

ARNALDO D'AVERSA *

TENTATIVO DI INTERPRETAZIONE PALEONTOLOGICA DELLA « PIETRA SIMONA »

Si deve al COZZAGLIO, verso la fine del secolo scorso, l'aver introdotto nella letteratura il termine « Pietra Simona ». E' espressione vernacolare usata dai cavautori e lavoratori di pietre della Val Camonica per indicare una formazione abbastanza diffusa tra le rocce sedimentarie Permiane a W e a S del gruppo dell'Adamello. Di utilizzazione molto antica per la facile lavorazione con mezzi tradizionali come martello e scalpello, è stata soprattutto usata per elementi ornamentali nell'edilizia. L'uso di tale pietra si è diffuso dalla Val Camonica alla Val Trompia ed a Brescia. Le più antiche documentazioni valligiane risalgono al XIV sec.¹.

Tuttora trova applicazioni nell'edilizia per rivestimenti esterni in molte città dell'Italia Settentrionale. Altra applicazione attuale è per vasche e docce per sostanze acide, data la sua resistenza alla corrosione.

La formazione definita pietra Simona non è uniforme. Già gli stessi cavautori della Val Camonica l'avevano distinta in « dura », « semidura » e « tenera ». Ed effettivamente a queste distinzioni derivate dall'esperienza

* Centro Studi Naturalistici Bresciani.

¹ È del 1336 il Mausoleo con l'arca sepolcrale di Ugone Federici. Vennero eseguiti dai « magistri » Emonus de Burno e Betacinus de Tercio. Tuttora conservati in Gorzone. Si ricordano per località alcuni tra i principali documenti:

Pisogne: i portali delle chiese della Pieve di S. Maria in Silvis e di S. Maria della Neve. Cogno: le colonne dei due chiostri del Monastero dell'Annunziata.

Breno: i portali di S. Antonio, di S. Maria al ponte di Minerva, di S. Mauro e della Cappella dell'Ossario. Le colonne del sacello al Ponte di Minerva e del pronao di S. Valentino.

Berzo: i portali di S. Lorenzo.

Artogne: i portali di S. Elisabetta e della casa Vielmi (già Federici).

Cividate: i portali della canonica.

Malegno: i portali di S. Andrea.

Erbanno: i portali della casa Federici e Ballardini.

Piancamuno: i portali di S. Maria Rotonda e le colonne del loggiato di S. Maria.

Montecchio: i portali di casa Fiorini.

Veza d'Oglio: i portali dell'antica casa Federici.

Gorzone: il mausoleo e l'arca sepolcrale di Ugone Federici.

Angolo: le colonne di casa Albrici.

Memmo, Val Trompia: mascheroni e monogramma nell'abside della parrocchiale.

manuale di un diverso comportamento nella lavorazione, corrispondono differenze nella composizione mineralogica. Macroscopicamente l'aspetto è molto simile presentandosi in potenti strati ed essendo di colore rosso-bruno molto marcato. La caratteristica più rimarchevole però è la notevole abbondanza di rigonfiamenti tubolari sempre presenti in tutte le varietà: i « röhrigen Wülsten » di SALOMON. All'OGNIBEN sembra che questa peculiarità sia più marcata nella varietà « tenera ». Questi rigonfiamenti ad andamento cilindrico e sinuoso-cilindrico possono avere sezione circolare o ellissoidale e decorrono più o meno in lungo senza soluzione di continuo, in prevalenza orientati parallelamente alla scistosità, riconoscibile dalla prevalente orientazione delle lamine di muscovite. Il SALOMON interpretò questo aspetto morfologico dovuto all'azione di vermi ritenendo essere i rigonfiamenti tubolari costituiti dal materiale passato attraverso il loro apparato digerente.

Quindi la pietra Simona originerebbe da una melma intensamente abitata da vermi e prodotta dai loro escrementi.

