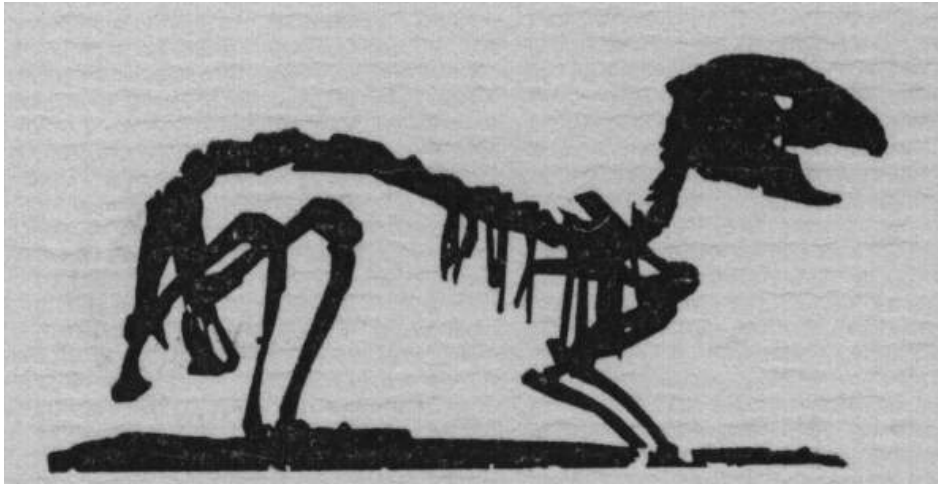


CNSS Società Speleologica Italiana - CER Sardegna
Federazione Speleologica Sarda

Elementi di PALEONTOLOGIA



Carbonia 23 giugno 2006

Mauro Villani

Museo Civico di Paleontologia e Speleologia "E.A. Martel" Carbonia



La Paleontologia

Paleontologia è un termine composto che deriva dall'insieme delle parole greche *palaios* = antico, *on* = ente, *logos* = discorso.

La Paleontologia si prefigge lo scopo di fornire un quadro il più completo possibile della vita attraverso il passato geologico utilizzando come fonte d'informazioni i resti litificati degli organismi, che hanno popolato il nostro pianeta avvicinandosi e/o trasformandosi, e le tracce lasciate dalla loro attività, generalmente noti come *fossili*.

I Fossili

Il termine fossile deriva dal latino *foedére* = scavare ed indica quanto si recupera scavando.

I fossili sono resti di organismi o tracce dell'attività di organismi che hanno popolato la Terra durante le epoche geologiche passate.

La loro forma e struttura possono dare informazioni precise sul tipo di animali o piante da cui derivano.

Tipi principali di rocce

Le rocce (aggregati naturali di uno o più minerali) affioranti derivano da tre processi chimico-fisici principali: cristallizzazione da una massa fusa, precipitazione da una soluzione e ricristallizzazione.

Secondo l'origine le rocce si suddividono in tre gruppi:

Rocce magmatiche , chiamate anche igne o eruttive , si formano per consolidamento ad alta temperatura di masse fuse di natura prevalentemente silicatica, chiamata magma e priva di fossili.

Rocce sedimentarie , si formano sulla superficie terrestre ad opera di agenti esterni, come acqua, vento e ghiaccio, o in ambiente acquatico per precipitazione di fanghi carbonatici. Sono frequentemente stratificate e ricche di fossili.

Rocce metamorfiche , che derivano da trasformazioni strutturali, mineralogiche e chimiche provocate dalla temperatura, dalla pressione e da fluidi circolanti. Queste trasformazioni si compiono nella roccia allo stato solido senza formazione di una fase fusa. Questi litotipi raramente conservano fossili.

Processi di fossilizzazione

Il processo di fossilizzazione lungo e dipendente dalla concomitanza di molteplici fattori è un fenomeno raro ad attuarsi e completarsi in natura.

I, relativamente, pochi organismi che subiscono questo complicato processo di trasformazione che permette loro di conservarsi e giungere sino a noi dopo anche centinaia di milioni d'anni dalla morte, vi arrivano grazie ad una serie di condizioni particolarmente favorevoli che si susseguono.

La fossilizzazione riguarda l'insieme dei processi per i quali un organismo morto o le sue tracce si trasformano in fossili e si conservano entro le rocce sedimentarie.

Quando un organismo muore, sia esso vegetale sia animale, è soggetto ad aggressioni da parte di agenti distruttori di vario tipo, le sue parti molli sono sottoposte ad una rapida decomposizione e scompaiono in poco tempo, mentre le parti mineralizzate possono anch'esse subire abrasioni e decalcificazioni che ne asportano la sostanza minerale.

Questi agenti distruttori si possono suddividere in:

Agenti distruttori biologici, che attaccano e distruggono le parti meno resistenti degli organismi animali e vegetali, e sono, a loro volta distinguibili in *Animali necrofagi* (che si cibano di resti di animali morti) e *Batteri* (microrganismi diffusi in quasi ogni ambiente che si nutrono di sostanze animali e vegetali in decomposizione).

Agenti distruttori chimici, particolari sostanze chimiche circolanti in soluzione che permeando nel terreno tendono a sciogliere le parti dure degli organismi (gusci, ossa, ...). Tale dissoluzione chimica può avere effetto anche su un resto già fossilizzato.

