

Quaderni Scientifici - numero 1

Introduzione alla lettura geologica del territorio abruzzese

di

Leo Adamoli

Farindola, ottobre 2024

Presentazione

Con la pubblicazione dei “Quaderni Scientifici”, destinati in primo luogo alle scuole di ogni ordine e grado, e naturalmente a quanti sono interessati alle varie tematiche delle Scienze della Terra, l’Osservatorio di Geologia di Farindola, che già dal 2001 al 2005 aveva avviato il programma didattico-divulgativo “L’ambiente fisico abruzzese ed i rischi geologici: divulgazione delle conoscenze per la tutela dell’ambiente e delle georisorse”, intende contribuire alla formazione di una cultura scientifica geologico-ambientale, fornendo dei materiali complementari rispetto ai normali corsi di insegnamento: materiali scientificamente rigorosi e ad un tempo accessibili, in una prospettiva di divulgazione scientificamente avanzata.

I “Quaderni Scientifici” hanno carattere monografico e sono incentrati su temi geologico-ambientali, oggi particolarmente attuali, intesi a risvegliare interessi culturali ed a fornire conoscenze ed informazioni scientifiche, utili per una corretta comprensione delle complesse interrelazioni fra i vari sistemi naturali e per acquisire la consapevolezza che tutti gli aspetti e fenomeni dell’ambiente fisico che ci circonda, fanno parte di un unico processo dinamico in continua evoluzione.

Si vuole in definitiva contribuire ad affermare sempre di più la consapevolezza che la riqualificazione del sistema ambientale, la tutela del territorio e l’uso delle risorse naturali, devono essere affrontati con un approccio sistemico ispirato al principio della sostenibilità ambientale e che pertanto non si può prescindere da una approfondita conoscenza dell’ambiente naturale nel suo complesso ed in particolare dei suoi caratteri fisici.

Per una migliore comprensione del materiale didattico-divulgativo proposto viene evitato, per quanto possibile, l’abuso di termini tecnici e le espressioni di carattere scientifico sono mantenute entro i limiti della stretta necessità. Quando necessario, viene comunque allegato un ridotto Glossario geologico che consente di comprendere il significato dei termini specialistici ritenuti strettamente indispensabili.

Leo Adamoli

Introduzione

A partire dagli anni Settanta del secolo scorso, e soprattutto in questi primi decenni del XXI secolo, è gradualmente maturata, e non solo nel nostro Paese, la consapevolezza della necessità della tutela dell'ambiente naturale ed è cresciuta di pari passo, da parte della collettività, la domanda di conoscenza del territorio. A questo crescente desiderio di meglio comprendere nella loro organicità i diversi aspetti ed equilibri naturali, non ha fatto seguito però, ai vari livelli istituzionali, una sufficiente promozione culturale nel campo delle discipline scientifiche sperimentali.

Il nostro Paese continua a brillare per incultura scientifica e gran parte della collettività non dispone ancora di un sufficiente bagaglio di conoscenze ed informazioni scientifiche corrette. Tale carenza appare ancora più incomprensibile se si pensa che, oggi più che mai, le Scienze della Terra si propongono come importante strumento culturale al servizio dello sviluppo sostenibile della società. Basti pensare al fondamentale ruolo che la Geologia assume nel merito dell'analisi e della risoluzione dei complessi problemi di gestione e tutela delle georisorse e della prevenzione e difesa dai rischi naturali.

Premesso quanto sopra, si vuole qui sottolineare come sia pertanto difficoltosa la divulgazione scientificamente corretta delle varie tematiche geologico-ambientali e questo non solo perché, come già accennato, carente è il bagaglio culturale scientifico dei comuni cittadini, in particolare quello legato alle Scienze della Terra, ma anche per il fatto che la Geologia, tra le varie discipline scientifiche, è certamente quella che, almeno apparentemente, presenta le maggiori astrusità.

L'obiettivo di questo primo numero dei "*Quaderni Scientifici*", che riprende, aggiornandolo, un tema già pubblicato sull'Annuario 1993-94 del Liceo-Ginnasio "Melchiorre Delfico" di Teramo e ristampato sempre nel 1994 a cura della "Scuola Verde" - Centro di Educazione Ambientale, San Pietro di Isola del Gran Sasso (Teramo), è quello di consentire al lettore interessato di impadronirsi, certo con un po' di impegno, di alcuni essenziali strumenti concettuali necessari per imparare a "leggere" nelle forme del paesaggio, nelle rocce, nei fossili, nei minerali, nella complessa architettura delle montagne, e di addentrarsi quindi nello straordinario ed affascinante mondo delle Scienze della Terra.

Alcuni concetti fondamentali

Per imparare a “leggere” l’ambiente fisico che ci circonda, occorre prima di tutto acquisire la consapevolezza che tutti gli aspetti e fenomeni naturali fanno parte di un unico processo dinamico in continuo divenire. Un sasso, non importa di che natura sia (sedimentaria, magmatica o metamorfica), raccolto lungo la spiaggia, un viottolo di campagna o un sentiero di montagna, può sembrare del tutto insignificante, privo di informazioni. Esso rappresenta, invece, la materializzazione di un istante di un lungo ciclo evolutivo, uno degli anelli di una lunga catena di eventi naturali. Occorre inoltre afferrare il significato di **tempo geologico** e comprendere la limitatezza del tutto convenzionale del concetto comune di tempo. Dell’Abruzzo, per esempio, possiamo ricostruirne la storia geologica degli ultimi 220 milioni di anni. Sembra un tempo lungo, in realtà è un breve periodo nella storia della Terra se si pensa che essa ha un’età di circa 4,6 miliardi di anni. Fatte le debite proporzioni un milione di anni rappresenta nella storia della Terra quello che 6 giorni rappresentano nella vita di un uomo. Parlare allora in geologia degli ultimi milioni o migliaia di anni è come parlare di giorni o minuti appena trascorsi.

Abituarsi a ragionare in questi termini non è certamente cosa facile; siamo talmente abituati a vederci circondati da rocce, da montagne, da fiumi, da colline, da spiagge, che raramente vi facciamo caso e difficilmente ci interroghiamo sulla loro origine, nella convinzione più o meno inconscia che nulla esista di più immutabile di una montagna, di una roccia, di una collina. La realtà invece è completamente diversa ed essa ci sfugge proprio perché non siamo abituati a valutare il fattore tempo nella dimensione geologica (Fig. 1).

Per comprendere il concetto di eterno divenire di quel meraviglioso sistema dinamico che è il nostro Pianeta, esaminiamo per esempio quei processi geologici che portano alla formazione delle rocce e delle montagne. Parliamo delle **rocce sedimentarie**, a noi senz’altro più familiari, come le rocce carbonatiche (calcari e dolomie) del Gran Sasso d’Italia o dei Monti Gemelli, le arenarie dei Monti della Laga, le argille delle nostre colline. Immaginiamo per esempio un massiccio montuoso costituito in prevalenza da granito, cioè da una roccia formatasi all’interno della crosta terrestre per progressivo raffreddamento e consolidamento di una massa magmatica fusa ad alta temperatura e successivamente denudata dall’erosione. Le rocce di questa montagna sono continuamente sottoposte all’azione degli agenti meteorici: l’acqua, il vento, il gelo, l’insolazione, determinano processi di degradazione fisica e chimica che portano nel tempo allo sgretolamento delle rocce ed al modellamento del rilievo. I detriti prodotti vengono trasportati dalle acque sul fondovalle ed alla fine gran parte di essi, ad opera di fiumi e torrenti, raggiungerà il mare o un lago dove si depositeranno.

SCALA DEL TEMPO GEOLOGICO

Era	Periodo	Epoca	Età	Milioni di anni	Principali eventi paleogeografici	Principali eventi evolutivi				
Quaternario		Olocene		0						
		Pleistocene	Superiore	0,10						
			Medio	0,13						
			Inferiore	0,73						
Cenozoico o Terziario	Neogene	Pliocene	Piacenziano	1,65	Inizio glaciazione artica chiusura istmo di Panama	Homo sapiens Homo erectus Homo habilis Primi ominidi				
			Zancleano	5						
		Miocene	Messiniano	24			Crisi di salinità nel Mediterraneo apertura del Mar Tirreno			
			Tortoniano							
			Serravalliano							
			Langhiano							
	Paleogene	Oligocene	Burdigaliano	36	Apertura del bacino balearico					
			Aquitano							
	Eocene	Chattiano	55	Chiusura oceano Ligure-Piemontese						
		Rupeliano								
		Priaboniano								
		Bartoniano								
	Paleocene	Daniano	66	Apertura Atlantico settentrionale						
					Thanetiano					
	Mesozoico o Secondario	Cretacico	Superiore	Maastrichtiano	140	Separazione Australia-Antartide	Estinzione di massa (dinosauri, ammoniti, rudiste, globotruncane, ecc.)			
				Campaniano						
				Santoniano						
				Coniaciano						
Turoniano										
Cenomaniano										
Inferiore			Albiano							
			Aptiano							
			Barremiano							
			Neocomiano							
			Giurassico	Malm				Titoniano	140	Apertura Atlantico meridionale
								Kimmeridgiano		
Oxfordiano										
Dogger		Calloviano								
		Bathoniano								
		Bajociano								
Lias		Aaleniano	210	Apertura Atlantico centrale e oceano Ligure-Piemontese						
		Toarciano								
		Pliensbachiano								
		Sinemuriano								
		Hettangiano								
Triassico		Superiore	Retico	210	Frammentazione iniziale del Pangea					
			Norico							
			Carinico							
	Medio	Ladinico								
		Anisico								
		Scitico								
Paleozoico o Primario	Pemiano	250	Formazione del Pangea	Primi mammiferi Primi cocolitoforidi						
	Carbonifero									
	Devoniano									
	Siluriano									
	Ordoviciano									
Cambriano	590	Primi dinosauri Primi esacoralli Estinzione di massa (tetracoralli, graptoliti, ecc.) Primi vertebrati terrestri								
Pre-Paleozoico			4600	Primi lembi di crosta continentale	Primi vegetali terrestri					
					-- (Formazione del Sistema Solare) --					

Fig. 1 – Scala del tempo geologico con la nomenclatura stratigrafica adottata in Europa. Sono indicate anche le età assolute in milioni di anni ed i principali eventi paleogeografici ed evolutivi.

Una certa parte di essi, sotto l'azione della gravità, si accumulerà in coni e falde ai piedi dei versanti oppure, trasportati dai ghiacciai, andranno a formare i depositi morenici lungo le valli glaciali. Queste coltri detritiche, però, continueranno ad essere aggredite dalle acque e dai processi erosivi, fino a quando anch'esse raggiungeranno gli altri sedimenti al mare: è solo questione di tempo. Giunti al mare i detriti si depositeranno sui fondali dove daranno origine, a causa anche della periodicità degli apporti, ad una serie di strati di sedimenti incoerenti. A causa del loro stesso peso gli strati lentamente perderanno acqua ed inizieranno a subire una serie di processi chimici e fisici fino a consolidarsi (*diagenesi*) ed a trasformarsi in rocce sedimentarie. Questa successione di strati rocciosi, un milione, dieci o cento milioni di anni dopo non importa, potrà poi essere coinvolta dalla **orogenesi** in lentissimi piegamenti e sollevamenti che la porteranno a formare una nuova montagna, come per esempio le Dolomiti o il nostro Gran Sasso. Oppure sarà spinta in basso, all'interno o addirittura al disotto della crosta terrestre, dove a causa delle altissime temperature e pressioni, le rocce verranno trasformate, fuse e poi iniettate verso l'alto. Se tale massa magmatica, risalendo attraverso le profonde fratture della crosta terrestre, riuscirà a fuoriuscire in superficie, potrà dare origine ad un vulcano per esempio di natura basaltica (i basalti rappresentano le principali rocce magmatiche effusive) come l'Etna. Se la massa magmatica rimarrà invece all'interno della crosta terrestre, consolidandosi per lento raffreddamento, produrrà una massa rocciosa la quale potrebbe costituire il nucleo centrale di una futura montagna per esempio di natura granitica (il granito è la più comune roccia magmatica intrusiva) come il M. Bianco o l'Adamello sulle Alpi. Qualunque sia il modo in cui quell'originaria successione di strati formatasi in fondo al mare, arriverà in superficie, il suo destino sarà sempre quello di venire nuovamente aggredita dagli agenti atmosferici e riportata in detriti in fondo al mare dove l'intero ciclo ricomincia.