La diffusione della pietra Simona in Val Camonica è:

sulla sinistra della strada tra Casino Boario e Gorzone;

lungo il sentiero tra Corna e Gorzone e tra Corna e il lago Moro;

sulla strada tra Montecchio e Sacca;

nella valle di Grigna a sud della foce del torrente Travagnolo ed a sud degli affioramenti di porfido, a Casina Vecchia, a Malga Seza, a nord della foce del torrente Travagnolo.

In Val Trompia è presente sotto Collio.

Circa la posizione stratigrafica, la pietra Simona, secondo ASSERETO e CASATI (1965), può essere considerata una unità litostratigrafica a cui viene attribuito il rango di Membro della Formazione di Dosso dei Galli.

DE SITTER ritiene che la pietra Simona della Val Camonica sia un tipo speciale, piuttosto fine, duro, molto micaceo, caratterizzato dai « röhrigen Wülsten », delle arenarie rosse micacee del Permiano della Val Camonica. Nel Permiano superiore pone: « Conglomerati del Verrucano con componenti porfirici e del basamento roccioso, arcose, grovacche, arenarie micacee, pietra Simona, e sernifiti ».

Secondo le ricerche di OGNIBEN, la composizione mineralogica, per cento in volume, è la seguente:

1) campione di pietra Simona dura priva di noduli di calcite:
quarzo 22, feldspato 5, granuli di massa felsitica dei porfidi 2, muscovite 28, clorite ed idrobiotite 6, cemento 37.

OGNIBEN ritiene che la migliore definizione sia di « roccia argilloso-arenacea ».

2) campione di intercalazioni nella pietra Simona dura. Le intercalazioni della potenza di 10-15 cm sono formate da roccia di colore più chiaro e senza i rigonfiamenti tubolari:

quarzo 19, feldspato 50, granuli di massa felsitica dei porfidi 6, muscovite 8, clorite e biotite alterata 6, cemento 11.

La più opportuna definizione proposta, sempre dall'OGNIBEN, è di « arenaria minuta ».

- 3) campione di variazione della pietra Simona dura. In alcuni punti la pietra Simona dura manca completamente dei caratteristici rigonfiamenti tubolari e presenta una grana più grossa e colore più chiaro: quarzo 36, feldispato 32, granuli di massa felsitica dei porfidi 5, calcite 2, muscovite 11, clorite e biotite alterata 5, cemento 9.

La definizione più appropriata sembrerebbe « arenaria media - fine ».

- 4) campione di pietra Simona tenera. E' caratterizzata da grande abbondanza di cemento argilloso-ematitico. Il colore è più marcatamente rosso-bruno: quarzo 8, feldispato 2, muscovite 38, clorite e biotite alterata 6, cemento 46. La roccia è da classificare come argilloscisto micaceo.

La pietra Simona è quindi una formazione del Permiano superiore composta da argilloscisti, rocce argillose - arenacee, arenarie minute e arenarie medio - fini. I principali componenti sono quarzo, feldispato, muscovite, clorite, biotite alterata e frammenti di roccia polimineralici. Il cemento è costituito essenzialmente da ematite ed illite.

Negli argilloscisti prevalgono al 90% il cemento, la muscovite, la clorite e la biotite alterata su quarzo e feldispato.

Nelle rocce argillose arenacee la preponderanza di cemento, muscovite, clorite e biotite alterata è di circa il 70%.

Nelle arenarie minute e nelle medio-fini prevalgono, invece, quarzo e feldispato in ragione del 70% sugli altri componenti.

Fatta eccezione degli argilloscisti, tutte le altre formazioni contengono anche granuli di massa di fondo felsitica dei porfidi: circa il 5% nelle arenarie, il 2% nelle rocce argilloso-arenacee. La caratteristica fondamentale degli argilloscisti e delle rocce argilloso-arenacee è la notevole abbondanza di tracce cilindriche di vermi. E' lecito quindi supporre che il materiale biologico avesse, a suo tempo, oltre che un certo grado di umidità anche una certa consistenza. OGNIBEN ritiene che si tratti di una formazione continentale, suffragato dalle ricerche del SALOMON che descrisse solo vegetali di tale ambiente in tutte le formazioni del Permiano superiore della Val Camonica.