Agenti distruttori meccanici, identificabili nelle acque di fiumi e torrenti, nelle onde e nelle correnti marine, nei venti che in se e uniti alle sospensioni inevitabilmente trasportate fratturano e consumano le strutture più resistenti degli organismi (gusci, ossa, ...) che possono talvolta essere completamente distrutte.

La possibilità di conservazione di organismi allo stato fossile è quindi determinata da una serie di circostanze favorevoli, tra le quali giocano un ruolo fondamentale un rapido seppellimento sotto un'opportuna coltre di sedimenti, le condizioni chimico fisiche dell'ambiente, la natura e composizione del residuo organico, le condizioni fisico-chimiche a cui il sedimento inglobante il resto, è successivamente sottoposto.

Perché l'organismo animale o vegetale si salvi dall'aggressione degli agenti distruttori deve essere innanzi tutto rapidamente coperto da sedimenti; questo escluderà i fenomeni di alterazione meccanica e, limitando od impedendo la circolazione d'ossigeno, rallenterà, arrivando persino ad interrompere, i processi di decomposizione.

Da tali considerazioni emergono naturalmente come favoriti gli organismi che vivono infossati entro sedimenti. Le proprietà fisiche negative dell'ambiente e dei sedimenti (azione di onde, spostamento di ciottoli) comportano la distruzione rapida anche di strutture solide; mentre su fondali tranquilli con sedimenti di fondo fini si avranno maggiori possibilità di conservazione.

Va sottolineato che anche per le caratteristiche chimiche degli ambienti gli organismi hanno differenti possibilità di esser fossilizzati.

Negli ambienti fortemente acidi tipici delle torbiere, ad esempio, i resti calcarei sono rapidamente disciolti così come succede nelle grandi profondità oceaniche a causa della forte pressione. I fossili d'ambiente continentale sono molto più rari di quelli d'ambiente acquatico a causa del prevalere dei fenomeni d'erosione; si formano soprattutto se i resti organici vengono sepolti da sabbie fluviali, ceneri vulcaniche oppure se gli organismi finiscono in cavità carsiche dove vengono sepolti da sedimenti di trasporto o ricoperti da concrezioni.

La maggior parte dei fossili si conserva in sedimenti calcarei, sabbiosi o silicei accumulatisi in ambiente subacqueo (marino, lagunare, fluvio-lacustre), dove le conchiglie, gli scheletri e le tracce impresse diventano parte integrante del sedimento e sono poi sottoposti ai processi che trasformano questo in una roccia sedimentaria.

Perciò le più comuni rocce fossilifere note sono rappresentate da calcari, dolomie, marne, argilliti, scisti e arenarie.

Questi processi, che costituiscono complessivamente la *diagenesi*, consistono in fenomeni di compattazione, cementazione e/o ricristallizzazione, sotto l'effetto di pressioni o circolazione di liquidi più o meno saturi di soluzioni entro il sedimento stesso.

Dopo la decomposizione della sostanza organica, la struttura scheletrica è resa porosa e dentro le sue minuscole cavità può aversi precipitazione minerale proveniente dalle soluzioni circolanti; la struttura diventerà così più compatta e facilmente fossilizzabile. Spesso il minerale costituente la struttura scheletrica può subire una ricristallizzazione e trasformarsi in un minerale simile più stabile: tale fenomeno è frequente nei gusci dei molluschi, costituiti in origine da aragonite e fossilizzati, generalmente, in calcite.

Quando le soluzioni circolanti entro il sedimento sono povere di sali tendono ad assumere uno status acido che può provocare il totale scioglimento delle strutture scheletriche, lasciando solo il modello delle cavità interne. In tal caso la presenza di un originario resto scheletrico sarà testimoniata dal modello stesso oltre che dall'impronta esterna impressa dalla struttura nel sedimento prima di essere disciolta.

Delle volte lo spazio lasciato tra modello interno ed impronta esterna può essere riempito da mineralizzazioni che cristallizzano da altre soluzioni circolanti; in questo caso si realizza una struttura che ripete la morfologia originaria del resto organico ma se ne differenzia per la diversa organizzazione cristallina.

Si può avere anche il caso di fossili pseudomorfici, che derivano da sostituzioni metasomatiche, molecola per molecola, da parte di un minerale delle soluzioni circolanti sul minerale originario; in tal caso cambierà la composizione mineralogica ma non la morfologia né l'organizzazione microscopica del "guscio" originario. È questo il caso frequente che riguarda la silicizzazione dei tronchi d'albero, dove è spesso ancora possibile riconoscere i dettagli dell'organizzazione cellulare del legno.

Sono pure noti casi di fossilizzazione totale, in cui sono conservate anche le parti molli del corpo; questo è possibile quando un organismo è inglobato entro sostanze tendenzialmente asettiche come l'ambra o il ghiaccio, oppure quando è bloccata la decomposizione della sostanza organica perché si creano condizioni anaerobiche o alla presenza di alte temperature che sottraggono rapidamente i liquidi dal corpo (mummificazione).

I resti degli organismi sono in genere fossilizzati in carbonato di calcio (calcite) o in biossido di silicio (silice, quarzo, calcedonio, opale, ...) ma si conoscono frequenti conservazioni in fosfato di calcio (apatite), solfuro di ferro (pirite), ossido di ferro (ematite), miscugli d'idrossidi e ossidi idrati di ferro (limonite), ...

