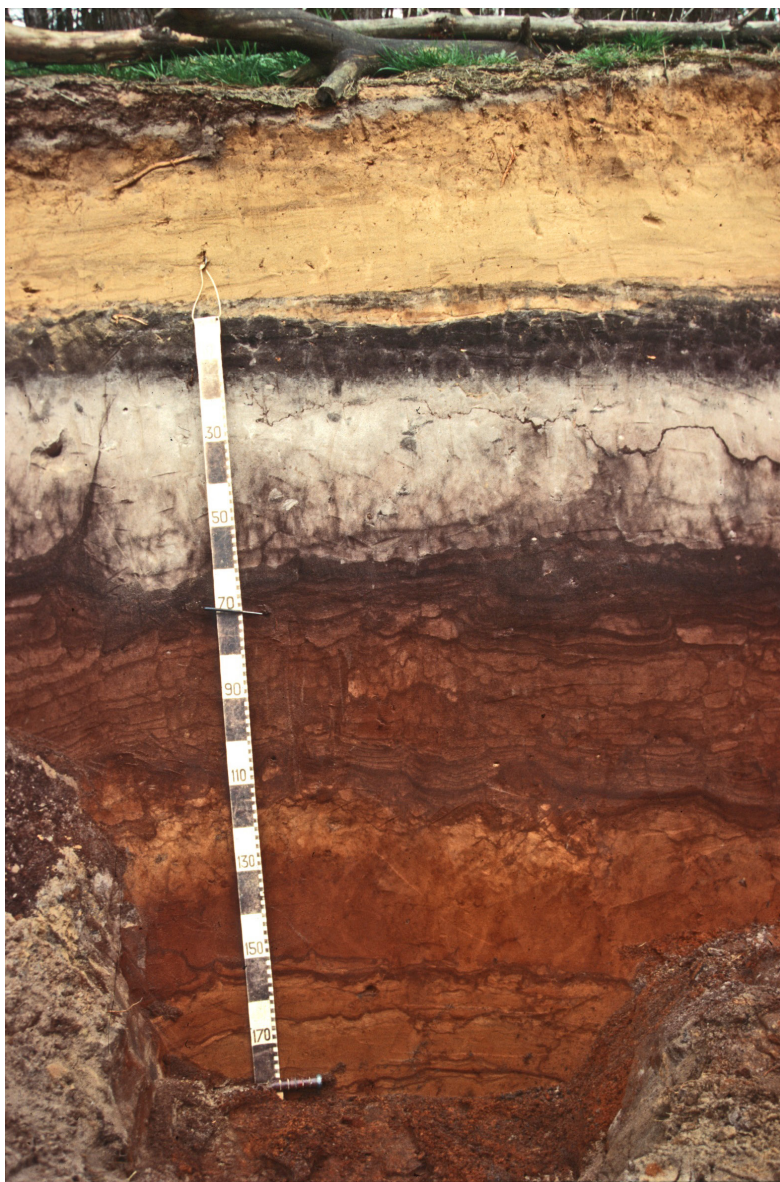


FIGURA 241

Screziature di colore dovute a ossidoriduzione in sedimenti alluvionali fini dell'Olocene medio.
Quinta da Torrinha, Almada, Portogallo