Questo continuo trasformarsi e divenire del nostro Pianeta fu intuito per la prima volta verso la fine del 1700 dal geologo scozzese James Hutton, uno dei padri della Geologia. A lui si deve l'importantissimo **principio dell'Attualismo** espresso nel 1788, successivamente ripreso e seguito da un altro geologo scozzese Charles Lyell, che sta alla base dell'indagine geologica moderna. Tale principio afferma che i fenomeni geologici che si sono svolti nel passato sono stati regolati dalle stesse leggi ed avvenuti con gli stessi meccanismi dei fenomeni che avvengono anche attualmente. In altre parole gli odierni fenomeni di erosione, trasporto, sedimentazione, sollevamento, rifusione, intrusione magmatica, ecc., si verificarono in passato con le stesse modalità e più o meno con la stessa intensità con cui accadono oggi sotto i nostri occhi. Lo studio dei fenomeni presenti ci dà quindi la chiave per capire il passato, tenendo naturalmente sempre presente l'importanza del fattore "tempo geologico".

Il principio dell'Attualismo è stato confermato anche nei nostri tempi dalla teoria della **Tettonica delle Placche** (versione moderna della famosa “deriva dei continenti” di Wegener) che, proposta negli anni '60 del secolo scorso, offre una visione dinamica della Terra e costituisce senz'altro il più importante contributo alle Scienze della Terra in quanto fornisce una risposta unificatrice a molti fenomeni geologici del nostro Pianeta rimasti a lungo enigmatici, quali lo spostamento dei continenti, la nascita e la morte delle montagne e degli oceani, le eruzioni vulcaniche, i fenomeni sismici.

Senza entrare nei dettagli di questa stimolante teoria, qui di seguito si cercherà di spiegare molto brevemente come nasce una catena montuosa (*orogenesi*). La parte superficiale della Terra è costituita da una specie di guscio relativamente rigido chiamato *litosfera* (spesso circa 100 Km), smembrato in una ventina di elementi di varie dimensioni denominati *placche*, in continuo e lento movimento relativo tra loro, con una velocità variabile da 2 a 15 cm l'anno. Le placche scorrono su di un substrato denominato *astenosfera*, caratterizzato da temperature più elevate e da comportamento plastico. Il motore che sposta le placche va ricercato nelle lentissime “correnti di convezione” esistenti nell'astenosfera, cioè nelle parti più interne e calde della Terra. Si tratta di movimenti assimilabili a quelli che si formano in una pentola d'acqua che bolle: il liquido caldo sale dal basso verso l'alto, si raffredda e ridiscende verso il basso, determinando così delle “correnti di convezione” (Fig.2).

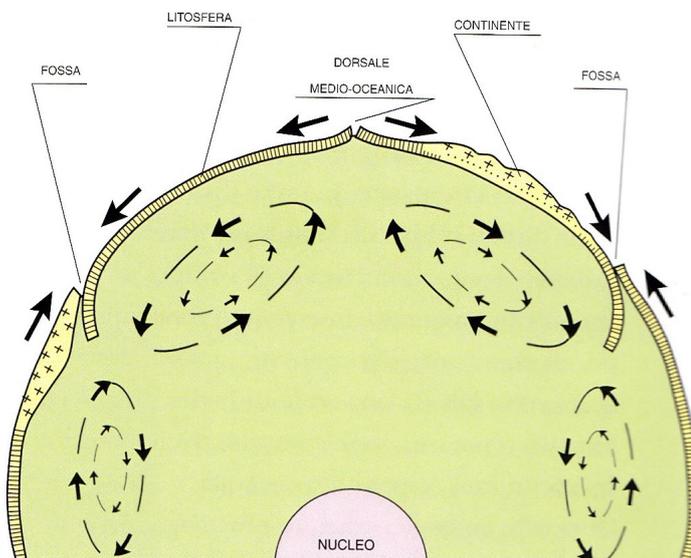


Fig. 2 – Schema dei moti di convezione all'interno del mantello, responsabili dei movimenti delle placche.

Sono queste che trascinano nei loro lentissimi movimenti le sovrastanti placche le quali trasportano sul loro dorso continenti, isole ed oceani. I continenti quindi, trascinati passivamente dal movimento delle placche, vagano sulla superficie terrestre come grandi zattere alla deriva: essi possono allontanarsi l'uno dall'altro, slittare l'uno vicino all'altro o scontrarsi frontalmente.

È proprio durante questi scontri e collisioni che si originano quelle grandi tensioni (forze tettoniche) che determinano la nascita di una catena montuosa. Gli strati di sedimenti marini, accumulatisi per esempio in decine o centinaia di milioni di anni nei fondali di un bacino marino interposto fra due continenti trasportati passivamente da due placche, vengono compressi, sollevati, deformati e perfino rovesciati, mano a mano che i due blocchi continentali si avvicinano. Alla fine, lungo il fronte collisionale, si avrà una montagna come la vediamo oggi, costituita da rocce piegate, fratturate e variamente accavallate, aggredita dagli agenti atmosferici. La sua storia geologica però non finisce qui, sappiamo infatti che quella montagna rappresenta solo uno dei momenti di un'interminabile sequenza di eventi (Fig.3).

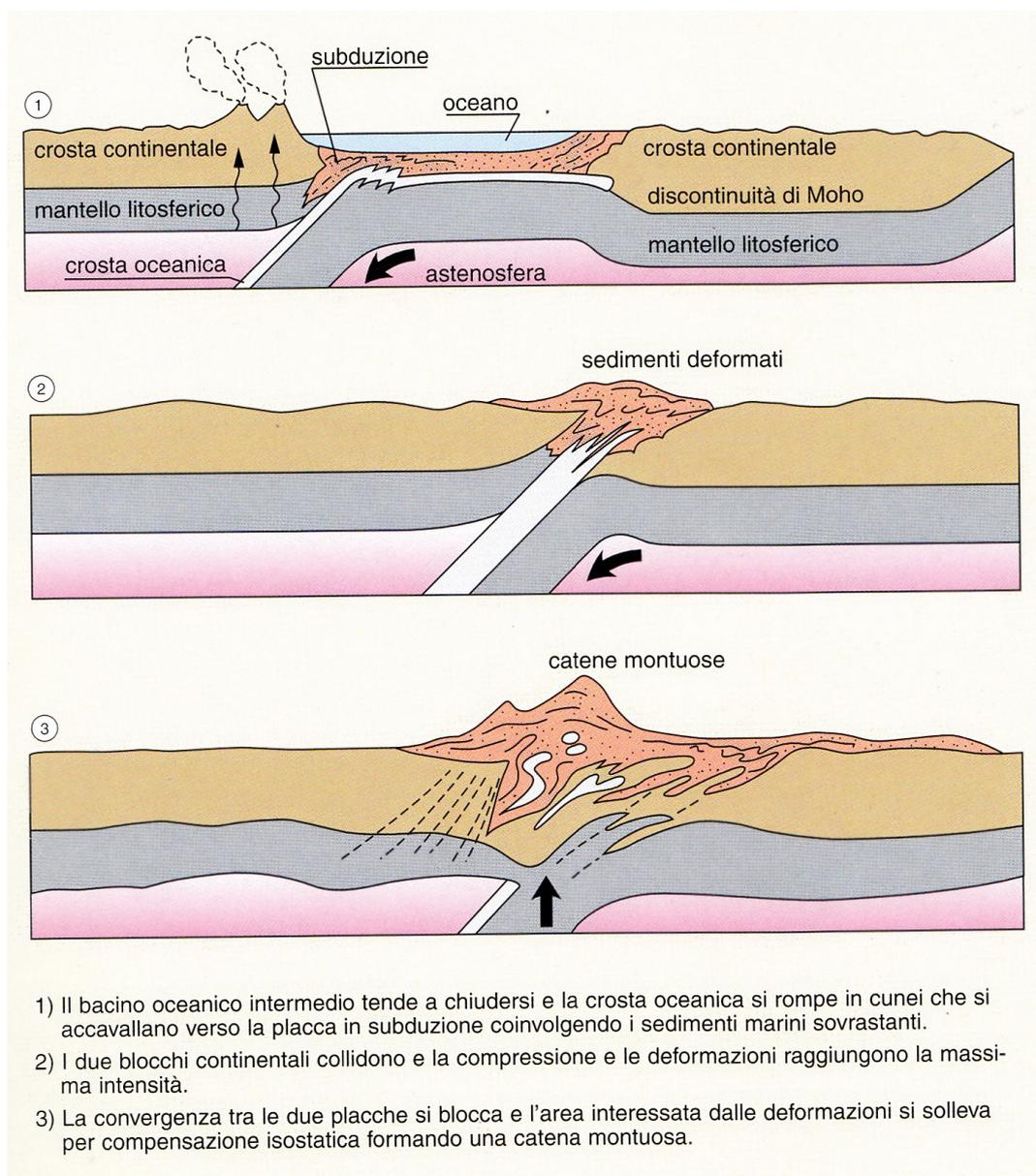


Fig. 3 – Schema della formazione di una catena montuosa per collisione tra due blocchi continentali trasportati passivamente da due placche.

La “lettura” geologica

Imparare a “leggere” la natura, in particolare l’ambiente fisico che ci circonda, vuol dire innanzitutto acquisire l’abitudine all’osservazione attenta di ciò che in genere, durante una escursione, semplicemente vediamo. Si tratta di un modo di osservare che, partendo dalle forme del paesaggio si spinge pian piano fino ai particolari delle rocce che ne costituiscono l’ossatura e cioè alla loro struttura, alla loro natura mineralogica, ai fossili eventualmente in esse contenuti. Qui di seguito, immaginando di compiere una ipotetica escursione attraverso il territorio abruzzese dalla costa adriatica alla catena appenninica interna, con l’aiuto di alcune immagini saranno illustrati alcuni esempi di come osservare ed interpretare ciò che si vede da lontano, da vicino, da molto vicino o magari al microscopio.

L’area costiera

Partiamo dal litorale basso e sabbioso della costa abruzzese. La spiaggia è uno degli elementi naturali maggiormente soggetti a continue e graduali modificazioni (avanzamento o arretramento della linea di riva), non solo in lunghi tempi geologici ma anche in tempi umani. Il suo delicato equilibrio dinamico è dato dal rapporto apporti/perdite di sedimenti. L’apporto viene assicurato quasi esclusivamente dai fiumi e torrenti che trasportano il materiale sedimentario (ghiaie, sabbie, particelle argillose) fino alla foce. Tali sedimenti (soprattutto le sabbie, senz’altro le più utili al ripascimento naturale delle spiagge) vengono quindi distribuiti lungo il litorale dalle “correnti di deriva” che si muovono parallelamente alla costa. Le perdite di sabbia si verificano invece essenzialmente verso il largo ad opera dell’azione del moto ondoso, soprattutto durante le mareggiate della stagione invernale. Da quanto detto si comprende abbastanza facilmente come per esempio una variazione climatica possa indurre una sostanziale modificazione del litorale sia influenzando la frequenza e l’energia delle mareggiate sia modificando l’entità ed il regime delle precipitazioni meteoriche nei bacini idrografici e quindi il trasporto liquido e solido dei fiumi afferenti al litorale. Se per esempio a causa di variazioni climatiche, l’apporto di materiale sabbioso alla spiaggia si riduce, l’equilibrio preesistente si rompe ed il litorale entra in una fase erosiva in quanto il diminuito apporto non è più in grado di bilanciare le perdite di sabbia dovute all’azione erosiva del moto ondoso.