I vegetali e gli scheletri chitinosi subiscono spesso un processo di carbonizzazione durante la fossilizzazione, perché la cellulosa, sotto l'azione di batteri anaerobici, perde gli elementi organici volatili (idrogeno, ossigeno, azoto) arricchendosi percentualmente, principalmente, in carbonio.

Di tutti gli esseri viventi che hanno popolato la Terra dalla sua formazione ai nostri giorni, solo un esiguo numero si è conservato tra le rocce sedimentarie. Molti non hanno mai avuto neppure possibilità di fossilizzare, sia per mancanza di strutture mineralizzate sia per inadeguata sepoltura dopo la morte.

Spesso i resti fossili sono stati pure eliminati per fenomeni di dissoluzione o ricristallizzazione della roccia, dovuti anche, secondo il caso, all'effetto negativo dei processi di metamorfismo, in cui la ridistribuzione minerale e la ricristallizzazione modificano completamente la roccia originaria cancellandone le strutture.

Tutto ciò rende evidente che ciascun fossile rappresenta una testimonianza univoca e irripetibile della vita del passato.

Classificazione dei fossili

I primi organismi noti comparvero sulla Terra circa 3.800 milioni di anni fa. Da allora la vita ha avuto un'evoluzione continua, gli organismi si sono diversificati e si sono succeduti uno all'altro determinando milioni di specie differenti.

Per potersi districare tra questa moltitudine di esseri viventi è necessario adottare una classificazione basata su criteri pratici, univoca sia per gli organismi attuali sia per quelli fossili.

Le classificazioni attualmente seguite raggruppano gli organismi in funzione delle loro relazioni di affinità morfologiche o di parentela (relazioni filitiche) definite in base a studi sistematici; i concetti ed i metodi che regolano tali studi costituiscono la *tassonomia*.

Per poter esprimere i gradi di affinità sistematica è adottato un sistema gerarchico con categorie di rango via via decrescente, organizzate in modo che ogni livello comprenda unità di rango inferiore.

La categoria di livello più alto è il *Regno* (vegetale, animale, ...), a cui seguono in sequenza discendente *Phylum*, *Classe*, *Ordine*, *Famiglia*, *Genere*, *Specie*.

Questi sette livelli fondamentali non sono sufficienti per classificare la totalità degli organismi, sono quindi intercalate numerose sottocategorie quali *Subphylum*, *superclasse*, *sottoclasse*,, *sottospecie*.

La categoria fondamentale è la *Specie*, unità biologicamente delimitabile in natura, definita come un insieme di popolazioni naturali realmente o potenzialmente interfeconde ed isolate rispetto ad altri gruppi simili.

Considerando la *Specie* in ambito paleontologico è pure necessario introdurre il concetto tempo, che consente la distinzione tra gruppi morfologicamente affini vissuti in epoche successive e collegati dal punto di vista evolutivo.

Principi di nomenclatura

Se la *tassonomia* indica i principi della classificazione biologica e la *sistemica* definisce gli organismi in base alle relazioni reciproche, la *nomenclatura* si occupa della denominazione degli esseri viventi ed attribuisce ad ogni categoria sistematica un appropriato nome convenzionale, come per esempio la generica denominazione *Homo* e quella specifica *Homo sapiens*.

Queste definizioni sono disciplinate da codici internazionali di nomenclatura zoologica e botanica.

Tutti gli organismi, fossili o viventi, sono definiti a livello di specie da una coppia di termini latini o latinizzati. Il primo termine (iniziale sempre maiuscola) rappresenta il nome del *genere* a cui appartiene la *specie*, che è indicata con il secondo termine (sempre tutto minuscolo).

La citazione di una specie deve sempre comprendere i due termini (il genere può nel caso essere indicato abbreviato), mentre il solo nome specifico non ha significato.

Nelle citazioni specialistiche il nome specifico è seguito dal nome dell'autore che ha istituito la specie e dall'anno di pubblicazione di tale nome. Se autori successivi hanno modificato l'attribuzione della specie ad un genere differente da quello originario, l'autore è allora indicato tra parentesi. Nella sola nomenclatura botanica il caso è evidenziato dall'aggiunta del nome e dell'anno in cui tale modifica ha avuto luogo.

Concludendo, per essere indicato correttamente dal punto di vista scientifico, il nome di un animale o vegetale fossile o vivente andrà citato in questo modo:

Strombus coronatus DEFRANCE, 1827

Prolagus sardus (WAGNER, 1829)

Glyptostrobos europaeus (BRONGNIART, 1833) UNGER, 1850

L'indicazione dell'anno di definizione di una specie riveste particolare importanza perché spesso uno stesso *taxa* può esser stato descritto con nomi diversi creando una situazione di sinonimia; in questo caso, se grammaticalmente corretto, si utilizza universalmente il primo nome pubblicato.

Microtus (Tyrrhenicola) henseli (MAJOR, 1882)

Se la determinazione, per vari motivi, è incompleta si utilizza solo il nome generico seguito dall'abbreviazione *sp.* (*species*).

Se l'attribuzione risulta dubbia è inserito dopo il nome del genere il simbolo ?.