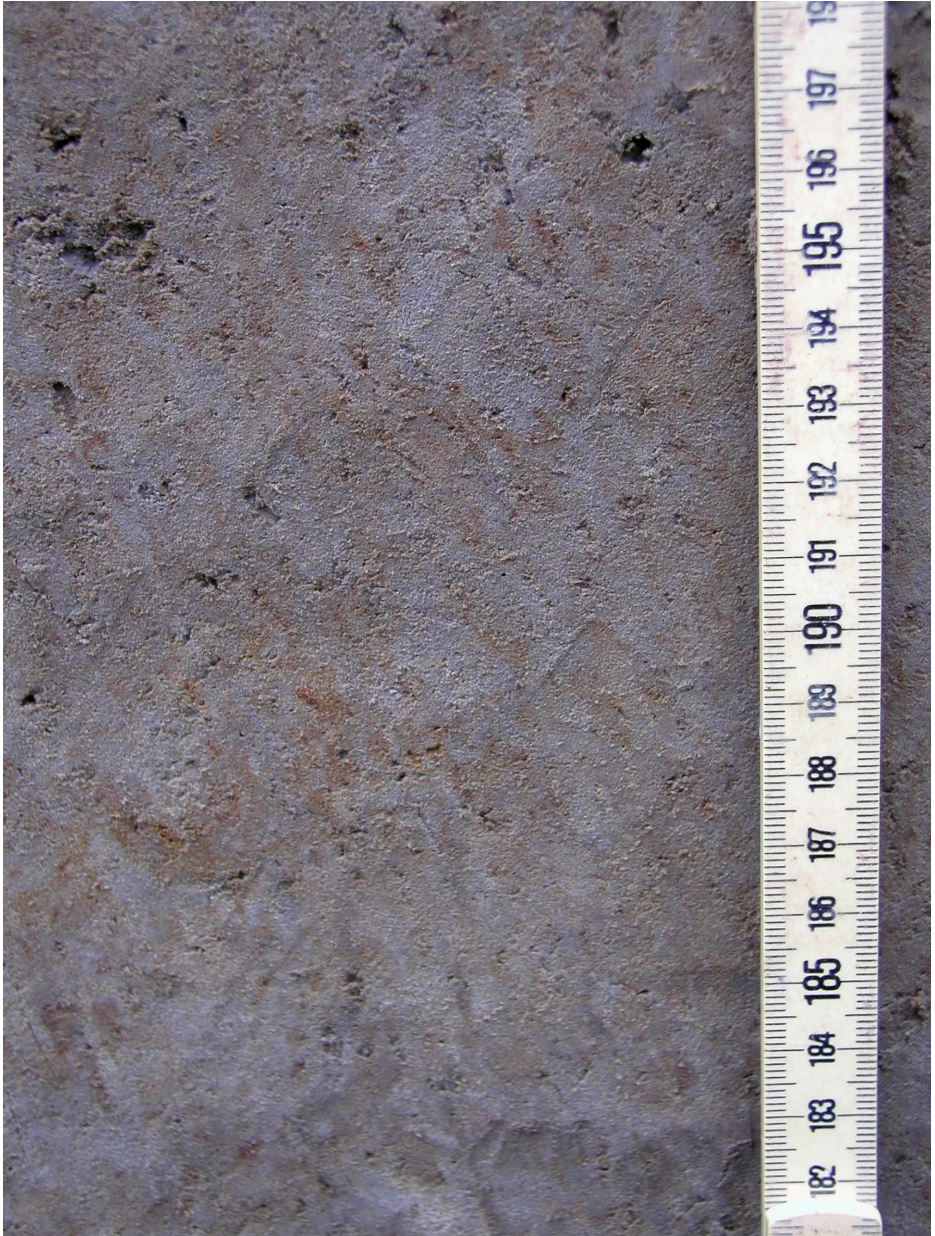


FIGURA 242

Orizzonte pedogenetico Ap con limite inferiore marcato dalle tracce di vomere, sviluppato su sabbia fine colica di età pleistocenica. Presso Sint-Martens-Latem, Gent, Belgio. La scala misura 40 cm



FIGURA 243

Orizzonte pedogenetico E ben sviluppato. Presso Meer, Anversa, Belgio (cfr. FIG. 240)