Le intercalazioni di arenarie minute e fini dovrebbero essere state originate da un sedimento di acque basse.

Il cemento di fondo con il suo contenuto di ematite dà la caratteristica colorazione rosso bruna alla roccia. Secondo SALOMON si tratta di una massa indefinibile colorata intensamente da ematite.

Dalle ricerche di OGNIBEN viene riconosciuta anche la presenza di forte quantità di illite che insieme all'ematite ne costituisce la massa. Segnalate anche tracce di beidellite e di pirofillite.

La colorazione rossa nella sua varia gamma verso il bruno è dovuta secondo TOMLINSON all'ematite del cemento, non tanto per la quantità del contenuto di ferro, ma per il rapporto $Fe^{+++} : Fe^{++}$ molto alto.

Prendendo in considerazione i rigonfiamenti tubolari si osserva che questa struttura interessa oltre che la superficie degli strati anche l'interno dei medesimi. OGNIBEN ha evidenziato che « in corrispondenza ai rigonfiamenti tubolari l'orientamento della mica dà alla roccia una tessitura singolare. Si osservano dei nuclei ricchi di cemento ematitico-argilloso e poveri di mica intorno ai quali la mica è orientata a nodo scorsoio o a cerchi quasi perfetti ». Sempre le ricerche di OGNIBEN, analizzando la sezione trasversale di un rigonfiamento tubolare, hanno riscontrato essere la parte centrale più ricca di cemento argilloso-ematitico e le lamelle di muscovite orientate su cerchi intorno al nucleo. Altri componenti segnalati nella pietra Simona dura sono quarzo e feldispato parzialmente sericizzato.

La sezione trasversale di un rigonfiamento ellissoidale, come nella pietra Simona tenera, ha dimostrato la medesima struttura.

Nei campioni per OGNIBEN « risulta un passaggio graduale da quarzo puro a quarzo misto a cemento. Con fortissimi ingrandimenti la zona di transizione si risolve in un alone di granuletti semiopachi rossi o rosso bruni, e trasparenti incolori, che rappresenta lo stadio iniziale della sostituzione ». In alcuni campioni sono stati evidenziati degli agglomerati a mosaico di granuli di calcite. « In sezione appaiono reniformi, subcircolari e subelittici... Non vi è alcuna struttura che indichi che questi noduli di calcite rappresentino dei fossili originari » (OGNIBEN).

Circa l'interpretazione degli strati a colorazione rossa i pareri degli AA. sono discordi.

Oggi generalmente non è accettata l'interpretazione che sia indice di deposizione in ambiente desertico considerando anche la presenza negli strati rossi di arcose, gesso ed altri evaporiti. Secondo BARREL i sedimenti rossi sono determinati dall'alternanza di stagioni caldo secche a stagioni di piena con inondazioni. Con l'alternanza ciclica di disseccamento e di dilavamento si decompongono ed ossidano i minerali originari di ferro e si allontanano le tracce di materiale carbonioso che, con la sua presenza, impedirebbe la susseguente riduzione dell'ossido di ferro. VAN HOUTEN scredita, con gli studi sui rapporti tra i vari ossidi di ferro, la classica interpretazione che in ambiente arido la limonite si trasformi in ematite per disidratazione.

KRYNINE studiando la formazione di arcose dimostrò che la presenza di abbondante feldispato non è indice di clima arido.

Secondo KRUMBEN se è vero che dove gli strati rossi sono associati a rocce evaporitiche bisogna pensare ad una presenza di condizioni evaporitiche, è altrettanto vero che queste condizioni possono essere solo stagionali e non richiedano alta aridità. Può esservi un eccesso di evaporazione in lagune ristrette o in resti di mare. Quindi queste condizioni possono essere caratteristiche di un regime idrografico locale, piuttosto che di una aridità generale della regione.

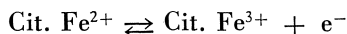
Secondo FOURMARIER nel Permiano vi sarebbero state vaste regioni desertiche nell'Europa centrale, Italia compresa, con vaste zone lagunari in condizioni tropicali succedute a condizioni equatoriali.