Si utilizza invece, inserito tra genere e specie, l'abbreviazione *cf.* quando l'incertezza riguarda l'attribuzione specifica.

Evoluzione, variabilità ed estinzione

Uno dei principali obiettivi della Paleontologia è di fornire un quadro complessivo dell'evoluzione del mondo organico, sia definendo i successivi

stadi di sviluppo degli organismi, sia chiarendo le reciproche relazioni filogenetiche su cui poter basare i sistemi di classificazione.

L'evoluzione è un fenomeno di sviluppo presente in qualsiasi organismo vivente e rappresenta il risultato dell'interazione tra fattori interni ed esterni all'organismo. In questo entra in gioco il processo di *selezione naturale* che tende a favorire organismi portatori di caratteri progressivi rispetto altri, spostando gradualmente la base genetica di una popolazione verso una certa direzione.

Tra i fattori esterni gioca un ruolo fondamentale l'isolamento perché comporta un'inevitabile ricombinazione genetica tra popolazioni specifiche accelerando la tendenza evolutiva sia in senso positivo sia negativo.

Il libero accesso ad un ambiente scarsamente colonizzato da altre forme viventi rappresenta un'occasione di progresso biologico di notevole importanza (*radiazione adattativa*) come, ad esempio l'improvviso sviluppo di fauna specializzata nel Cambriano inferiore a seguito del progressivo aumento dei valori d'ossigeno o l'espansione, all'inizio del Cenozoico, dei mammiferi placentati in ambienti ormai liberi dai grandi rettili mesozoici.

Essendo molteplici le variabili in campo si sono avute, nei milioni d'anni passati, casi di organismi affini evolutisi in direzioni molto differenti o casi di gruppi distanti geneticamente che hanno sviluppato adattamenti morfologici a modi di vita simili, come pesci, rettili ittiosauri mesozoici e mammiferi cetacei.

Ciclicamente, in concomitanza di diversi fattori, si sono ripetute nel corso di milioni d'anni delle estinzioni di massa d'organismi.

Le cause di queste estinzioni sono in parte ancora ignote, ma si possono verosimilmente ricondurre sempre a concomitanti fenomeni legati a modificazioni fisico-geografiche tipo cambiamenti climatici, geografici, orogenesi, attività vulcaniche, variazioni di salinità delle acque,...; ma anche influenze cosmiche come variazione della radiazione solare, collisioni con corpi celesti, esplosioni di stelle che hanno, modificando le condizioni ambientali interrotto catene alimentari primarie inducendo, per incapacità di adattamento ambientale, la scomparsa di gruppi animali e/o vegetali divenuti iperspecializzati.

Paleoecologia, Paleobiogeografia

Qualunque organismo vive o è vissuto in stretto rapporto con l'ambiente circostante relazionandosi sia con l'insieme dei caratteri fisici e chimici che lo costituisce sia con gli altri organismi. Per quanto riguarda i fossili questi rapporti sono analizzati dalla, così detta *Paleoecologia*.

Le varie ricerche paleontologiche forniscono anche dati utilizzabili per ricostruire la paleobiogeografia della Terra, in pratica la ripartizione e le variazioni delle terre emerse e dei mari nel corso dei milioni d'anni che hanno, unitamente alle variazioni delle condizioni climatiche (*Paleoclimatologia...*) condizionato la distribuzione geografica degli organismi nel corso dell'evoluzione.

Stratigrafia e fossili guida

Gli strati sedimentari rappresentano una registrazione, più o meno completa, dei tempi geologici.

Esistono due metodi per determinare l'età delle rocce sedimentarie: uno è la misura della loro età radiologica assoluta, l'altro la definizione della loro età relativa.

Per calcolare l'età assoluta di una roccia ci si avvale della radioattività, cioè la particolarità di alcuni isotopi di perdere spontaneamente ed in misura differente nel tempo, parte della propria massa emettendo radiazioni elettromagnetiche.

Secondo il range di misura sul quale si deve operare si utilizzano rilevazioni di differenti isotopi partendo dal carbonio C^{14} per datazioni risalenti a non più di 50.000 anni passando per isotopi di ossigeno, potassio-argento, rubidio-stronzio, lutezio-afnio sino ad uranio U^{235} e U^{238} e torio Th^{232} che mutando nel corso del tempo rispettivamente in Pb^{206} Pb^{207} e Pb^{208} consentono datazioni assolute superiori a 4 miliardi d'anni.

Del calcolo dell'età relativa di una roccia si occupa la *Biostratigrafia* che basa i suoi principi sul fatto che essendo le rocce sedimentarie costituite da differenti strati di vario spessore e di varia estensione, secondo logica lo strato più profondo sarà anche quello di più antica deposizione, mentre quelli che si troveranno via via procedendo verso l'alto saranno sempre più recenti.

Questo è vero però solo in una situazione ideale di conservazione della deposizione.

Alcune volte può verificarsi il caso che la serie delle rocce sedimentarie dopo la deposizione abbia subito dei parziali capovolgimenti.

In questo caso per stabilire un ordine cronologico-temporale sono di prezioso aiuto i cosiddetti *fossili guida*.

Si tratta di animali e/o vegetali vissuti per un periodo di tempo limitato e definito confinati in un determinato "pacco" di strati; questo permette di effettuare delle precise correlazioni stabilendo la contemporaneità tra rocce caratterizzate dallo stesso, particolare, contenuto paleontologico.