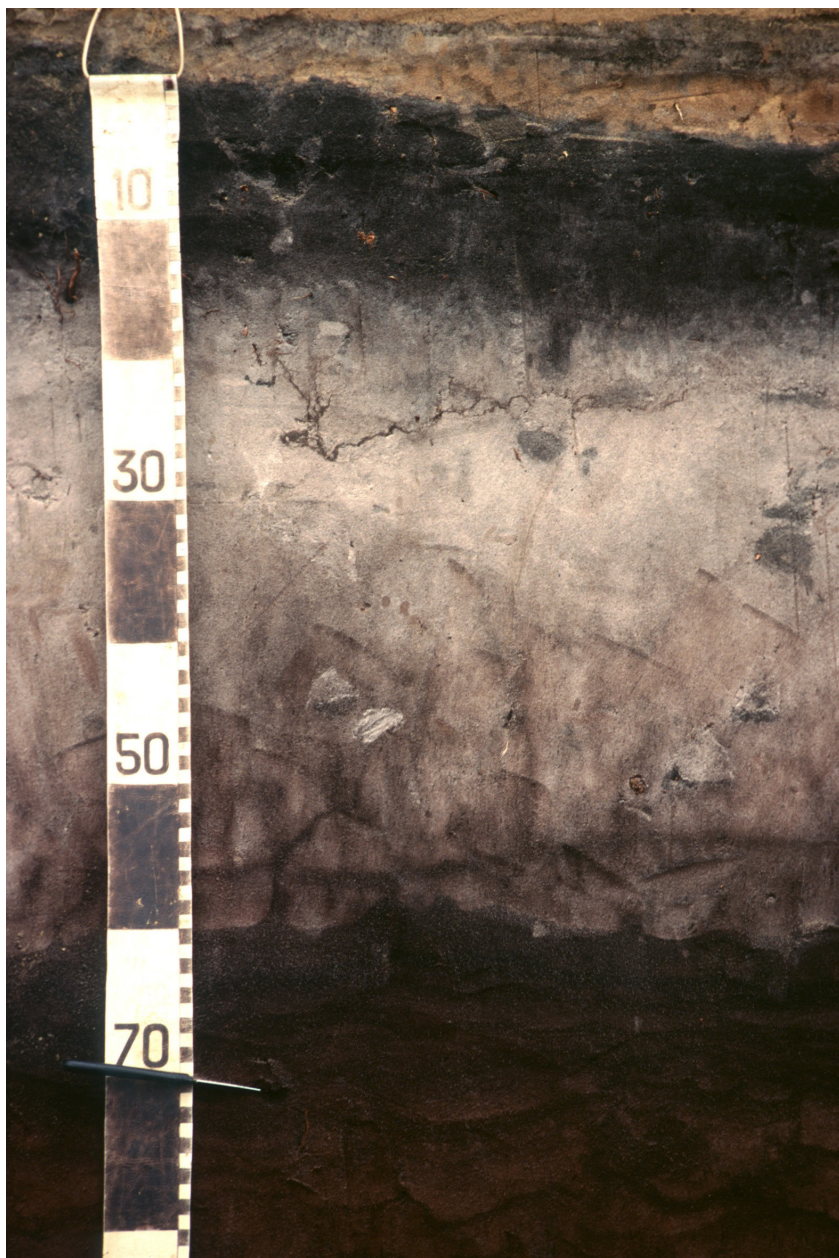


FIGURA 244

Esempio di suolo sepolto. L'orizzonte A visibile nella parte bassa dell'immagine, databile all'Olocene medio, è stato sigillato da uno strato di ghiaia che ne ha interrotto la pedogenesi. Si noti la struttura prismatica degli orizzonti di suolo, con aggregati sviluppati in direzione verticale, separati da vuoti planari. Sito archeologico di Collecchio-Tangenziale (PR); cfr. FIG. 137. La scala riportata sulla lavagna misura 10 cm



FIGURA 245

Esempio di paleosuolo tuttora esposto. Si tratta di un suolo la cui evoluzione è iniziata nell'ultimo interglaciale (Eemiano, circa 120.000 anni fa) e che è stato successivamente interessato da condizioni climatiche fredde durante l'ultimo ciclo glaciale, sviluppando caratteristiche associate a fenomeni di ossidoriduzione con migrazione e accumulo di ossidi ferro-manganesiferi. Il profilo testimonia un'evoluzione prolungata nel tempo, ma è ancora esposto in superficie. Profilo presso Lugo di Grezzana (VR). La scala misura 1 m



FIGURA 246

Sezione sottile di grande formato raccolta dal fondo di un *ustrinum* (struttura funeraria d'incinerazione di epoca romana, cfr. Angelucci, 2008). La sezione sottile misura 95 × 55 mm. Encosta de Sant'Ana, Lisbona, Portogallo



FIGURA 247

Campione indisturbato per micromorfologia archeologica, imballato in carta, proveniente da Castelo da Lousa, Mourão, Portogallo. L'altezza del campione è di 12 cm circa



FIGURA 248

Campionatura per micromorfologia archeologica: sezione stratigrafica da cui sono stati isolati i blocchi di terreno che saranno successivamente rivestiti con bende di gesso ed estratti dal terreno. Abric de la Cativera, Tarragona, Catalogna. La scala misura 1 m



FIGURA 249

Campionatura per micromorfologia archeologica: campione integro rivestito con bende di gesso, pronto per l'estrazione dalla sezione stratigrafica. Abric de la Cativera, Tarragona, Catalogna. La scala misura 50 cm



FIGURA 250

Microscopio ottico a luce polarizzata (detto anche microscopio petrografico) con indicazione dei principali componenti. Si tratta di un microscopio Carl Zeiss Jenapol