Nelle Figg. 4-5 possiamo osservare una spiaggia sabbiosa in forte erosione. Il processo erosivo, iniziato nel litorale abruzzese a partire dagli anni ’70 - ’80 del secolo scorso, viene qui testimoniato dalla presenza, ben visibile nelle foto, di un “gradino di erosione” alto circa 50-60 cm, inciso nei depositi attuali di spiaggia. Non giungendo al mare sufficiente materiale sabbioso

ad opera dei corsi d'acqua, il mare consuma e rielabora ciò che ha e quindi anche i vecchi depositi sabbiosi. L'attuale fase erosiva, che ha determinato un forte arretramento di gran parte della costa abruzzese, è da attribuire però prevalentemente a fattori antropici più che a cause naturali. La notevolissima riduzione dell'apporto solido a mare da parte dei fiumi, infatti, è da mettere soprattutto in relazione con numerosi interventi antropici quali: l'estrazione operata nei decenni passati di enormi quantità di ghiaie e sabbie dagli alvei fluviali, le opere di cementificazione dei fiumi, la realizzazione lungo i corsi d'acqua di numerosi sbarramenti artificiali.



Fig. 4 – Processi erosivi in atto, nel 1993, sulla spiaggia di Villa Rosa nel comune di Martinsicuro.



Fig. 5 – La propagazione verso sud del fenomeno erosivo, iniziato nel comune di Martinsicuro, ha interessato anche la spiaggia di Alba Adriatica (visibile sullo sfondo) appena a sud del T.Vibrata

Il paesaggio collinare

Abbandoniamo ora la fascia costiera ed addentriamoci nel paesaggio collinare interno, costituito da terreni prevalentemente argilloso-marnosi e solcato da diversi corsi d'acqua. Le valli fluviali, piuttosto larghe verso la pianura andranno gradualmente restringendosi a mano a mano che le risaliremo verso la sorgente. Sui loro fianchi, in particolare sulla sinistra idrografica, potremo osservare dei ripiani più o meno estesi posti ad altezze diverse rispetto all'attuale alveo e limitati verso il fiume da scarpate. Si tratta di "terrazzi alluvionali" del Quaternario, cioè di ripiani costituiti da depositi di ghiaie, sabbie ed argille fluviali che testimoniano le diverse quote di scorrimento delle acque fluviali e le varie fasi erosive connesse alle oscillazioni climatiche.

Sempre lungo i versanti collinari potremo inoltre osservare tutta una serie di morfologie caratteristiche attribuibili sia ai fenomeni franosi che all'azione erosiva delle acque superficiali. I movimenti franosi che interessano diffusamente le aree collinari, rappresentano senz'altro i fenomeni di più rapida evoluzione geomorfologica dei nostri bacini fluviali. Essi si manifestano

con tipologie diverse, a seconda delle caratteristiche intrinseche dei versanti (natura litologica dei terreni, condizioni strutturali, acclività, copertura vegetale, ecc.) e di tutta una serie di fattori esterni quali le condizioni idrometeoriche, le sollecitazioni sismiche e spesso gli interventi antropici.

Nella fascia collinare, in presenza di terreni argillosi impermeabili, è inoltre possibile osservare il tipico paesaggio dei calanchi (notissime e spettacolari le aree calanchive delle “Bolge” di Atri). La genesi inizia con una primitiva incisione a solchi del versante, dovuta alle acque di ruscellamento, la quale, una volta innescata, si evolve rapidamente approfondendosi, allungandosi e ramificandosi con un progressivo arretramento delle testate delle incisioni. Tutto il versante, privo di vegetazione, appare così eroso da un insieme di ripide vallecole scavate da fossi molto ramificati e separate da creste a forma di lama (Fig. 6).



Fig. 6 – Visione panoramica delle argille marnose ed argille sabbiose trasformate in calanchi dai processi erosivi, affioranti sui fossi del versante meridionale di Colle della Giustizia nel comune di Atri.

Sempre ad Atri, nel Fosso Brecciarra a SW dell’abitato, nella parte alta dell’apparato calanchivo, è altresì osservabile la presenza di una “Piramide di terra” alta diversi metri e con un grosso blocco conglomeratico ben cementato alla sommità, e di altre simili forme parzialmente o quasi completamente distrutte dall’erosione (Fig. 7).

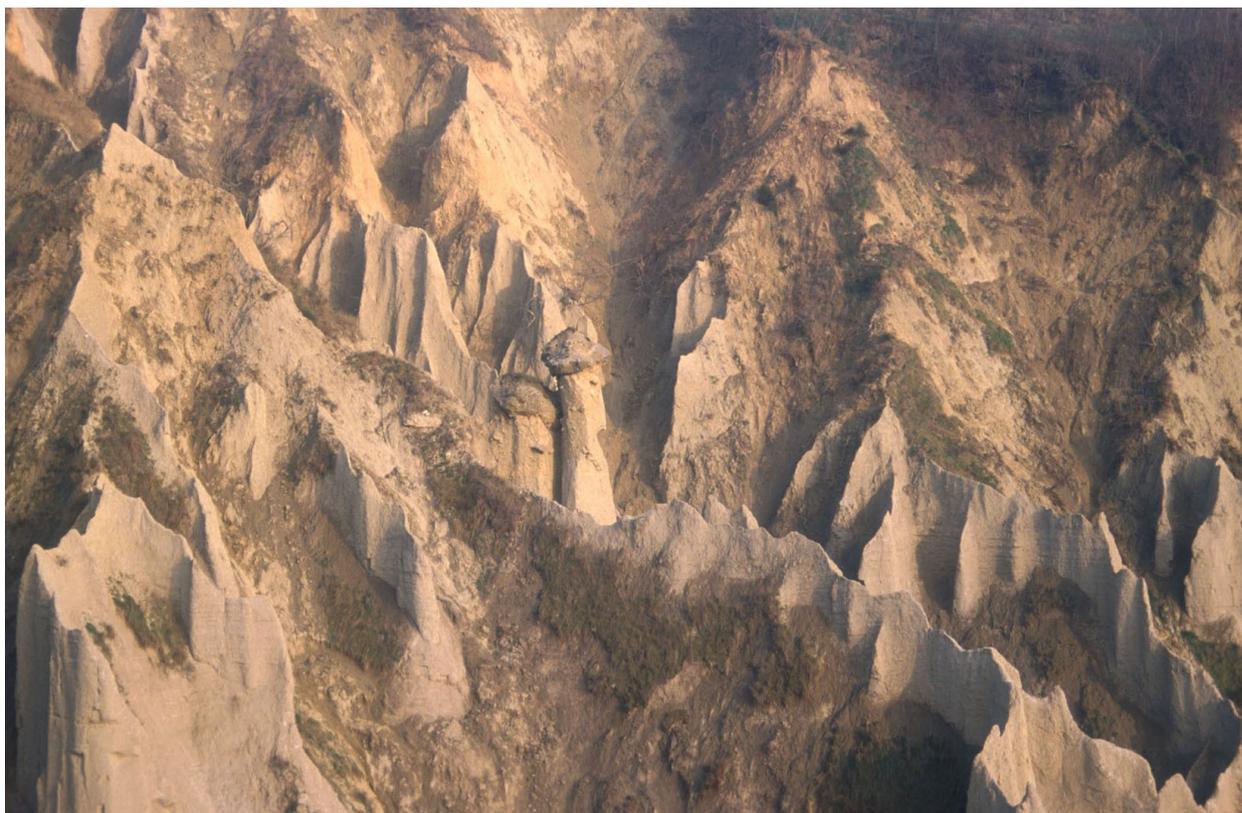


Fig. 7 – Nella parte alta dell'apparato calanchivo del Fosso Brecciarà è visibile (centro della foto) una "Piramide di terra" alta diversi metri e sormontata da un blocco conglomeratico.

Si tratta di una interessante e rara singolarità geomorfologica, la cui genesi è da attribuire alla presenza, al di sopra del substrato argilloso-sabbioso, di un deposito detritico di notevole spessore, con inglobati blocchi conglomeratici anche di grandi dimensioni, derivante dalla demolizione del soprastante deposito sabbioso-ghiaioso-conglomeratico che costituisce la placca sommitale. Sul pendio detritico, le acque dilavanti, agendo in modo selettivo, asportano rapidamente la matrice argilloso-sabbiosa, isolando a poco a poco i grossi blocchi conglomeratici i quali esercitano un'azione protettiva sul materiale detritico sottostante. Si viene così isolando una specie di struttura a piramide di forma generalmente conica, che rimane protetta dall'azione diretta della pioggia dal masso conglomeratico che la sormonta.

Soprattutto nella zona collinare pedemontana, infine, l'azione erosiva delle acque superficiali, in particolare i processi di ruscellamento concentrato, hanno dato origine (Fig. 8) ad una serie di fossi di erosione concentrata, in rapido approfondimento a causa della scarsa resistenza all'erosione del substrato marnoso – argilloso, caratterizzati da un tipico andamento meandriforme.



Fig. 8 – Fosso di erosione concentrata, dal tipico andamento meandriforme, nei pressi di Cesacastina, nel comune di Nerito di Crognaleto (TE). Il rapido approfondimento dell'incisione è favorito dalla scarsa resistenza all'erosione delle marne argillose.

La montagna arenacea

Lasciato l'ambiente collinare, addentriamoci ora in quella che può essere considerata il più importante archivio della storia della Terra: la montagna. È qui che, magari con l'aiuto di un martello e di una comune lente di ingrandimento, possiamo fare le osservazioni più interessanti e le esperienze più emozionanti. Siamo sui Monti della Laga, il regno delle arenarie, cioè delle rocce composte da granuli delle dimensioni della sabbia, cementati fra di loro. Qui probabilmente la prima cosa che ci colpisce è la stratificazione. Lo spessore degli strati può andare dal centimetro fino a diversi metri ed i colori possono variare dal grigio al giallo. Frequentemente tra uno strato e l'altro di arenaria si osservano straterelli più scuri di argille e di marne, rocce cioè più tenere e quindi più erodibili delle arenarie. Per questo motivo, ad opera dell'azione erosiva degli agenti meteorici, si formano quelle fitte alternanze di sporgenze (strati di arenarie) e rientranze (argille e marne) che caratterizzano i versanti dei Monti della Laga (Fig. 9). La diversa erodibilità di queste rocce determina inoltre delle differenze geomorfologiche fra zone diverse di questa montagna. Dove per esempio prevalgono gli strati e banchi di arenarie più

resistenti all'erosione, si hanno morfologie più aspre, valli più strette e talora veri e propri canyons; dove invece sono maggiori le frequenze e gli spessori degli strati argillosi e marnosi, le forme del paesaggio risultano più dolci.



Fig. 9 - Affioramento di strati di arenarie con intercalazioni di strati più sottili di marne ed argille, nella zona di Cesacastina, nel comune di Nerito di Crognaleto (TE). La diversa resistenza all'erosione delle arenarie (meno erodibili) e delle marne argillose (più erodibili) determina l'alternanza di sporgenze e rientranze.