Anche secondo DAL PIAZ e LEONARDI nel Permiano superiore delle Venezie, come di quello della Germania settentrionale e dell'Inghilterra vi sono le condizioni di un esteso mare interno e la deposizione di una formazione calcareo-dolomitica ricoperta da formazioni saline. A suffragio di ciò sono le sedimentazioni di dolomie gessifere, marne gessifere, gessi, calcari marnosi e bituminosi.

Vi è maggior accordo tra gli AA. nel sostenere che gli strati rossi siano prevalentemente di origine continentale.

DORSEY sostiene che la mancata esposizione all'azione riduttrice dei fattori climatici delle scarpate continentali, ha permesso agli strati rossi di rimanere tali. I sedimenti al momento della deposizione non potrebbero essere stati rossi. La disidratazione li avrebbe trasformati da gialli e bruni in rossi dopo la deposizione. Secondo NIGGLI e PETTIJOHN una colorazione rossa si può formare anche in un mare relativamente basso.

Negli organismi viventi dai batteri, escluso gli anaerobi, ai mammiferi sono presenti dei pigmenti cellulari, i citocromi. Sono elementi essenziali per la respirazione cellulare agendo come trasportatori di elettroni nelle reazioni di ossido-riduzione. Come le emoglobine, i citocromi sono cromoproteine tetrapirroliche il cui gruppo prostetico è una ferropoteina nella quale peraltro il ferro presente ha la caratteristica propria di passare reversibilmente da Fe^{3+} a Fe^{2+} . Il citocromo C, che è stato isolato in forma cristallina, contiene lo 0,45% di ferro ed ha un gruppo porfirinico per molecola. Uno dei legami del ferro avviene con l'N imidazolico dell'istidina 18 della catena polipeptidica e l'altro con il S della metionina 80. Per questa sua struttura a pH neutro non può reagire nè con CO nè con O_2 e neppure, in forma trivalente, con CN^- . Apparentemente solo un elettrone può essere ceduto o assunto dalla molecola:



che passa così alternativamente dalla forma ridotta a quella ossidata. Per quanto riguarda la parte proteica è stato dimostrato che si tratta di una singola catena peptidica, costituita da 104 aminoacidi di cui è stata determinata la sequenza. Differenze nella composizione in aminoacidi sono state riscontrate nelle varie specie animali. Il ferro negli animali è conservato dalle cellule ad opera di due proteine: ferritina ed emosiderina. La molecola della ferritina consiste in un nucleo centrale, di contenuto proteico variabile, circondato da un gruppo anch'esso proteico, di forma approssimativamente sferica. L'apoferritina è la componente prostetica della ferritina. I granuli di « siderociti » sono costituiti da granuli di molecole di ferritina. L'emosiderina è granulare, insolubile in H_2O e, visibile al microscopio elettronico, è un prodotto di decomposizione della ferritina. La transferrina cede Fe^{3+} alla apoferritina, per opera dell'ATP ed ac. ascorbico. Nella cessione il ferro ferrico ridiventa ferroso. La fase inversa, il ritorno del ferro ferritinico nel plasma, comporta la partecipazione di un enzima, la xantina ossidasi ed è influenzato dalla ipossia.

Quindi in un intero organismo è contenuta una certa quantità di ferro, che viene distinta in « ferro eme » e « ferro non eme ». In quello avremo il ferro totale disponibile eme, l'emoglobina, la mioglobina, il citocromo C, le catalasi. In questo il ferro totale disponibile non eme, la transferrina, la ferritina e l'emosiderina.

L'assorbimento del ferro avviene soprattutto nella parte prossimale del lume intestinale e decresce gradatamente progredendo verso la terminale. Nella parte più alta dell'intestino il pH è relativamente basso e previene l'ossidazione del Fe^{2+} a Fe^{3+} .

Negli « iron overloaded », animali ricchi di ferro con esaltata eritropoiesi si ha un esaltato assorbimento di ferro.