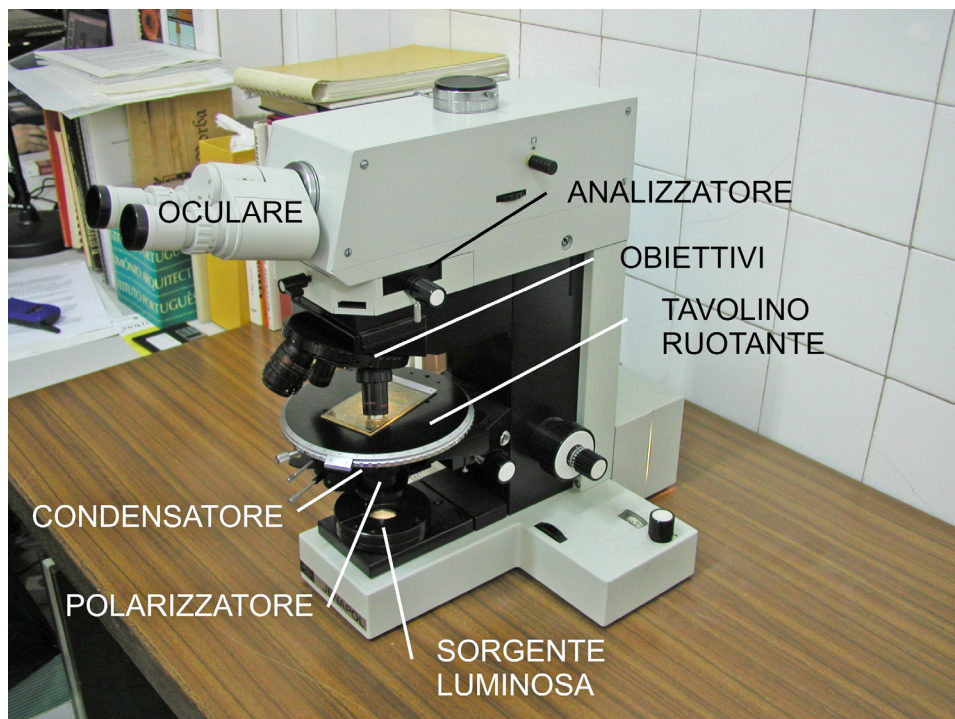


FIGURA 251

Sezione sottile di grande formato sul tavolino rotante del microscopio petrografico durante l'osservazione. Il lato maggiore della sezione sottile misura 95 mm

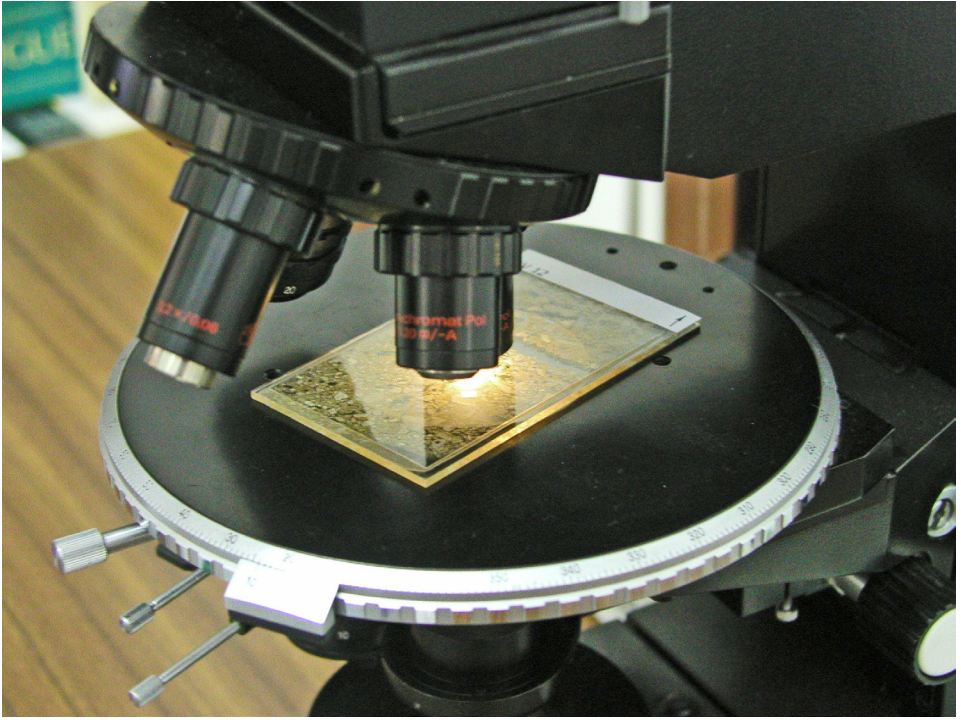


FIGURA 252

Immagine al microscopio petrografico di un manufatto litico in selce (al centro dell'immagine) e di un frammento di conchiglia (in basso a sinistra) imballati nei sedimenti della paleosuperficie epigravettiana del Riparo Dalmeri (TN) visti in PPL. L'osservazione in PPL permette di definire la dimensione e la morfologia dei componenti, mentre la visione in XPL consente di identificare la composizione dei materiali (FIG. 253)