Correlazioni su basi biostratigrafiche hanno consentito di individuare eventi paleobiologici di interesse mondiale succedutisi nel tempo. Questo ha consentito di suddividere le sequenze stratigrafiche in unità organizzate secondo cronologie correlabili stratigraficamente e temporalmente.

Legislazione

La normativa italiana è regolata dalla Legge n. 1089 del 1 giugno 1939, Tutela delle cose d'interesse artistico e storico, che all'articolo 1, paragrafo a) vi fa espressamente riferimento citando:

"le cose che interessano la paleontologia, la preistoria e le primitive civiltà".

Con la Circolare del Ministero dei Beni e le Attività Culturali n.63 del 15 febbraio 1999 si disciplinano tutte le attività riguardanti l'estrazione, la preparazione e la detenzione di beni paleontologici rinvenuti sul nostro territorio.

L'organismo applicativo di riferimento è, territorialmente competente, Soprintendenza Archeologica che si avvale, per la materia, della consulenza di un paleontologo designato regionalmente all'interno di una commissione paleontologica nazionale.

Secondo la legge ogni azione di scavo e recupero deve essere autorizzata, dietro richiesta, dalla competente Soprintendenza, alla quale

vanno pure indirizzate le obbligatorie "denunce di possesso in buona fede" di reperti fossili, atto indispensabile per il censimento dei reperti esistenti e per l'ottenimento della custodia.

La modulistica per la redazione delle denunce è disponibile, oltre che nelle Soprintendenze anche presso musei paleontologici ed enti di ricerca.

Raccolta e preparazione

Le rocce fossilifere più comuni sono i calcari, le dolomie, le argilliti, le marne, le arenarie, i depositi loessici ed i depositi carsici.

A questi si aggiungono, in minore percentuale, rocce piroclastiche dovute ad attività vulcaniche, come i tufi e rocce debolmente metamorfosate per contatto con rocce ignee o per azione di aumentate pressioni e temperatura (marmi).

Generalmente i fossili sono più frequenti nei sedimenti di ambienti marini, che non in quelli subaerei.

Una corretta raccolta di fossili prevede un campionamento strato per strato direttamente sull'affioramento, aprendo generalmente la roccia parallelamente alle superfici di stratificazione poiché è poco frequente che un fossile sia disposto trasversalmente rispetto questi piani, a meno di un accumulo caotico o di un deposito di tipo carsico.

Si dovranno osservare diverse regole che è così possibile riassumere:

- Deve essere localizzata con cura la posizione geografica dell'affioramento in esame e lo strato di raccolta di ciascun reperto perché fossili senza precisa localizzazione stratigrafica perdono gran parte del loro significato.
- Si devono annotare tutte le informazioni relative al modo ed alla posizione del rinvenimento, al rapporto del reperto rispetto il sedimento ed eventuali altri reperti, più ogni altra informazione utilizzabile reperita.
- Il numero degli esemplari raccolti sarà in funzione degli scopi prefissi e sarà aumentato solo per effettuare analisi di tipo statistico (es. molar roditori, lagomorfi, ...)
- La raccolta non va limitata agli esemplari più grandi e/o più "belli" ma riguardare tutti i reperti potenzialmente significativi.
- I reperti non vanno mai preparati e puliti sull'affioramento, ma raccolti con la matrice o parte di essa (anche questa fornisce preziose indicazioni.....).
- La preparazione sarà effettuata in laboratorio da personale competente e con la strumentazione appropriata.
- Ogni reperto va accuratamente imballato per il trasporto ed identificato con siglature univoche relative all'affioramento ed alla posizione di rinvenimento nello stesso.
- Alcuni fossili in situazione strutturale precaria (frequentemente parti ossee o resti carbonizzati), necessitano comunque per una corretta estrazione, di essere consolidati sul posto. Anche quest'operazione va eseguita da personale competente e con strumenti e prodotti chimici adeguati.

Determinazione

L'esatta determinazione di una specie spesso è un problema complicato anche per uno specialista poiché quasi sempre ci si deve confrontare con reperti parziali o frammentari.

Delle volte poi non è proprio possibile arrivare a determinare un esemplare raccolto proprio perché i frammenti mancano di elementi diagnostici.

La precisione nella determinazione dei fossili dipende sia dall'esperienza di chi la esegue sia dalla possibilità di consultare materiale e letteratura paleontologica di confronto.

Per questo sarebbe bene, quando possibile, fare sempre riferimento a strutture specializzate del settore, come università e musei.

I riempimenti di grotta

I sedimenti depositati sottoterra (argille, sabbie, ciottoli, concrezioni) costituiscono l'archivio dell'evoluzione ambientale della zona d'alimentazione della grotta che li conserva.

Schematicamente si può osservare che:

- I periodi climatici freddi sono generalmente marcati da un apporto importante di sedimenti detritici, che si distinguono in argille, sabbie e ciottoli a seconda della forza del corso d'acqua che li ha trasportati e depositati, che possono riempire occludendole completamente le gallerie.
- I periodi più caldi sono marcati da un concrezionamento relativamente abbondante o dallo scavo, da parte del corso d'acqua, dei sedimenti depositati durante i periodi freddi anteriori.