Normalmente l'organismo invia il proprio ferro, sempre che non sia destinato « in altra parte ». Esso si localizza nelle cripte di Lieberkühn dove si deposita come « ferro messaggero ».

Dalle cripte migra con le cellule nascenti verso l'apice dei villi ove, a seconda della quantità di ferro in esse contenuto, il ferro esogeno viene respinto o assorbito, in modo parziale o totale. Allo stato attuale delle conoscenze non è chiaro quali siano i fattori della parete intestinale coinvolti nell'assorbimento.

Le proteine respiratorie di molti invertebrati, tra i quali i Policheti, sono le eritrocruorine, di colore rosso e generalmente disciolte nel plasma. Pur avendo come gruppo prostetico lo stesso eme, il ferroprotoeme, costituiscono una famiglia molto meno omogenea dell'emoglobina dei vertebrati. Le differenze sono dovute alla diversa composizione ed alla diversa proprietà della parte proteica. I pesi molecolari sono sensibilmente differenti ed analogamente varia il numero dei gruppi eme. L'affinità per l' O_2 è maggiore di quella dell'emoglobina ed anche il punto isoelettico è diverso essendo in zona acida.

Tra i trasportatori di O_2 l'emeritina è il pigmento respiratorio di un gruppo particolare di vermi, gen. Sipunculus e specie apparentate. E' di color rosso-bruno allo stato ossidato e giallastro allo stato ridotto. Ha un peso molecolare diverso, contiene ferro in ragione dello 0,8% ed il metallo è legato direttamente alle proteine senza uno speciale gruppo prostetico. L'emeritina è costituita da otto subunità e ciascuna legata a due atomi di ferro. La quantità di O_2 che si combina è di una mole per due atomi di ferro e cioè una mole per subunità.

La mioglobina è il pigmento respiratorio muscolare presente in mammiferi, uccelli ed invertebrati. La molecola è una proteina globulare costituita da una singola catena polipeptidica di 153 aminoacidi e da un gruppo prostetico colorato l'eme o ferroprotoeme come quello dell'emoglobina. Il gruppo eme è situato in una tasca vicina alla superficie, formata dallo avvolgimento della catena ad α -elica ed è ripiegata in otto segmenti principali, uno sull'altro. L'eme è circondato da residui non polari, eccetto due istidine. Questo ambiente idrofobico è essenziale per la funzione dell'eme, in quanto escludendo l'acqua, protegge il ferro che rimane allo stato ferroso impedendo la

sottrazione di elettroni ed in tal modo gli conferisce la proprietà di combinarsi in modo reversibile con l'O₂ molecolare.

Le catalasi appartengono al gruppo delle perossidasi e sono emoproteine con Fe³⁺.

Tra i Vermi solo gli Anellidi sono conosciuti allo stato fossile e tra questi i più comuni sono i Tubicoli.

Al genere *Serpula* viene attribuito un gran numero di forme, quasi tutte a tubo allungato o incurvato o anche avvolto con una certa regolarità ad elica. Di solito queste formazioni tubolari sono aderenti a corpi estranei. Compare nel Siluriano ed è largamente rappresentato in tutto il Paleozoico. Nel Cretaceo inferiore si possono avere strati, anche di considerevole spessore, costituiti da questi Anellidi.

Sempre ai Policheti vanno attribuiti dei generi di incerta posizione sistematica come, per es., il *Serpulites* Murch. dell'Ordoviciano. All'ordine Errantia vanno riferiti, con riserve, le impressioni su calcare litografico del Giura superiore della Baviera.

Il così detto genere *Lumbricaria* Münst., anche della pietra litografica, è dagli AA. considerato con molta probabilità come escremento fossile di Anellidi.

Secondo le conclusioni di OGNIBEN, la pietra Simona si è formata in un clima subarido, in zona a precipitazione intermittente, che ha derivato il pigmento rosso dall'area di origine. « Si tratta di una deposizione tipicamente continentale, pluviale e torrentizia deponesi su pianura ai piedi di monti ». Il pigmento rosso deriverebbe non da terreni rossi ma dalla massa di fondo dei porfidi quarziferi Permiani. Suffragato dalle ricerche di HEIM ed OBERHOLZER, OGNIBEN sostiene quindi che il materiale di composizione provenga in parte dall'erosione di rocce scistose e granitiche del massiccio ercinico ed in parte dai porfidi Permiani.