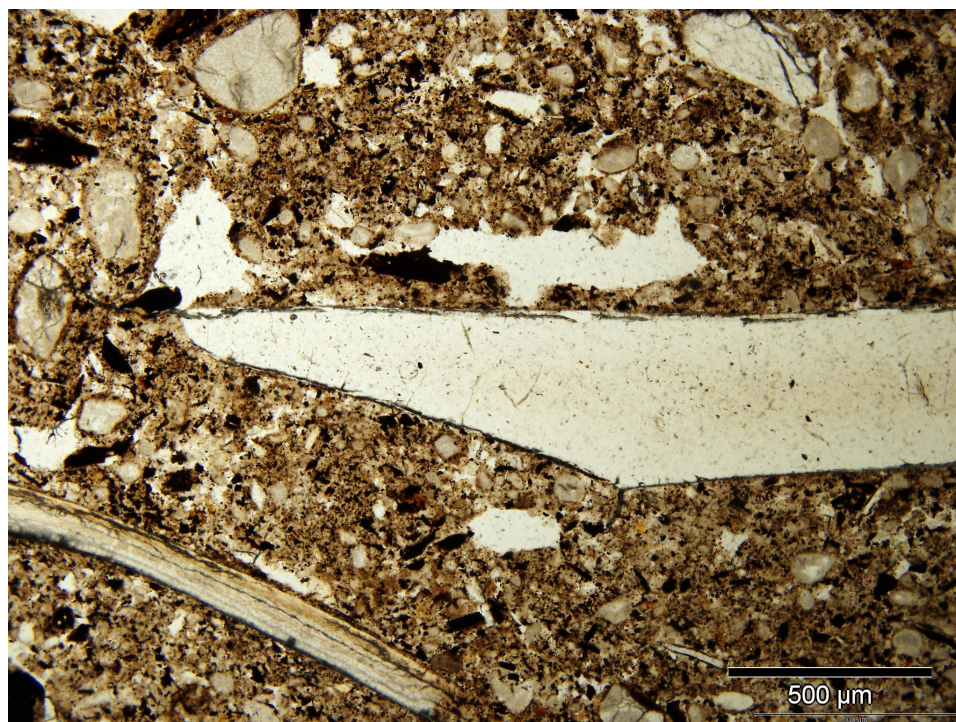


FIGURA 253

Immagine al microscopio petrografico di un manufatto litico in selce (al centro dell'immagine) e di un frammento di conchiglia (in basso a sinistra) in XPL. L'osservazione in XPL consente di definire la composizione mineralogica dei componenti, a differenza della vista in PPL (cfr. FIG. 252). Riparo Dalmeri (TN)

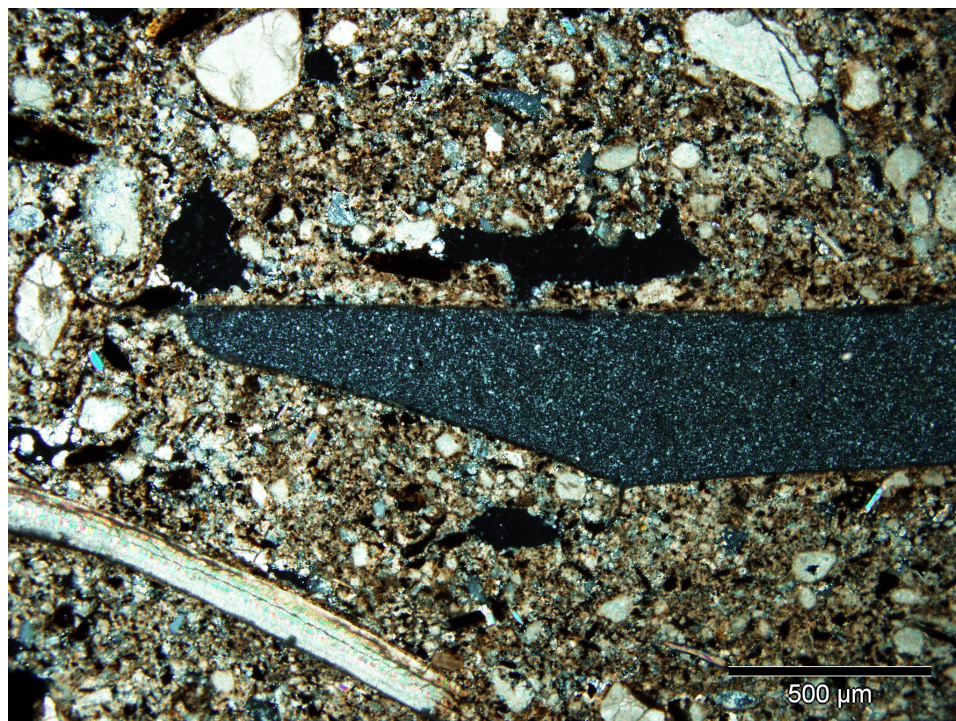


FIGURA 254

Immagine al microscopio petrografico di un frammento costituito da fosfati amorfi (con ogni probabilità un frammento di coprolite) osservato in XPL; il frammento risulta estinto, mentre in luce blu (cfr. FIG. 255) emette radiazione luminosa. Gruta da Oliveira, Almonda, Portogallo. La scala (in basso a destra) equivale a 1 mm