In questi processi evolutivi gioca un ruolo fondamentale la tipologia della copertura vegetale del massiccio carsico, almeno in assenza di modificazioni antropiche concomitanti...

I sedimenti sotterranei possono essere datati in vario modo fornendo preziose informazioni morfologiche, chimico-fisiche e climatiche, anche se, sfortunatamente le serie sedimentarie sotterranee raramente sono accessibili in maniera completa agli speleologi.

Giacimenti paleontologici

La maggior parte dei giacimenti paleontologici esistenti nei riempimenti di grotta, e che concernono, sia la cronologia del Pleistocene sia le condizioni dell'ambiente di vita degli uomini della Preistoria, sono, in effetti, scoperti da speleologi durante le loro prospezioni sotterranee.

Per giacimento paleontologico s'intende un accumulo naturale di resti animali e/o vegetali senza intervento umano, cioè senza tracce d'occupazione o d'industria legate all'attività umana (nel qual caso si parla, più propriamente, di giacimenti preistorici, protostorici o archeologici).

La distinzione è importante sia dal punto di vista amministrativo ma soprattutto scientifico. Se in un giacimento umano si rinvencono, ad esempio, dei resti ossei con una percentuale del 70% di cervidi questo non significa che la fauna del periodo era costituita principalmente da cervidi ma piuttosto che l'uomo in tal periodo apprezzava e cacciava i cervidi e che oggi ne abbiamo rinvenuto le tracce di "caccia" e "cucina".

Al contrario la discriminazione delle varie specie rinvenute in un deposito paleontologico, ricondotte alla causa principale di accumulo, darà una buona informazione sulla composizione della popolazione animale in tale epoca.

I giacimenti di tipo paleontologico non si formano necessariamente all'interno di grandi cavità, ma sono altrettanto frequenti in piccole grotte e diaclasi.

È sufficiente che si vengano a creare le condizioni propizie al processo di conservazione e fossilizzazione: possibilità d'accumulo di cadaveri, blocco del processo di decomposizione, almeno per quanto riguarda i microrganismi aerobi, per infossamento sotto depositi argillosi e/o calcitici; quest'insieme di condizioni si verifica più frequentemente in grotte di limitato sviluppo.

Sono noti giacimenti paleontologici risalenti al Mesozoico (circa 100 Ma) ed al Cenozoico, ma si tratta di eventi rarissimi relativi a karst completamente riempitisi.

Molto più di frequente i numerosi giacimenti paleontologici formati all'interno di sistemi carsici risalgono al Quaternario (dai circa 2 Ma del Pleistocene sino ai periodi storici del tardo Olocene).

Questi accumuli ossei, chiamati generalmente *brecce ossifere* si formano secondo differenti meccanismi.

- Spesso si tratta di pozzi o fessure verticali che hanno funzionato da trappole naturali soprattutto se gli ingressi erano sprotegiati, almeno, parzialmente nascosti dalla vegetazione e situati lungo vie abituali di transito. I cadaveri degli animali eventualmente caduti nella trappola si sono accumulati sul fondo di queste verticali secondo i coni di deiezione, inoltre, attirati dall'odore delle carogne, altri carnivori possono essere a loro volta caduti in trappola contribuendo all'accumulo.
- Altre *brecce ossifere* si sono formate per l'apporto di cadaveri animali trasportati, e spesso disarticolati, da corsi d'acqua più o meno impetuosi durante il loro scorrere sotterraneo e che hanno depositato i resti osteologici fuori dalla normale via di scorrimento sia per rilascio sia per decantazione di ambienti rimasti completamente allagati senza turbolenze.
- Un apporto di cadaveri animali può essere dovuto all'azione di carnivori che divorano, con tranquillità, parte delle loro prede nelle tane situate nelle prossimità o nei primi ambienti dei sistemi carsici. In questo caso i resti osteologici presenteranno le tracce delle troncature e del rosicchiamento. È pure possibile delle volte rinvenire traccia degli escrementi fossilizzati (*coproliti*). Altro caso frequente è legato ai predatori alati, che con il rilascio dei boli favoriscono spesso l'accumulo di grandi quantità di resti scheletrici di roditori, lagomorfi, insettivori, anfibi, piccoli uccelli.
- Naturalmente anche l'uomo, in tempi preistorici, è responsabile dell'accumulo in ambiente sotterraneo, utilizzato come riparo o dimora, di resti osteologici derivanti soprattutto dalla caccia. Spesso mischiati con resti d'industria (lame, carbone di legna, vasellame, ...) si presentano tagliati, parzialmente calcinati dalle cotture.....in tal caso, come accennato, si tratterà piuttosto di giacimenti di tipo generalmente archeologico.

Se in ambiente continentale, i paleokarst costituiscono dei siti privilegiati per l'accumulo e la concentrazione di depositi osteologici fossili, queste faune inglobate nei sedimenti delle fessure o delle grotte sono tuttavia essenzialmente costituite d'animali non cavernicoli.

Tra i differenti agenti responsabili di queste concentrazioni, la predazione gioca un ruolo preferenziale: d'un lato perché questa viene considerata come la causa principale di mortalità nei vertebrati e dall'altra parte perché le cavità naturali d'un ambiente carsico rappresentano dei possibili ripari per i predatori.