Un altro elemento che sicuramente colpirà la nostra attenzione risalendo una delle tante valli e vallecole di questa montagna, è la ricchezza d'acqua in superficie. Ciò è dovuto alla presenza degli straterelli argillosi che, essendo impermeabili, limitano notevolmente le possibilità di infiltrazione in profondità delle acque meteoriche e di fusione delle nevi. Queste valli inoltre sono generalmente caratterizzate da numerose rotture di pendenza che danno origine a diverse cascate (Fig.10). Tali morfologie testimoniano la “giovinezza” dei corsi d'acqua della Laga e ciò non ci deve stupire se pensiamo che questa montagna è “giovanissima”.

La sedimentazione e la formazione degli strati arenaceo-argillosi è avvenuta infatti alla fine del Miocene, solo 6 milioni di anni fa, in un bacino marino chiuso e profondo, unico in questo periodo in tutto il Mediterraneo. Poi circa 4 milioni di anni orsono, iniziarono i movimenti orogenetici che portarono gradualmente all'emersione ed alla formazione della catena della Laga, la quale acquisì i lineamenti orografici attuali solo all'inizio del Quaternario, poco più di un milione e mezzo di anni fa.



Fig. 10 – Cascata nell'alta valle del F. Tordino. Le numerose cascate presenti sui Monti della Laga, testimoniano la “giovinezza” dei corsi d'acqua di questa catena.

Guardando da vicino queste rocce, con tutta la buona volontà non riusciremo a trovare dei fossili, cioè quei resti di organismi vissuti nel passato geologico e conservatisi nelle rocce. E questo non perché i processi fisico-chimici di fossilizzazione non hanno permesso la conservazione degli organismi dopo la loro morte ma semplicemente perché il bacino marino, che ospitava la sedimentazione arenaceo-argillosa (una sorta di “lago-mare”), era poco ossigenato ed inibiva pertanto la vita organica. A stento riuscivano a sopravvivere solo pochi organismi.

Se i fossili risultano quasi completamente assenti, numerosi sono invece i “segni” impressi dalla natura sulle arenarie. Non si parla naturalmente dei segni prodotti dagli attuali agenti atmosferici come per esempio quelle tipiche sculture alveolari prodotte dall’erosione eolica, ma di quelle “tracce fossili” dei processi sedimentari a grande e piccola scala, avvenuti nel passato geologico. Si parla cioè di quelle frequenti ed interessantissime “strutture sedimentarie”, quali le impronte (o meglio i calchi di impronte), le laminazioni varie degli strati, ecc., presenti sia dentro che sulle superfici degli strati di arenarie, dovute a quegli agenti dinamici (correnti, frane sottomarine, oggetti vari, ecc.) che agivano nel bacino marino contemporaneamente o successivamente al deposito dei sedimenti sabbiosi. Nella Fig.11, per esempio, si può osservare una tipica “laminazione convoluta” (le lamine prima presentano leggere ondulazioni e poi pieghettamenti intensi) formati durante la deposizione dei sedimenti e legata da una parte al comportamento duttile dei sedimenti laminati appena depositati, impregnati d’acqua, e dall’altra all’applicazione di una tensione orizzontale dovuta alla corrente che stava depositando. Decifrare questi “segni” può sembrare all’inizio difficile, ma con l’aiuto di un atlante fotografico delle “strutture sedimentarie” (sono disponibili pubblicazioni che con foto e disegni classificano e chiariscono il meccanismo di formazione delle strutture) può diventare un’operazione stimolante e la potente successione torbidity (oltre 3.000 m) dei Monti della Laga costituisce, da questo punto di vista, il luogo ideale.

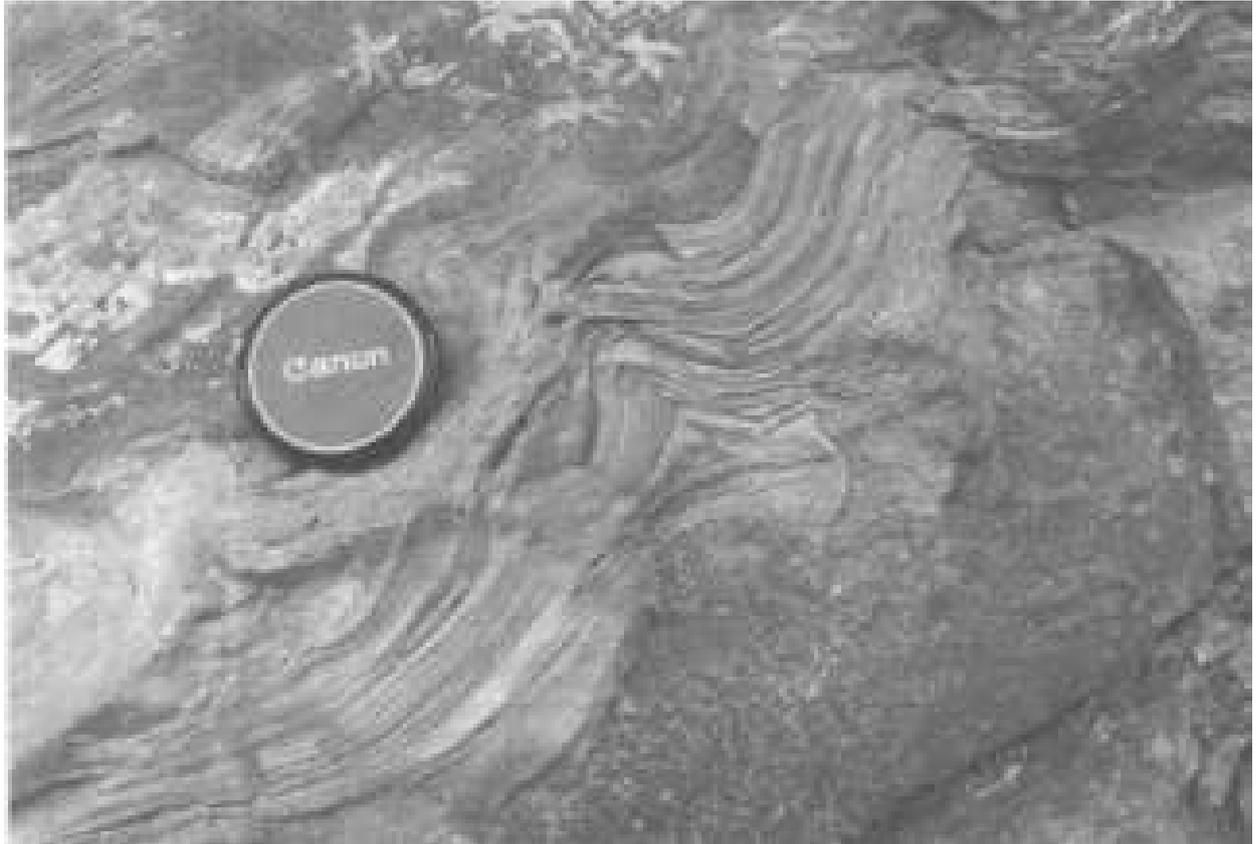


Fig. 11 – Struttura sedimentaria su un banco di arenaria affiorante sul versante nord di Monte Gorzano (Monti della Laga). Si tratta di una *laminazione convoluta* formatasi durante la deposizione di sedimenti sabbiosi sul fondo del bacino.

La montagna calcarea

Dai Monti della Laga ci spostiamo infine sulle vicine catene carbonatiche dei Monti Gemelli (Montagna dei Fiori e Montagna di Campli) e del Gran Sasso d'Italia, quest'ultima senz'altro la più imponente di tutto l'arco appenninico e con caratteristiche geoambientali prettamente "alpine". Qui le numerose morfologie, quali pareti strapiombanti, profonde e suggestive gole, vallecole, canaloni, circhi e valli glaciali dal tipico profilo ad "U", creste frastagliate, camini, torrioni, guglie, "conche endoreiche" a fondo piatto, "campi di doline" di grande estensione nonché le estese falde e coni detritici che bordano al piede le pareti rocciose (Fig. 12 e 13), testimoniano la "giovinanza" di queste montagne e le intense azioni demolitrici e modellatrici degli agenti atmosferici.



Fig. 12 – Versante nord del sottogruppo del Corno Grande (Gran Sasso d'Italia). La successione calcarea si è depositata in un ambiente marino di acque pochissimo profonde (da 0 a 3-4 metri) tra 210 e 200 milioni di anni orsono.



Fig. 13 – Versante est di Pizzo d'Intermesoli (Gran Sasso d'Italia) incombente sulla Val Maone di origine glaciale. La conoide detritica al piede del versante testimonia l'intensa azione demolitrice degli agenti meteorici. Tutta la successione calcarea si è formata in un mare profondo, tra i 140 e 70 milioni di anni fa.

Si è parlato di catena “giovane”, in realtà bisognerebbe distinguere due momenti della storia geologica di una montagna di natura sedimentaria, e cioè il “quando” si formarono le rocce che la costituiscono (storia sedimentaria) e il “quando” le stesse rocce furono sollevate e deformate (*orogenesi*) fino a formare il rilievo attuale. Ciò è possibile partendo dal paziente studio delle rocce e cioè sia della loro struttura, della loro tessitura e dell’eventuale loro contenuto fossilifero sia dell’assetto tettonico (pieghe, faglie, ecc.) dei vari strati rocciosi. Se si impara a decifrare il loro muto linguaggio, allora ogni strato roccioso avrà la propria storia, il proprio “istante geologico” da raccontare. Nel caso del Grano Sasso d’Italia le rocce sedimentarie che lo costituiscono, di natura quasi esclusivamente carbonatica (calcari e dolomie), formano complessivamente una successione stratigrafica di circa 3000 metri di spessore (naturalmente questi 3000 metri di rocce non affiorano tutti in un’unica area, ma in ogni parete, in ogni valle affiorerà solo un certo spezzone di questa successione di strati). Si tratta di un gigantesco “libro” le cui pagine, cioè gli strati, ci raccontano una storia lunga 223 milioni di anni.

E’ quella del Grano Sasso una storia indubbiamente avvincente che inizia nel Trias superiore, appunto circa 223 milioni di anni orsono, e ci parla del susseguirsi nel tempo, nell’attuale area del massiccio, di svariati ambienti marini: bacini euxinici (poco ossigenati); piattaforme carbonatiche di acqua bassa con scogliere coralline, lagune e piane tidali (come l’arcipelago delle Bahamas di oggi); bacini marini profondi e variamente articolati per l’esistenza di montagne sottomarine (seamount); ambienti marini di tipo neritico-litorale. E dopo la storia sedimentaria segue, a partire dal Miocene superiore, poco più di 6 milioni di anni fa, quella orogenetica (*orogenesi appenninica*) la quale ci parla di sollevamenti dei sedimenti fino alle attuali quote e di deformazioni con pieghe, faglie e fratture dei vari strati rocciosi, mentre l’aspetto morfologico attuale del Gran Sasso è il risultato dei processi erosivi degli ultimi 2 milioni di anni, ivi incluso il modellamento da parte dei ghiacciai quaternari.

Ma chiariamo meglio, con l’aiuto di qualche immagine, alcuni importanti concetti. A molti sarà capitato, durante una escursione sul Gran Sasso d’Italia, come in qualsiasi altra montagna di natura sedimentaria, di vedere grandi spaccati di rocce più o meno stratificate (Figg. 12 e 13). Questi calcari e dolomie si sono formati sul fondo di antichi mari e la disposizione originaria di quegli strati era orizzontale. Ciò che frequentemente si vede sulle pareti rocciose, invece, sono strati più o meno orizzontali, inclinati, variamente piegati o addirittura rovesciati (Figg. 13 - 14).

Da questa semplice osservazione possiamo trarre due importanti conclusioni:

1. Dato che quegli strati sedimentari si depositarono sul fondo del mare ed ora si trovano anche al disopra di 2000 metri di altezza, è chiaro che devono essere stati sollevati fino a quelle quote. Il livello marino infatti (100 metri più 100 metri meno) è nella posizione attuale da

centinaia di milioni di anni; il mare cioè non è mai stato all'altezza delle cime delle montagne, sono le rocce che sono emerse dal mare e sono state sollevate così in alto.