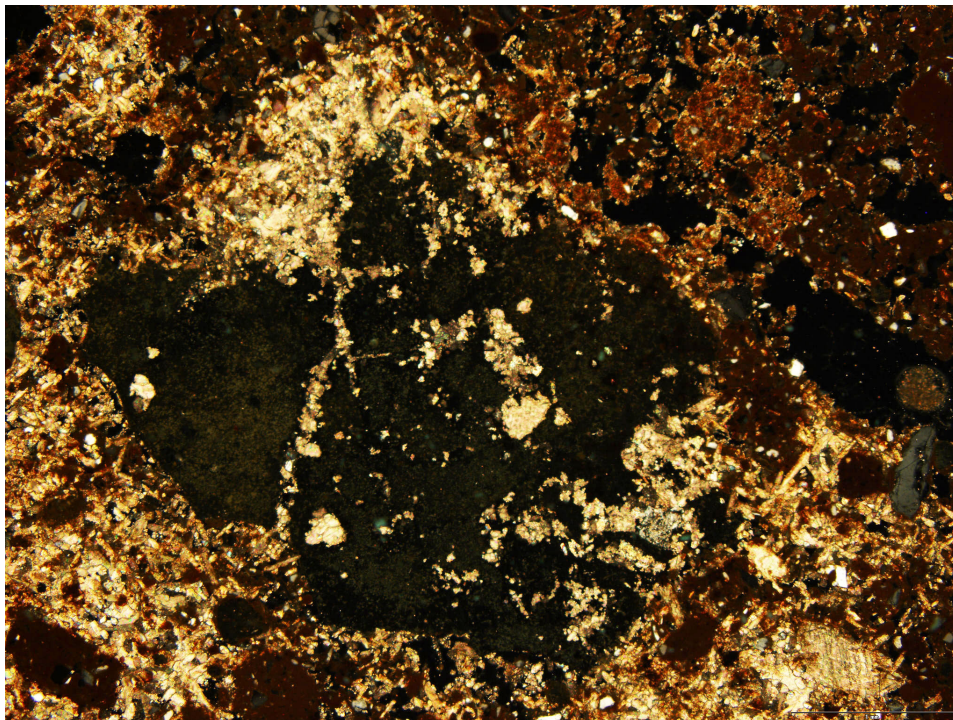


FIGURA 255

Immagine al microscopio petrografico di un frammento costituito da fosfati amorfi (cfr. FIG. 254), osservato in autofluorescenza con utilizzo di luce blu (BL); il frammento emette radiazione luminosa nella lunghezza d'onda del verde. Gruta da Oliveira, Almonda, Portogallo. La scala (in basso a destra) equivale a 1 mm