I resti delle prede possono allora accumularsi dando origine ad importanti giacimenti.

Esistono sostanziali differenze di frammentazione degli elementi ossei secondo l'azione dei differenti predatori.

La maggior parte dei rapaci notturni a causa del loro modo d'ingurgitare (prede consumate intere) e della debole azione dei succhi gastrici restituisce praticamente interi i resti scheletrici delle prede mediante il rigurgito dei boli.

Al contrario i rapaci diurni restituiscono resti più frammentati e con marcate tracce dovute alla digestione.

I mammiferi carnivori di piccola taglia presenti in Sardegna nel Pleistocene medio-superiore, come il canide *Cynotherium sardous* (STUDIATI, 1857), caratterizzano i resti ossei delle loro prede da numerose tracce di morsi e rosicchiature dovute al modo d'ingestione.

Scavo paleontologico

Solo uno scavo metodico e rigoroso permette di ricavare, da un giacimento, dei dati razionalmente utilizzabili. Secondo l'ampiezza del sito e la durata degli scavi, che secondo il caso possono protrarsi per parecchi anni (vedi Grotta Corbeddu, Oliena), saranno necessari impegni di personale e logistici ben differenti.

La sequenza delle operazioni da svolgere durante uno scavo paleontologico si può schematizzare così di seguito:

Sondaggio da eseguire preliminarmente su di una superficie ridotta ma significativa dal punto di vista stratigrafico (parte di un pozzo o laterale di un condotto).

Scavo consistente nell'approfondimento graduale, strato per strato del deposito utilizzando diversi attrezzi secondo la natura del deposito stesso.

Posizionamento la superficie di scavo deve essere topograficamente identificabile; all'interno di questa si effettua una suddivisione per quadrati, generalmente, di 1 m di lato (eventualmente suddivisibili a loro volta.....) all'interno dei quali si situano con precisione i vari reperti scoperti e la loro orientazione. Per la profondità relativa, allo stesso modo, ci si riferisce ad un livello 0 di riferimento stratigrafico materializzato sul terreno, come i quadrati, tramite delle sagole ancorate su strutture rigide.

Estrazione e trattamento reperti dopo il posizionamento le ossa vengono estratte dal sedimento utilizzando attrezzi e sostanze chimiche adeguate. Quando sono inglobate in sedimenti compatti (breccia, speleotemi, ...) l'estrazione e la preparazione definitiva verranno eseguiti in laboratorio; nel caso di rotture o fragilità insite si potrà consolidare sul campo il reperto

agendo direttamente con prodotti chimici adeguati od inglobandolo in strutture protettive.

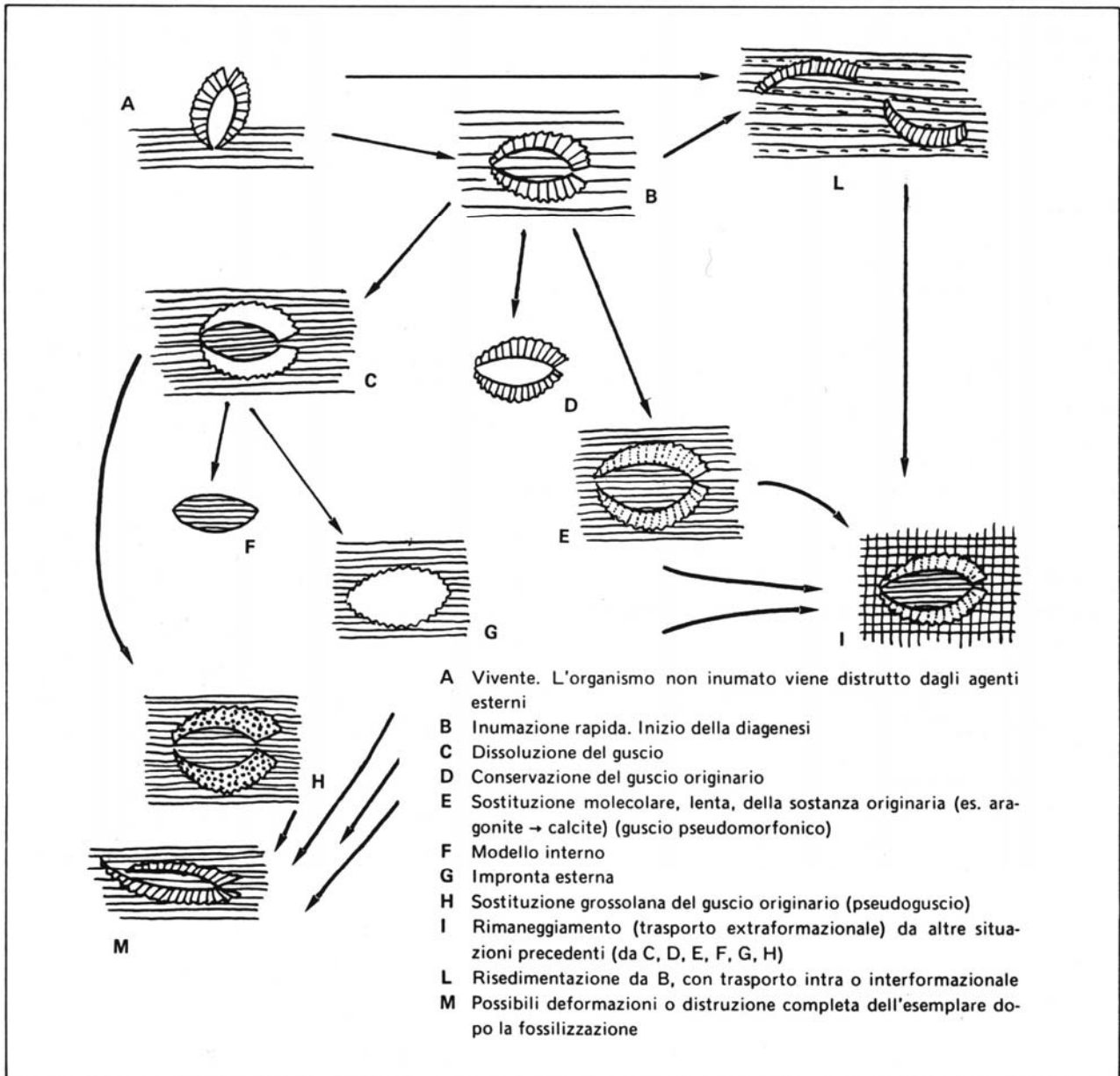
Trattamento sedimenti i sedimenti derivanti dall'estrazione vanno, oltre che utilizzati per determinazioni di laboratorio, trattati mediante ulteriore disgregazione, setacciatura e lavaggio per recuperare i micro elementi ossei e dentali contenuti. Anche in questo caso si deve agire tenendo nel dovuto conto la posizione stratigrafica dei sedimenti trattati.....