2. Il sollevamento e la deformazione (piegamento e rottura) degli strati sono fenomeni successivi alla formazione delle rocce di cui sono costituite le montagne stesse.



Fig. 14 – Monte Corvo, versante orientale. È ben visibile la grande piega (anticlinale rovesciata verso nord) che interessa il fronte di questo settore della catena del Gran Sasso d'Italia. Gli strati rocciosi (da sinistra a destra della foto) prima inclinati, si verticalizzano fino a rovesciarsi.

Un altro fenomeno da chiarire è quello della *subsidenza*, cioè del lento abbassamento del fondo di un bacino sedimentario. Nella Fig. 12 osserviamo la parte terminale di una imponente successione di dolomie e calcari di circa 1200 metri di spessore (si può osservarla al completo sulla parete SE del Cormo Grande) depositatasi tra 220 e 190 milioni di anni fa in un ambiente marino con acque pochissimo profonde (da 0 a 3-4 metri). Per spiegare allora l'enorme spessore della successione di rocce carbonatiche, dobbiamo necessariamente ammettere che mentre esse si accumulavano strato dopo strato, il fondo marino doveva abbassarsi lentamente per creare

gradualmente lo spazio necessario affinché gli strati potessero impilarsi l'uno sull'altro. Tale fenomeno è chiamato appunto *subsidenza*.

Guardando un po' più da vicino una parete montuosa, capita inoltre di osservare spesso un "contatto", cioè un piano dove una formazione geologica giace su un'altra. Per "formazione geologica" si intende un insieme di strati rocciosi avente una determinata età e caratteristiche fisiche ben definite ed omogenee tali da poter essere distinta dalle formazioni sottostante e sovrastante. Sul versante orientale di Pizzo Intermesoli (Fig. 13), per esempio, risalendo la Val Maone è possibile osservare un contatto normale: alla formazione in grossi banchi poco stratificati del Giurassico superiore (150-140 milioni di anni fa), affiorante appena sopra la fascia detritica, segue verso l'alto una formazione del Cretaceo inferiore (140-110 milioni di anni orsono) la cui stratificazione, più evidente e sottile, mantiene un certo parallelismo con la formazione inferiore più vecchia. Altre volte invece possiamo osservare un contatto "per faglia". Una faglia è una frattura nella roccia accompagnata da uno scorrimento relativo delle due parti a contatto. La Fig. 15 mostra appunto una faglia (il piano di rottura lungo il quale è avvenuto il movimento è la grande cengia erbosa obliqua ben evidente nella foto) che pone a contatto o meglio sovrappone una formazione dolomitica più antica (220 m.a.) ad una formazione calcarea più recente (180 m.a.). In questo caso possiamo dire che il blocco superiore è sovrascorso su quello inferiore.



Fig. 15 – Valle dell'Inferno, parete SE del Corno Grande. È evidente il piano di faglia (grande cengia erbosa obliqua) lungo il quale è avvenuto il movimento o meglio la sovrapposizione di una formazione dolomitica più antica (220 m.a.) ad una formazione calcarea più recente (180 m.a.).

Osservando sempre l'assetto tettonico della montagna, cioè la sua "architettura", oltre alle faglie grandi e piccole, altre strutture sicuramente colpiranno la nostra attenzione: le pieghe degli strati rocciosi. Nella Fig. 14 si osserva una grande piega, che interessa tutto il fronte del settore occidentale della catena del Gran Sasso d'Italia, costituita da una grande anticlinale (piega con la convessità rivolta verso l'alto) rovesciata: da sinistra a destra della foto, gli strati prima sono inclinati, quindi si raddrizzano fino a superare la verticalizzazione ed inclinare verso l'interno della montagna. In Fig. 16 osserviamo invece un sistema di pieghe di minori dimensioni ed altre ne potremmo osservare a scala ancora più ridotta.



Fig. 16 – Sistema di pieghe minori (mesopieghe con geometria ad “S”) nei calcari micritici stratificati del Cretaceo superiore – Eocene inferiore, affioranti sulla Montagna dei Fiori nei pressi della Grotta di Sant’Angelo, sulla sinistra idrografica delle Gole del Salinello.

Ciò che probabilmente non si riesce a comprendere, osservando queste pieghe, è come mai masse rigide, per quanto stratificate, quali le rocce sedimentarie, possano piegarsi come fogli di carta assumendo forme di vario tipo. Per capire questo fenomeno bisogna ancora una volta considerare l’importanza del fattore “tempo geologico”. Le rocce infatti, come quasi tutte le sostanze solide, se sono sottoposte a forze adeguate di breve durata, si comportano come un solido fratturandosi. Per esempio nel caso di eventi sismici, gli strati rocciosi possono fratturarsi e magari si generano delle nuove faglie. Quando invece le rocce sono interessate da forze anche piccole ma agenti per un periodo di tempo geologico, finiranno per comportarsi come un fluido e tenderanno a deformarsi.

Avviciniamoci adesso ancora di più alle rocce e guardiamole da molto vicino, magari osservandone con la lente di ingrandimento un frammento staccato con l’aiuto del martello. I calcari e le dolomie, di colore variabile dal grigio al bianco al nocciola, si presenteranno in una grande varietà di forme e di strutture, ognuna delle quali fornirà una preziosa informazione

sull'ambiente di formazione e quindi sulla paleogeografia del passato. La tessitura dei calcari per esempio può essere compatta, liscia, uniforme, come il fango calcareo omogeneo (micrite) che ha dato origine alla roccia stessa, oppure può essere granulare eterogenea, formata da agglomerati di piccoli clasti calcarei preesistenti.

Naturalmente potremmo spingere l'osservazione delle rocce ancora più a fondo guardando al microscopio (quindi in laboratorio) una "sezione sottile", cioè una lamina sottilissima di un campione di roccia fatta in modo da potersi osservare per trasparenza. Nelle Figg. 17, 18, 19, 20 possiamo per esempio vedere come si presenta al microscopio un calcare a grana grossolana formatosi in un mare di acque basse e mosse (Fig.17) o un calcare a grana finissima formatosi in un mare profondo (Fig.18) o calcari tra i cui granuli sono riconoscibili microfossili (Figg.19 - 20), spesso costituiti da Foraminiferi (organismi marini unicellulari con guscio di forma assai varia) molto importanti per datare la roccia.

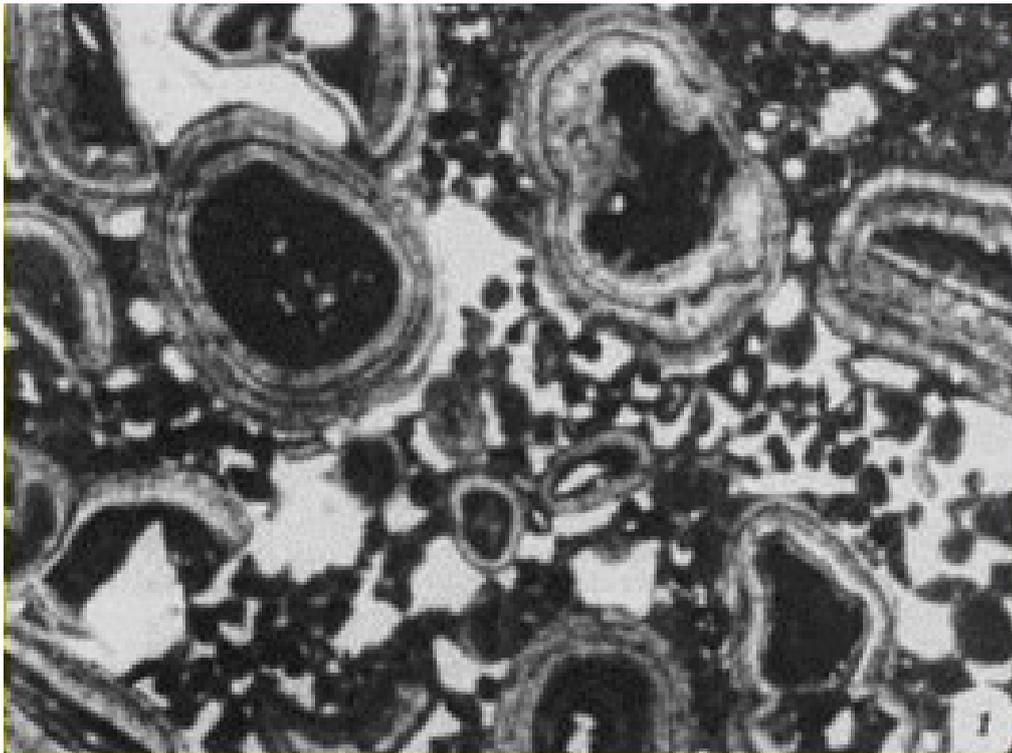


Fig. 17 – Calcare visto al microscopio (ingrandimento X 25), costituito da granuli arrotondati (ooidi) di varie dimensioni, formatosi in un ambiente marino di acque basse e mosse, circa 140 milioni di anni fa. Questo, ed i campioni delle figg. 18, 19 e 20, tutti visti al microscopio, provengono dal massiccio carbonatico del Gran Sasso d'Italia.

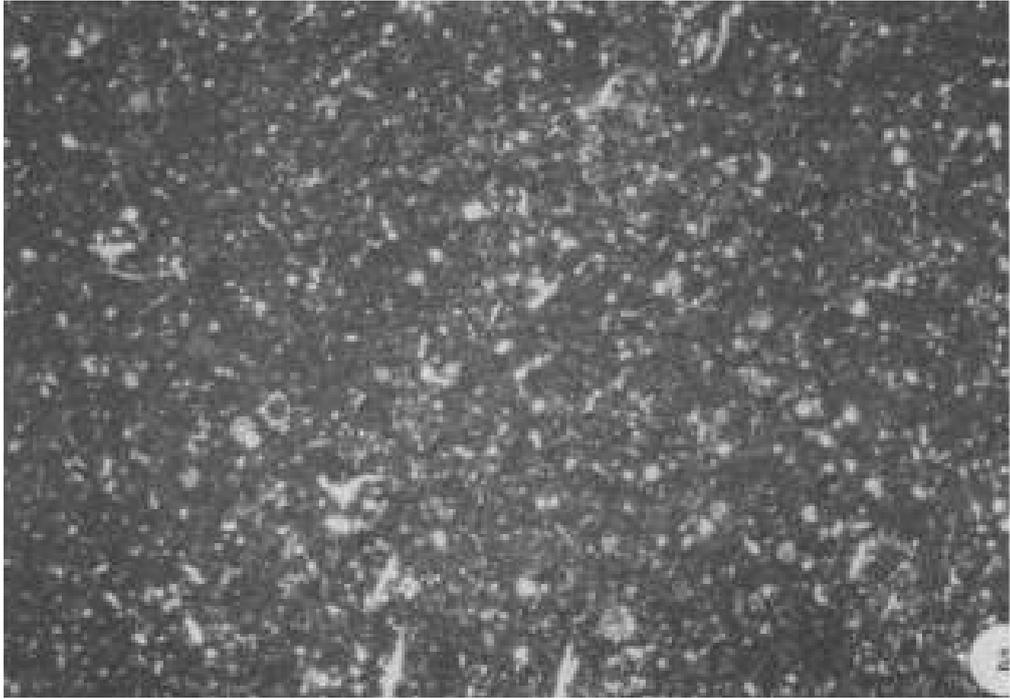


Fig. 18 - Calcare a grana finissima ed omogenea (calcare micritico) depositatosi in un ambiente di mare profondo circa 190 milioni di anni orsono (ingrandimento X 20).