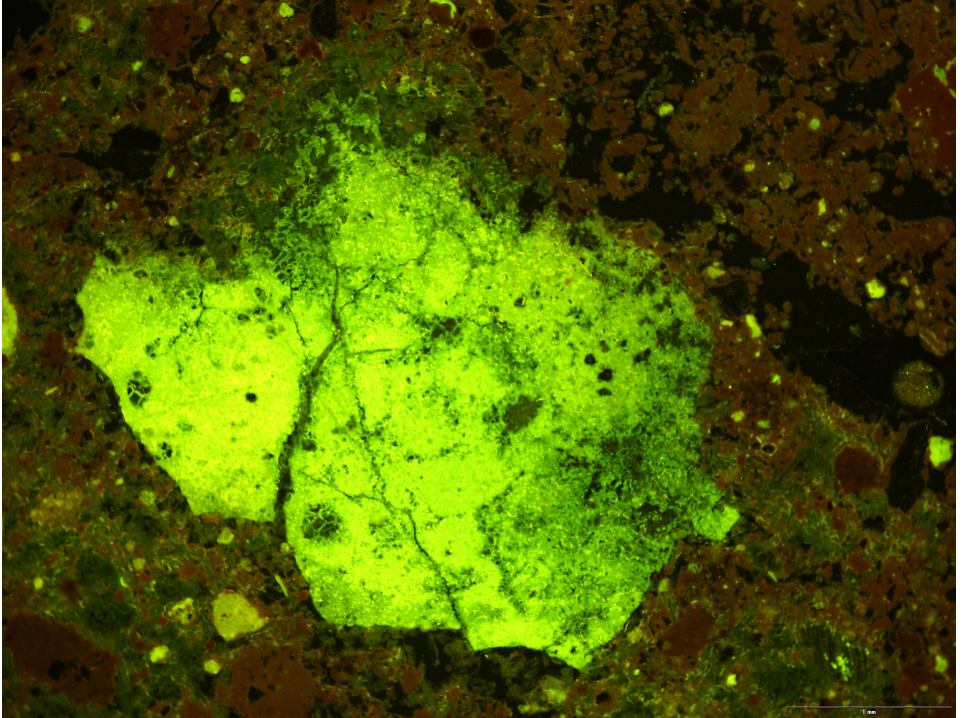


FIGURA 256

Schematizzazione semplificata dei tre principi fondamentali della stratigrafia. Principio di sovrapposizione: lo strato 1 è più recente dello strato 2. Principio di continuità laterale: gli strati 3 e 4 erano originariamente continui (e quindi parte dello stesso strato). Principio di orizzontalità originale: la deformazione dello strato 5 si deve a processi successivi alla sua deposizione; originariamente lo strato si era accumulato su una superficie orizzontale

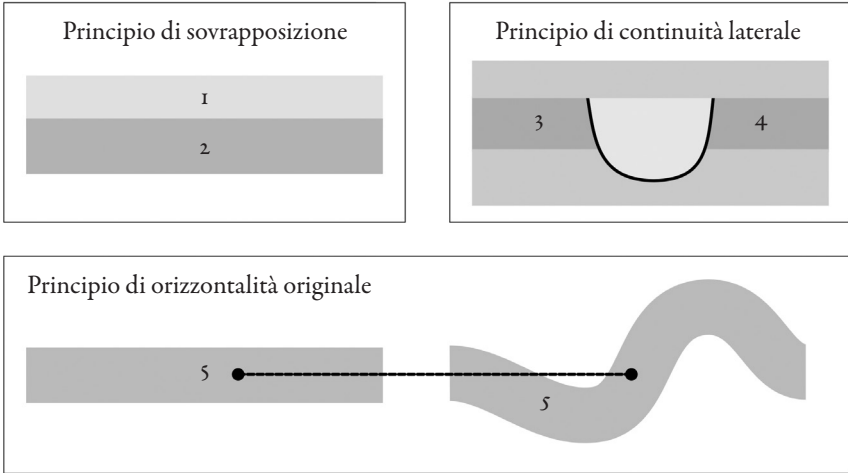
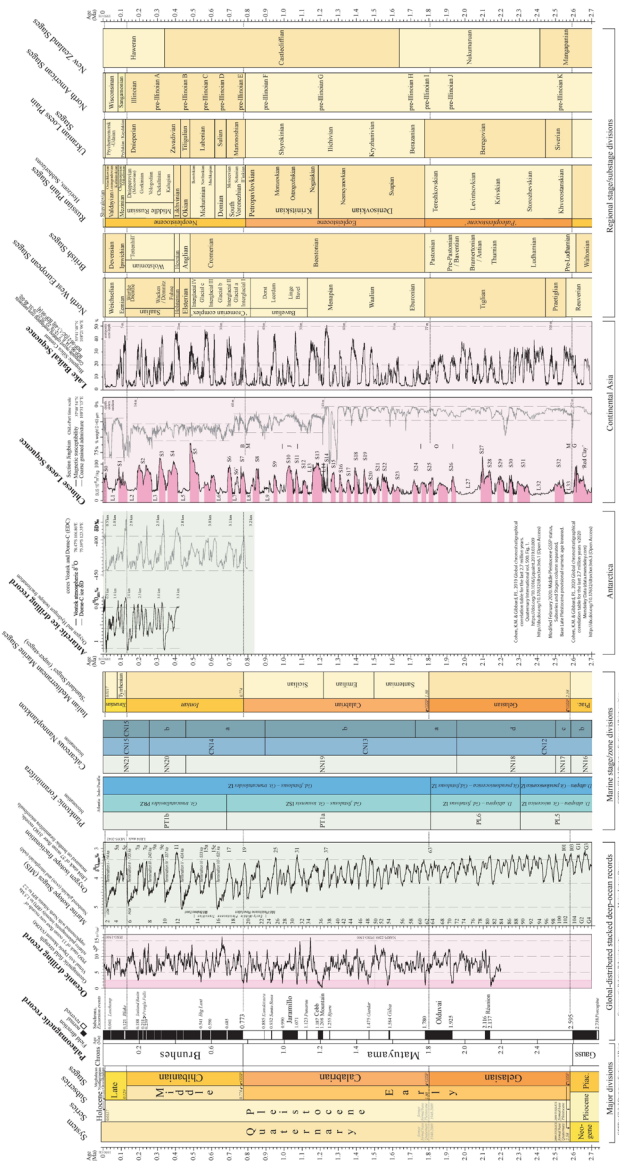


FIGURA 257
Schema di correlazione cronostratigrafica degli ultimi 2,7 milioni di anni, aggiornato al 2020.