Tutte queste fasi sono poi seguite dallo studio di dettaglio dei reperti rinvenuti e dei sedimenti inglobanti da parte dei vari specialisti di settore operanti presso strutture di ricerca universitarie e musei.

Bibliografia

- AA.VV.(1978) - *Manuale di Speleologia*. Società Speleologica Italiana, Longanesi:1- 582
- Pinna Giovanni (1981) - *Il grande libro della Preistoria. 4 miliardi di anni di storia della vita*. Vallardi: 1-216
- Philippe Michel (1983) - *Formation et exploitation scientifique des gisements paléontologiques en réseaux karstiques*. Spelunca, 9: 16-21
- Chaumeton Hervé, Magnan Didier, Fischer Jean-Claude, Laboue Maurice (1985) - *Les fossiles*. ATP: 1-426
- Boccassini Mariangela (1986) - *L'abc della Paleontologia* . Museo Civico di Storia Naturale Milano: 1-48
- Pinna Giovanni (1989) - *Il grande libro dei Fossili*. BUR Rizzoli: 1-383
- Turek Vojtěch, Marek Jaroslav, Beneš Josef (1989) - *La grande enciclopedia dei fossili*. Fabbri: 1-519
- Philippe Michel, Romestan Jean (1992) - *Fouilles paléontologiques en grottes de la Balme à Collomb, Savoie*. Un premier essai de stage-école destiné aux spéléologues. Spelunca, 46: 39-41
- Aime Gérard, Rouzad François (1996) - *Spéléologie, Archéologie, Paléontologie, et Préhistoire*. Dossier Instruction, École Française de Spéléologie: 1-14
- Audédat Maurice (1997)- *Notion de géologie, géomorphologie et hydrogéologie à l'usage des spéléologues*. Société Suisse de Spéléologie: 1-172
- Benton J. Michael (1997) - *Vertebrate Paleontology*: Chapman & Hall: 1-452
- Laudet Frédéric, Denys Christiane, Fernandez-Jalvo Yolanda (1997) - *Les critères de Prédation sur les assemblages fossiles en milieu karstique: Applications aux Phosphorites du Quercy (France)* . Proceedings of the 12th International Congress of Speleology, La Chaux-de-Fonds, 10th - 17th August 1997, 3: 165-168
- Owen R. Green (2001) - *A Manual of Practical Laboratory and Field Techniques in Palaeobiology*. Kluwer Academic Publishers: 1-538
- Zorzin Roberto (2001) - *Fossili. Per conoscere il nostro passato*. Demetra: 1-128

Schema tipo del processo di fossilizzazione



Nel caso l'organismo interessato al processo di fossilizzazione per mineralizzazione sia un mollusco, ciò che si fossilizza, di norma, è la conchiglia.

Se la conchiglia racchiusa nei sedimenti viene raggiunta da acque circolanti acide (....ricordate la speleogenesi....) che attaccano e disciolgono il guscio, al suo posto rimane una cavità che ne riproduce esattamente la forma originaria esterna.

Per riempimento della cavità da parte di sostanze minerali si forma il modello esterno della conchiglia.

La roccia che ingloba il modello esterno conserverà su di essa l'impronta della conchiglia.

Se successivamente alla sepoltura nel sedimento l'interno della conchiglia viene riempito da sostanze minerali, sempre depositate dalle acque circolanti nel sottosuolo (...speleogenesi, speleogenesi...), mentre la conchiglia viene successivamente disciolta, si avrà un cosiddetto *modello interno*.

La roccia che ingloba il modello interno conserverà su di essa l'impronta della conchiglia.

Se le mineralizzazioni sostituiscono in modo imperfetto il guscio originario o parte di questo si parla allora di *pseudoguscio*.