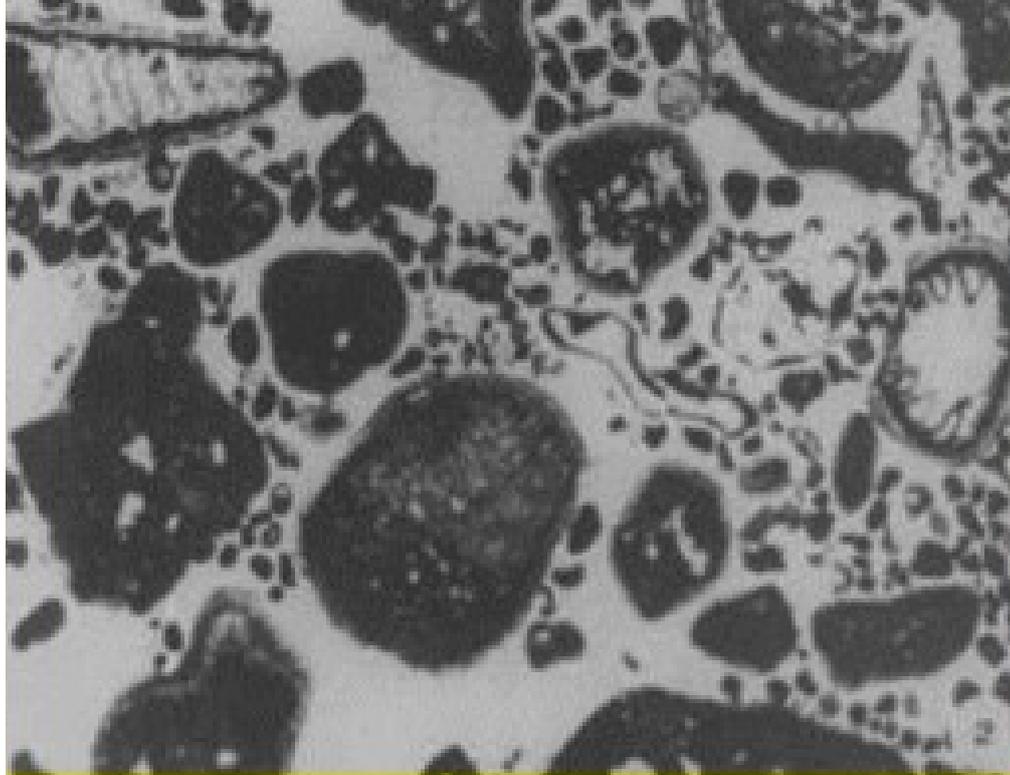


Fig. 19 – Calcare con clasti di varie dimensioni formati circa 140 milioni di anni fa. Tra i clasti sono riconoscibili due microfossili e precisamente un Gasteropode (in alto a sinistra) ed un Foraminifero (*Trocholina alpina*) visibile sul margine destro della foto (ingrandimento X 20).



Fig. 20 – Calcare a grana finissima (calcare micritico) con due microfossili (Foraminiferi). Il più grande (*Orbitopsella praecursor*) dalla tipica forma discoidale biconcava, ci indica che la roccia nella quale è contenuto si è formata circa 180 milioni di anni orsono (ingrandimento X 25).

Saranno proprio i fossili, ed in montagna potremo osservare solo quelli visibili ad occhio nudo (Figg. da 21 a 26, tutti provenienti dal Gran Sasso) o tutt'al più con una lente di ingrandimento, a colpire probabilmente di più la nostra attenzione e la nostra curiosità. I fossili, è stato già detto, costituiscono i resti di organismi (o traccia delle loro attività) vissuti nel passato geologico e conservati nella roccia. Essi si trovano molto più facilmente nelle rocce sedimentarie marine proprio perché le migliori condizioni di fossilizzazione si trovano sul fondo del mare dove i gusci, ivi caduti dopo la morte degli organismi marini, vengono presto sepolti dal continuo deposito del materiale sedimentario il quale, come già visto, inizierà quel lento processo (*diagenesi*) che lo porterà a diventare una roccia. Spesso di un organismo rimane sul sedimento solo una “impronta” della sua superficie esterna o si conserva un suo “modello interno”, quando il sedimento riempie la cavità del suo guscio o delle sue valve e ivi si consolida riproducendo fedelmente i caratteri morfologici interni (Fig. 21). Fossili e microfossili sono naturalmente molto importanti per ricostruire l'evoluzione paleogeografica di un'area non solo perché sapendo in che periodo di tempo geologico sono vissuti ci daranno l'età delle rocce nelle quali sono contenuti, ma anche perché sono utilissimi indicatori degli ambienti marini in cui vivevano.



Fig. 21 – Modello interno di Megalodonte (*Megalodon sp.*) presente nelle dolomie biancastre affioranti sulla parete SE del Corno Grande. I Megalodonti erano grossi molluschi lamellibranchi che vivevano parzialmente infossati nel fondo fangoso delle basse lagune delle piane tidali, nel Trias superiore, circa 210 milioni di anni fa.

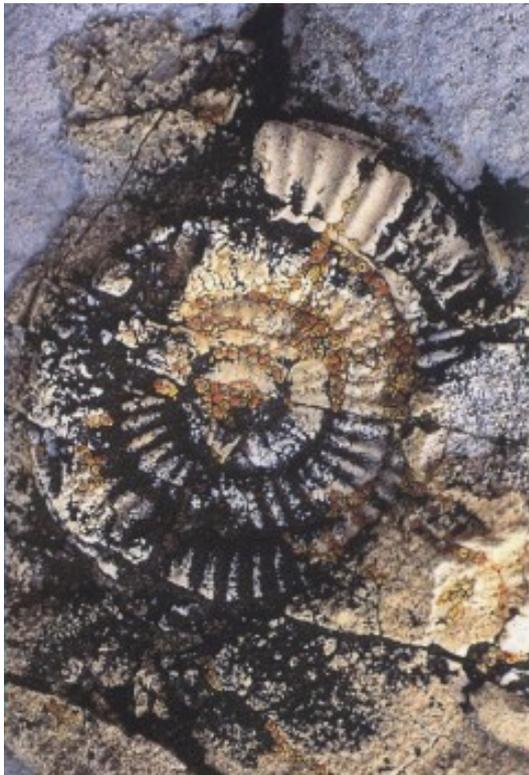


Fig. 22 - Ammonite (Mollusco Cefalopode, h. cm 3): importante fossile guida rinvenuto nei calcari marnosi liassici della “Sella dei Due Corni”



Fig. 23 - Rhynchonella (Brachiopode, h cm 1,2) presente nei calcari giurassici di Monte Siella

Fig. 23 – Rhynchonella (brachiopode, h cm 1,2) presente nei calcari giurassici di Monte Siella



Fig. 24 – Esemplici di Ellipsactinie (Idrozoi, h. cm 5) rinvenute nei calcari del Giurassico superiore.

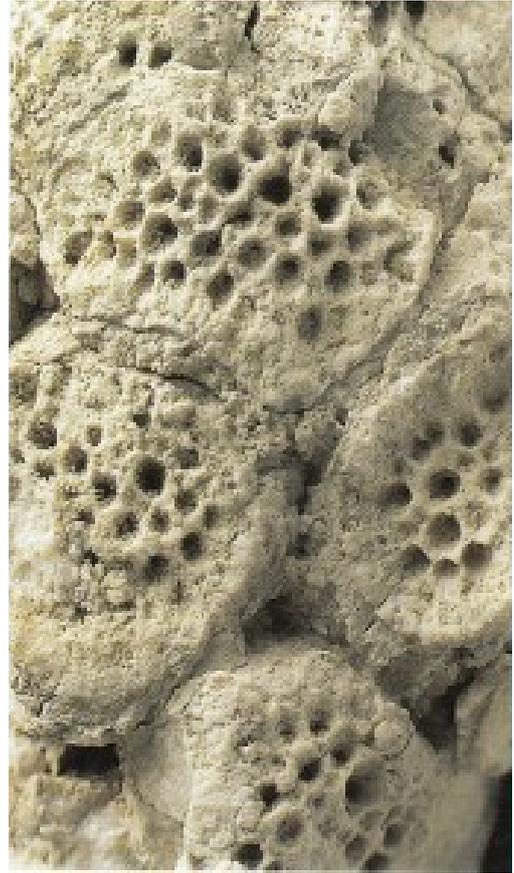


Fig. 25 – Coralli (h. cm 5) presenti nei *Calcari ad Ellipsactinie* del Giurassico superiore.



Fig. 26 - Rudista rinvenuta nei calcari del Cretaceo superiore (h. cm 5), appartenente ad un particolare gruppo di Lamellibranchi che assunsero il ruolo di organismi costruttori di scogliera e si estinsero alla fine del Cretaceo.

Conclusioni

In questa lunga ipotetica escursione dalla costa adriatica all'entroterra fino alle montagne appenniniche, non si pretende certo d'aver fornito tutte le chiavi di lettura dell'ambiente geologico che ci circonda. La materia è molto vasta e talora piuttosto complessa. Certo, lungo questo itinerario avremmo potuto fare numerose altre semplici osservazioni ugualmente interessanti ed importanti, ma è probabile che i concetti esposti e le illustrazioni fatte siano stati comunque sufficienti per cogliere almeno il senso dinamico, il significato di continua evoluzione del nostro Pianeta.

La Terra è un pianeta vivo, dinamico, e così sarà fino a quando permarranno le condizioni di "vita geologica" e cioè fino a quando l'energia del Sole agirà sull'atmosfera e sulla superficie terrestre e fino a quando esisterà, nel cuore della nostra Madre Terra, una enorme fonte di calore. Certamente alcuni aspetti non saranno stati sufficientemente chiariti, ma è probabile che comunque il lettore guarderà ora con occhi diversi i paesaggi che gli sono familiari e forse sarà invogliato ad approfondire le sue conoscenze su una Scienza solo apparentemente astrusa, ma in realtà viva ed interessante come poche. E questo, in definitiva, è lo scopo di questo primo *"Quaderno Scientifico"*.

Glossario

Accavallamento: vedere Sovrascorrimento.

Adria: microplacca continentale formatasi nel Mesozoico al margine settentrionale della placca africana. dalla deformazione del suo margine passivo sono derivate le Alpi meridionali e la catena appenninica. attualmente costituisce l'area adriatica.

Affioramento: roccia esposta sulla superficie topografica, libera da coperture di detriti, da terreno vegetale, piante, ecc.

Alga dasycladacea: alga con tallo eretto calcificato, adatta ad un ambiente a bassa energia.

Alto strutturale: zona tettonicamente più rilevata rispetto alle aree contigue; usato nell'analisi di bacino e in tettonica sinsedimentaria.

Amalgamato: strato (o banco) saldato ad uno strato (o banco) contiguo.

Annegamento (di una piattaforma): passaggio da condizioni di acqua molto bassa a condizioni di acqua profonda.

Anossico: carente di ossigeno.

Anticlinale: piega convessa verso l'alto. Quando viene livellata dall'erosione, una piega anticlinale fa affiorare al nucleo le rocce più antiche; è l'opposto di una sinclinale.

Antiforme: termine generico che indica una piega con convessità rivolta verso l'alto.

Antitetico: di struttura tettonica a vergenza opposta rispetto a quella dominante nella regione.

Arenaria: roccia sedimentaria clastica costituita da granuli delle dimensioni della sabbia, cementati nel corso della diagenesi.

Argilla: roccia clastica incoerente costituita da grani di diametro inferiore a 0,004 mm, di natura essenzialmente fillosilicatica o silicoclastica.

Assetto strutturale: geometria e stile delle deformazioni che caratterizzano una determinata area.