Lo schema sintetizza i dati disponibili per il Quaternario, da sinistra a destra: suddivisioni principali (*major divisions*) con indicazione dei sistemi, delle serie, delle subserie e dei piani (rispettivamente *systems, series, subseries e stages*) e del registro paleomagnetico, includendo le epoche e gli eventi di polarità; dati relativi alle variazioni isotopiche dell'ossigeno registrate dai fondali oceanici (*oceanic drilling record*) e stadi isotopici dell'ossigeno (MIS): suddivisioni basate sulla zonazione marina (*marine stage/zone divisions*), sui foraminiferi (*planktonic foraminifera*), sul nanoplankton (*calcareous nanoplankton*) e sui terrazzi marini italiani (*Italian Mediterranean Marine Stages*); suddivisioni basate sul record antartico, sulle successioni dei loess cinesi e sulle successioni del lago Baikal; a destra, principali suddivisioni a scala regionale (*regional stage/substage divisions*) per l'Europa nord-occidentale, le isole britanniche, la pianura russa, i loess ucraini, il Nord America e la Nuova Zelanda

Fonte: versione aggiornata (2020) del grafico di Cohen, Gibbard (2019), disponibile con licenza Creative Commons CC-BY-4.0 in <https://data.mendeley.com/datasets/dsn3xn3n6/3> (ultima consultazione il 31 ottobre 2021).

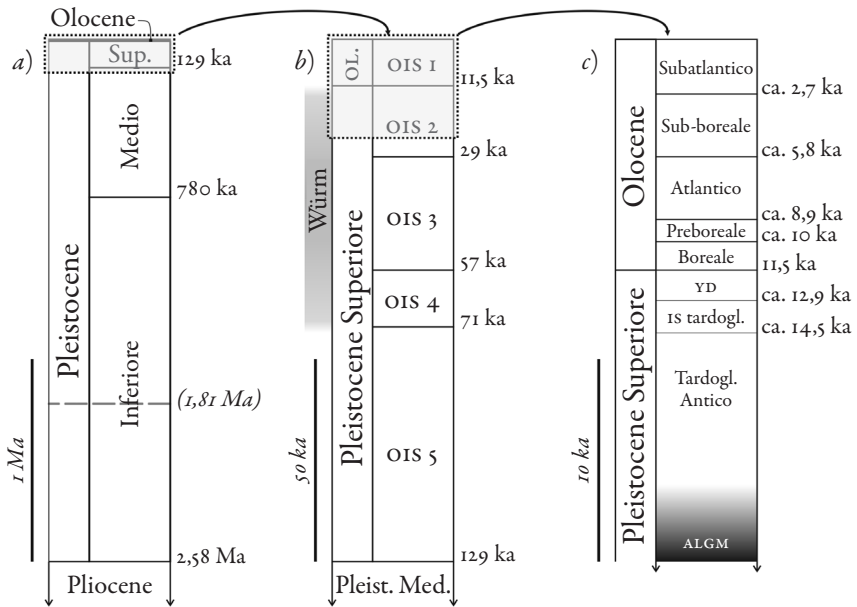
FIGURA 258

Schemi cronostratigrafici semplificati delle principali suddivisioni del Quaternario (*a*), dell'ultimo ciclo glaciale-interglaciale (*b*) e degli ultimi 25.000 anni circa (*c*). La scala temporale varia da una colonna all'altra; le età riportate sono orientative (ka: migliaia di anni; Ma: milioni di anni).

a) il Quaternario; la linea grigia in alto corrisponde all'Olocene; la linea tratteggiata in corrispondenza dell'età 1,81 Ma rappresenta l'inizio del Quaternario come definito fino al 2006; il rettangolo puntinato indica l'intervallo raffigurato in *b*).

b) Pleistocene Superiore e Olocene (Ol.), con indicazione degli stadi isotopici dell'ossigeno (OIS); la fascia in grigio a sinistra corrisponde all'estensione cronologica della glaciazione würmiana; il rettangolo con contorno puntinato rappresenta l'intervallo raffigurato in *c*).

c) gli ultimi 25.000 anni; la scansione riportata per l'Olocene è quella tradizionale; per il Pleistocene Superiore si indicano l'Ultimo Massimo Glaciale (ALGM), l'intervallo corrispondente al Tardoglaciale antico, all'interstadio tardoglaciale (IS tardogl.) e al Dryas Recente (YD)



Fonte: disegno dell'autore. I dati cronologici sono tratti da: Ravazzi (2003); Angelucci, Bassetti (2009); Cohen, Gibbard (2019); Head (2019).