Astenosfera: strato interno del globo terrestre, sottostante la litosfera e caratterizzato da un comportamento plastico.

Avampaese: regione situata all'esterno di una catena orogenica e verso la quale avviene il trasporto tettonico. Contrario di retroterra o retropaese.

Avanfossa: bacino subsidente situato sul bordo esterno (fronte) di una catena orogenica in formazione, progressivamente colmato da depositi clastici (flysch) provenienti dallo smantellamento di terre emerse anche in aree lontane.

Bacino satellite (piggyback basin): piccolo bacino sedimentario che si forma sul dorso di unità tettoniche in fase di traslazione.

Bahamiano: modello di sedimentazione carbonatica di acqua sottile, lontana da influenze terrigene costiere, riconosciuto per la prima volta alle Isole Bahamas e poi riscontrato ampiamente nelle piattaforme carbonatiche appenniniche.

Bentonico: organismo che vive, fisso o non, sui fondali marini.

Bioclastico: frammento di fossile.

Biocostruzione: roccia o struttura formata dall'attività di organismi marini coloniali o dalle mucillagini algali sulle quali aderivano i sedimenti fini.

Bioturbazione: azione svolta da organismi che rimuovono i sedimenti del fondale marino lasciando, a volte, caratteristiche tracce (impronte, piste e gallerie).

Brachiopodi: invertebrati marini dotati di valve articolate.

Breccia: roccia formata da frammenti angolosi (di dimensioni superiori a 2 mm), generata da processi sedimentari o tettonici.

Briozoi: organismi coloniali che vivono in ambiente marino poco profondo.

Burrow casts: calchi di gallerie di organismi che si scavavano un passaggio al contatto tra un deposito sabbioso ed uno fangoso.

Calcarenite: roccia calcarea costituita da granuli (ooliti, clasti, fossili, ecc.) delle dimensioni della sabbia variamente cementati.

Calclutite: roccia calcarea a grana fine. Equivalente di micrite.

Calcirudite: roccia calcarea costituita da clasti di dimensioni superiori ai 2 mm.

Carbonatico: termine riferito a rocce sedimentarie composte essenzialmente da calcite (CaCO_3) e/o dolomite $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.

Carsismo: processo morfogenetico prodotto dalla dissoluzione ad opera di acque superficiali e sotterranee. Genera solchi, depressioni e cavità di varia forma (doline, inghiottitoi, grotte).

Cataclasite: prodotto della minuta frammentazione meccanica della roccia (deformazione fragile). Comune lungo le faglie e le linee tettoniche superficiali.

Catena orogena: stretta ed allungata zona della terra, caratterizzata in superficie da un rilievo montuoso e in profondità da un considerevole ispessimento crostale. È prodotta dall'azione di persistenti forze compressive tra due placche convergenti attraverso processi di appilamento tettonico.

Ciclotema: successione di strati con determinate caratteristiche litologiche che si ripete ciclicamente in una serie sedimentaria.

Circo glaciale: depressione semi-circolare dominata da pareti rocciose, parzialmente sbarrata verso valle da una soglia, occupata attualmente o nel passato da un ghiacciaio.

Clasto (clastico): frammento di roccia di qualunque natura e dimensione.

Collisione continentale: scontro tra due placche continentali in convergenza, con sutura del bacino oceanico interposto.

Conglomerato: roccia sedimentaria clastica coerente, costituita da più del 25% di granuli arrotondati di dimensioni superiori ai 2 mm di diametro.

Conoide (alluvionale, torbidity): corpo sedimentario a forma di ventaglio, con l'apice rivolto a monte. Si genera quando il corso d'acqua che trasporta il sedimento subisce un brusco rallentamento per la diminuzione di pendenza dell'alveo e scarica, in ambiente continentale o marino, buona parte del detrito trasportato.

Convoluzioni (laminazioni convolute): presenti comunemente in arenarie fini e siltiti, indicano la presenza di un sedimento saturo, soffice, leggermente coesivo e duttile, soggetto a tensioni orizzontali dovute alla corrente che stava depositando.

Copertura: successione sedimentaria deposta al di sopra di un basamento cristallino.

Cordone morenico: deposito rilevato lasciato dal ghiacciaio in ritiro ai lati (morena laterale) e alla fronte (morena frontale).

Corrente di torbida: massa d'acqua che contiene in sospensione sedimenti terrigeni. Discende per gravità lungo pendii sottomarini, dando origine a depositi, spesso gradati, noti come torbiditi.

Corrugamento: processo di deformazione compressiva della crosta terrestre che provoca pieghe e coltri di ricoprimento; vedi anche Raccorciamento.

Crioclastismo: processo di lenta e progressiva frammentazione meccanica delle rocce, legato ai cicli di gelo-disgelo, determinato dalle pressioni esercitate dall'acqua sulle pareti delle fratture delle rocce, quando questa aumenta di volume al momento del congelamento.

Crisi di salinità: improvviso aumento della salinità in un bacino soggetto ad evaporazione con conseguente precipitazione di minerali evaporitici (gesso, salgemma).

Debris flow: flusso ad alta energia di acqua e detriti di differenti dimensioni (dall'argilla ai blocchi).

Diaclasi (giunto, litoclasti): frattura nella roccia avvenuta senza apparente movimento relativo dei blocchi a contatto.

Diagenesi: insieme dei processi chimico-fisici che trasformano un sedimento sciolto (incoerente), sepolto sotto nuovi depositi, in una roccia sedimentaria.

Discordanza stratigrafica: superficie di separazione fra due corpi sedimentari corrispondente ad una lacuna di sedimentazione.

Dolina: depressione delle aree carsiche che assorbe le acque meteoriche.

Duttile: comportamento plastico di una roccia sottoposta a sforzo (stress tettonico). Le deformazioni duttili si sviluppano in rocce ben stratificate e sono rappresentate da pieghe. Contrario di fragile.

Emipelagite: deposito marino sedimentato ad una discreta distanza dalla costa, ove possono giungere solo i sedimenti più fini provenienti dal continente.

Endoreico: caratteristica di un reticolo idrografico che, pur con un deflusso permanente, non ha come livello di base il mare. Si manifesta essenzialmente entro depressioni completamente circondate da rilievi.

Esterno: in una catena orogenica è la direzione verso la quale avviene il trasporto tettonico (vergenza). Contrario di interno.

Eteropia(eteropico): variazione laterale del tipo di deposito (facies) nelle successioni sedimentarie.

Eustatismo: fenomeno di innalzamento ed abbassamento del livello medio del mare, per variazioni del volume delle acque del globo.

Euxinico: ambiente di sedimentazione marino, povero di ossigeno e favorevole alla conservazione e trasformazione del materiale organico.

Evaporite (evaporitico): deposito prodotto dalla precipitazione di sali (dolomite, gesso e anidrite, salgemma) per evaporazione in bacini isolati dal mare aperto (mari interni, lagune).

Facies: insieme degli aspetti litologici (litofacies) e paleontologici (biofacies) che caratterizzano una roccia sedimentaria.

Faglia: rottura di una massa rocciosa accompagnata da uno spostamento relativo dei due blocchi separati. È la reazione della roccia a uno sforzo (di dilatazione o di compressione) che non può essere assorbito plasticamente o elasticamente, ma provoca una rottura.

Finestra tettonica: area in cui l'erosione di una unità tettonica ha permesso l'affioramento delle rocce sottostanti.

Flussotorbidite: roccia sedimentaria deposta da correnti torbide, associate a franamenti sottomarini di materiali semifluidi su fondali inclinati. Si distingue dalla torbidite normale per l'assenza o la scarsità di gradazione ed impronte basali.

Flute casts: impronte di corrente di forma allungata, spesso presenti alla base di strati torbiditici.

Fluvioglaciale: deposito fluviale generato dai torrenti glaciali, direttamente antistante un ghiacciaio.

Flysch: depositi di piede di scarpata o di bacini marini profondi (avanfossa), costituiti da una ritmica successione di strati arenacei e argillosi gradati, prodotti da correnti di torbida (torbiditi). Il materiale deriva dal veloce smantellamento di aree emerse nel corso della costruzione di una catena orogenica.

Foraminiferi: protozoi microscopici di ambiente soprattutto marino, forniti di un guscio chitinoso, arenaceo o calcareo. Sono oggi presenti in quantità a tutte le profondità ed a tutte le latitudini, e si incontrano come fossili preziosi per la stratigrafia in quasi tutte le rocce sedimentarie marine.

Formazione: corpo roccioso con caratteristiche litologiche uniformi o uniformemente alternanti e con una precisa collocazione stratigrafica.

Fragile: comportamento rigido di una roccia soggetta a sforzo. Contrario di duttile.

Franapoggio: giacitura di rocce stratificate con inclinazione concorde con quella del versante.

Fronte tettonico (trhust frontale): piano di accavallamento frontale di un dato sistema tettonico.

Fucoidi: tracce fossili prodotte da organismi limivori.

Gessarenite: roccia sedimentaria clastica composta da granuli di gesso di taglia arenitica.

Gesso: minerale composto di solfato di calcio idrato ($\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) che si può trovare in concentrazioni tali da costituire una roccia sedimentaria evaporitica, spesso associata con i calcari, le marne e le argille.

Giacitura: disposizione nello spazio di una superficie geologica (superfici di stratificazione, sovrascorrimenti, faglie, ecc.). È definita dai parametri direzione, immersione ed inclinazione, che si misurano, rispetto al Nord ed all'orizzontale, con una bussola provvista di clinometro.

Glauconitico: contenente glauconite, minerale ferrifero autigeno di colore verde brillante che si forma in ambiente leggermente riducente.

Gondwana: supercontinente dell'emisfero meridionale che nel Paleozoico riuniva in un'unica placca le attuali masse continentali dell'Africa, Madagascar, India, Sudamerica, Australia ed Antartide; al Gondwana corrisponde, nell'emisfero settentrionale, il supercontinente Laurasia.

Graben: depressione tettonica delimitata da faglie subverticali, dirette o listriche, tipica di un regime distensivo.

Gradato (gradazione): strato sedimentario in cui le dimensioni dei granuli aumentano dalla sommità verso la base (gradazione diretta).

Grainstone: roccia carbonatica composta da granuli di taglia arenitica senza matrice fine e con pori intergranulari completamente o parzialmente riempiti di cemento.

Groove casts: controimpronte di solchi di erosione prodotti dal trascinarsi di oggetti da parte di una corrente, su fondali molli. Sono spesso presenti alla base di strati torbiditici.

Hard grounds: depositi caratteristici di rilievi sottomarini, sui quali per lunghi periodi non ha luogo una sedimentazione meccanica normale. Consistono in croste (e/o noduli) di spessore centimetrico, essenzialmente ferro-manganesifere, associate a minime quantità di sedimenti carbonatici.

Horst: rilievo tettonico delimitato da faglie subverticali dirette, tipico di zone distensive continentali.

Interno: direzione opposta a quella del trasporto tettonico principale. Contrario di esterno.

Intraclasti: frammenti di varie forme e dimensioni di sedimento carbonatico, semiconsolidato e penecontemporaneo, erosi dalle zone adiacenti del fondo marino e ridepositati come nuovi sedimenti.

Inversione tettonica: fenomeno che produce un'inversione nel senso di movimento su una faglia preesistente. Riguarda soprattutto le strutture di grandi dimensioni, nate in distensione e poi riattivate in regime tettonico compressivo.

Karren: forme superficiali di dissoluzione carsica di varia geometria (scanalature, solchi, impronte).

Kettle: depressioni circolari doliniformi dovute alla fusione di blocchi di ghiaccio morto, rimasti isolati ed abbandonati sotto la copertura detritica, durante la fase di ritiro di un ghiacciaio.

Lacuna stratigrafica: assenza di una parte della serie stratigrafica per mancata sedimentazione.

Laminazione: sistema di superfici che delimitano porzioni molto sottili di roccia (anche al di sotto del mm), di origine sedimentaria o meccanica (tettonica).

Listrica: si dice di superficie di scorrimento (es. di faglia o di frana) concava verso l'alto, a cucchiaio.

Litologia: insieme dei caratteri fisici e chimici che definiscono l'aspetto di una roccia.

Litosfera: involucro rigido esterno della Terra formato dalla crosta e dal mantello litosferico. È suddivisa in grandi frammenti (placche) in movimento sopra l'astenosfera.

Livello-guida: livello poco esteso verticalmente, molto esteso arealmente e facilmente riconoscibile nel complesso delle rocce cui appartiene. Serve da riferimento nel rilevamento geologico ed in stratigrafia.

Margine attivo: margine convergente, corrispondente al settore della placca superiore sovrastante la zona di subduzione. È sede di processi orogenici e magmatici.

Margine passivo: margine continentale divergente, al limite con la crosta oceanica, caratterizzato da crosta relativamente sottile e da stabilità tettonica. È individuabile dagli inizi della fase di oceanizzazione per la divergenza di due placche (tettonica di rifting).

Marna: roccia sedimentaria costituita da calcare e da argilla in quantità circa uguale. Con percentuali diverse dei due componenti si parla invece di calcari marnosi, marne calcaree, marne argillose o argille marnose.

Megabreccia: deposito sedimentario caotico formato per frammenti sottomarini o scivolamenti gravitativi e costituito da clasti di dimensioni enormi.

Membro: unità litostratigrafica di rango inferiore a quello della formazione.

Micrite: sedimento carbonatico a grana finissima.

Monoclinale: successione di strati immergenti nella stessa direzione e con uguale pendenza. Può essere anche uno dei due fianchi di una piega, ad immersione uniforme e costante.

Morena: deposito detritico eterogeneo non cernito e non stratificato, abbandonato da un ghiacciaio durante la fase di ritiro.

Mudstone: roccia carbonatica a grana estremamente fine (fango micritico), con granuli e clasti medi in percentuali inferiori al 10%.

Neotettonica: studio delle deformazioni recenti ed attuali della crosta terrestre.

Neritico: ambiente marino di bassa profondità (0-200 m) che si estende sulla piattaforma continentale, tra la zona litorale e l'inizio della scarpata.

Olistolite: blocco, di dimensioni anche gigantesche, contenuto in un olistostroma.

Olistostroma: massa rocciosa ad assetto caotico formata da blocchi (olistoliti) e frammenti minori dispersi in una matrice fine. Rappresenta l'accumulo di grandi frane sottomarine in zone prossime ad un fronte orogenico o caratterizzate da forte attività sismica.

Oncoliti: granuli carbonatici sferoidali, di taglia variabile da qualche mm ad alcuni cm, formati da successivi rivestimenti di alghe cianofee capaci d'intrappolare i sedimenti in sospensione.

Onlap: appoggio stratigrafico, di strati orizzontali, discordanti su superfici inclinate.

Oolite: roccia costituita da granuli carbonatici a struttura concentrica (ooidi) di diametro inferiore ai 2 mm.

Orogenesi: insieme dei processi tettonici, metamorfici e magmatici che determinano la formazione di una catena montuosa al limite tra due placche convergenti.

Pebbly mudstone: roccia sedimentaria costituita da un accumulo caotico di ciottoli sparsi in una matrice fine micritica. Deriva da flussi gravitativi subacquei (frane sottomarine).

Pelagico: ambiente sedimentario caratteristico di mare aperto, lontano dalle coste.

Pelite: roccia o sedimento a grana estremamente fine, ricco in genere di minerali argillosi.

Peloidi: granuli carbonatici tondeggianti sia di natura organica che inorganica, privi di strutture interne e di dimensioni submillimetriche. Costituisce parte dei sedimenti carbonatici fini della piattaforma interna.

Periclinale: terminazione di una piega per l'inclinazione dell'asse o per smorzamento della piega stessa.

Piana tidale: altofondo marino che risente dell'azione delle correnti di marea. Può rimanere emerso nei periodi di bassa marea e sommerso durante le alte maree.

Piano di taglio: piano lungo il quale una massa rocciosa è traslata rispetto ad un'altra per effetto di sforzi.

Piattaforma carbonatica: corpo roccioso calcareo di origine organica, di notevole spessore, formato in mare basso e clima caldo.

Piattaforma continentale: estensione del continente, come entità geologica, in ambiente sottomarino fino alla profondità di circa 200 m. È delimitata dalla scarpata continentale.

Piega: deformazione duttile delle rocce soggette a forze tettoniche compressive. Si esprime in ondulazioni (vedi Anticlinale e Sinclinale).

Pisoliti vadose: concrezioni carbonatiche concentriche generate nei suoli carbonatici di clima semiarido.

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

Planctonico: organismo acquatico di piccole dimensioni, vegetale o animale, che vive al di sopra del fondo, spesso vicino alla superficie, galleggiando senza nuotare.

Polarità orogenica: verso di propagazione della deformazione tettonica durante il processo di formazione di una catena montuosa.

Polje: ampia depressione in una zona carsica, con lati piuttosto ripidi e fondo piatto.

Postorogenico: riferito all'evoluzione di un bacino sedimentario successiva alle fasi principali di edificazione di una catena.

Potenza: spessore di un'unità stratigrafica.

Progradazione: processo di accumulo sedimentario con sviluppo della stratificazione lungo superfici inclinate rispetto all'orizzontale, ma sempre nel senso di avanzamento del sistema deposizionale.

Rampa carbonatica: pendio di raccordo tra una piattaforma carbonatica e l'adiacente bacino pelagico.

Rampa tettonica: superficie di scollamento e sovrascorrimento con andamento più o meno inclinato.

Reggipoggio: giacitura di una roccia stratificata con inclinazione opposta a quella del versante.

Retroscorrimento: traslazione tettonica con senso di trasporto relativo (vergenza) opposto a quello dominante del sistema di cui fa parte.

Rifting: incipiente lacerazione ed estensione della crosta terrestre che precede l'apertura di un oceano.

Ripples: increspature sui fondali sabbiosi prodotti sia da corrente che da moto ondoso.

Rigetto: entità dello spostamento relativo dei blocchi contrapposti lungo un piano di faglia.

Roccia montonata: superficie rocciosa modellata dall'erosione glaciale in gobbe arrotondate e lisce.

Sapropeliti: sedimenti ricchi di materiale di origine organica, decomposto in ambiente non ossidante.

Scaglia tettonica: massa rocciosa dislocata sopra un'altra con movimento lungo una superficie di faglia inversa a media o debole inclinazione rispetto all'orizzontale.

Scarpata continentale: pendio che raccorda la piattaforma continentale sottomarina con la piana abissale oceanica. Zona limite tra crosta continentale e crosta oceanica.

Seamount: montagna sottomarina che si eleva dal fondo marino circostante.

Selce: aggregato compatto e opaco, varicolore, costituito da quarzo microcristallino, con porosità submicroscopica.

Silicoclastico: detto di un sedimento o di una roccia costituiti prevalentemente da minerali (quarzo, feldspati, fillosilicati) e frammenti di rocce ignee e metamorfiche.

Siltite (silt): roccia (sedimento) clastica fine, con granuli generalmente angolosi e di diametro compreso tra 0,064 e 0,004 mm.

Sinclinale: piega concava verso l'alto. Quando viene livellata dall'erosione, una sinclinale fa affiorare al nucleo le rocce più giovani; è l'opposto di un'anticlinale.

Sinsedimentario: fenomeno che si verifica durante la sedimentazione.

Slumping: struttura prodotta dallo scivolamento, su un pendio subacqueo, di pacchi di strati semiplastici che sono deformati in sistemi di pieghe.

Sopratidale (zona): zona costiera invasa dal mare solo durante le maree di maggiore ampiezza.

Sovrascorrimento (accavallamento, thrust): fenomeno tettonico che produce il distacco, per scollamento superficiale, taglio profondo o riattivazione (inversione) di discontinuità già esistenti, di estese e sottili porzioni di rocce sedimentarie e/o di basamento (dette unità tettoniche o coltri di ricoprimento) e la loro traslazione in massa sopra altri terreni. Il processo avviene in regime compressivo, durante un ciclo orogenico, determinando il raccorciamento e l'ispessimento di una sezione della crosta terrestre.

Specchio di faglia (liscione): superficie di faglia perfettamente lisciata e lucidata dallo scorrimento delle masse rocciose dislocate.

Spicola: elemento scheletrico, di forma aciculare, di spugne calcaree o silicee.

Stilolite: superficie ondulata simile a suture craniche, presente nei calcari, dovuta a processi di soluzione per pressione.

Stress: forza, tensione, spinta tettonica che agisce su di un corpo roccioso.

Strie: strutture caratteristiche delle superfici di faglia dovute alle azioni meccaniche durante i vari movimenti tettonici dei quali testimoniano la direzione e, a volte, il verso.

Stromatoliti: strutture a sottili lamine spesso ondulate presenti in rocce carbonatiche, generalmente prodotte per intrappolamento di fango carbonatico da parte di tappeti algali.

Subduzione: processo per cui una parte di litosfera scende e penetra nell'astenosfera.

Subsidenza: abbassamento continuo o discontinuo del fondo di un bacino sedimentario.

Substrato: generico basamento su cui poggia una formazione rocciosa. Può essere stratigrafico o tettonico: nel primo caso il contatto è di tipo stratigrafico normale, nel secondo è una superficie di thrust.

Successione (serie) stratigrafica: sequenza delle formazioni geologiche deposte una sull'altra in un dato intervallo di tempo e in una data regione.

Suolo: strato superficiale della crosta terrestre, di spessore molto variabile, la cui origine è dovuta all'azione esercitata sulle rocce in affioramento da fattori chimico-fisici (legati agli agenti atmosferici) e biologici (micro- e macroorganismi).

Terrigeno: dicesi di materiali detritici deposti nei mari e provenienti dalle terre emerse.

Tessitura: dimensioni, forma, disposizione spaziale e rapporti reciproci delle particelle che costituiscono una roccia.

Tetide: grande golfo marino che durante il Mesozoico si incuneava da Est a Ovest separando i due paleocontinenti Eurasia ed Africa.

Thrust: vedi Sovrascorrimento.

Tidale: si riferisce alle variazioni del livello marino causate dalle maree.

Torbidite: roccia sedimentaria, per lo più gradata, deposta da una corrente di torbida.

Transpressivo: movimento compressivo legato ad una faglia trascorrente.

Transtensivo: movimento distensivo legato ad una faglia trascorrente.

Trascorrente: faglia con movimento prevalentemente orizzontale.

Trasgressione: avanzata del mare sulle terre emerse.

Trasporto tettonico: traslazione a grande scala di corpi rocciosi (coltri di ricoprimento, ecc.) lungo piani di sovrascorrimento.

Unità tettonica: insieme di rocce distinto dalle altre per aver subito un certo tipo di deformazione o dislocazione tettonica senza perdere la propria individualità.

Vergenza: direzione verso cui si muovono le coltri di ricoprimento e si rovesciano le pieghe.

Fonti iconografiche

Fig. 1: da L. Adamoli, *Il Gigante di Pietra – La storia geologica del Gran Sasso d'Italia*, CARSA Edizioni, Pescara, 2002.

Figg. 2 - 3: da A. Bosellini, *La storia geologica delle Dolomiti*, Edizioni Dolomiti, 1989, modificate.

Referenze fotografiche

Leo Adamoli: figg. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21

Cleto Di Giustino: figg. 10, 14, 16, 22, 23, 24, 25, 26