Secondo l'A. l'interpretazione è da considerare maggiormente in senso biologico e paleontologico.

Gli AA. sono concordi nel ritenere fondamentale il grado di umidità ed una certa consistenza del materiale chè altrimenti tali tracce non si sarebbero conservate. Questa consistenza però lascia perplessi da un punto di vista biologico sia pensando a resti di Anellidi piuttosto tenaci o a resti di « terreno » ingerito o a particolari condizioni ambientali, soprattutto se con alto grado di umidità.

Secondo l'A. le formazioni tubolari ed il pigmento rosso sono da considerare come fenomeni diagenetici da presenza di ferro, organico e non, favoriti nella disposizione cilindrica dalla collocazione dei tessuti degli Anellidi, « iron overloaded ».

Tra gli animali limivori endobionti i Vermi si trovano attualmente in tutte le aree a deposizione sabbiosa e argillosa. Non vi sono motivi per ritenere che ciò non si verificasse anche in passato. Anche se pochi di questi esseri sono conosciuti allo stato fossile si può però supporre che abbiano avuto buone possibilità di fossilizzazione. La scarsità o l'assenza di questi

resti in certi ambienti può in parte essere attribuita all'assenza di parti scheletriche o comunque di sostegno, come nel caso dei Vermi, ma a volte forse l'organismo potrebbe essere conservato in modo apprezzabile, ma non la sua cavità che può crollare e quindi essere compressa e non colmata dopo la morte. Forse in futuro una ricerca più attenta e con mezzi più idonei di indagine su sedimenti favorevoli potrà portare alla conoscenza esempi più numerosi su queste specie endobionti.

La pietra Simona può essere considerata un esempio di tanatocenosi autoctona essendo l'espressione di una biocenosi fossilizzatasi in situ entro il sedimento. L'A. non accetta che le formazioni tubolari possano essere considerate escrementi di Vermi e tanto meno tracce del loro passaggio come nel caso forse probabile degli esemplari ritenuti dell'ordine *Errantia* nei calcari litografici della Baviera. Ritiene infatti che i « röhrligen Wühlsten » siano da considerare fossili di Policheti anche se le caratteristiche morfologiche possono apparire diverse da altri fossili in senso sistematico, anche nello stesso tipo degli Anellidi.

Normalmente la maggior parte degli organismi, dopo la morte, vengono rapidamente distrutti da agenti aggressivi biologici, chimici e meccanici. Qualora i resti possano essere rapidamente sottratti a questi elementi distruttori vi è qualche possibilità che alcune delle parti organiche si conservino come fossili, specie se inglobate in qualche mezzo, come di solito è il sedimento. Quindi per fossilizzazione si intende una serie di processi che avvengono tra l'inclusione del resto organico nel sedimento o in qualche altro mezzo parallelo, e la formazione del fossile. E' un resto organico che ha acquistato una certa stabilità chimico fisica nel mezzo in cui è richiuso. Ne consegue l'importanza del rapporto fra la natura dell'organismo e l'ambiente in cui finisce dopo la morte.

Circa la natura dell'organismo sono favoriti gli esseri dotati di una struttura di sostegno solida come legno, conchiglie, impalcature scheletriche esterne o interne, che hanno maggior possibilità di superare il periodo critico tra morte ed inclusione nel sedimento. Le cosiddette parti molli, costituite da sostanze proteiche, carboidrati e lipidi, scompaiono rapidamente dopo la morte soprattutto più hanno un alto contenuto in acqua.

Circa l'influenza dell'ambiente sono favoriti i luoghi ove si abbia una sedimentazione continua. I fondali marini costituiscono quindi le migliori aree di sedimentazione, mentre l'ambiente subaereo è limitato alle pianure alluvionali, laghi, accumuli sabbiosi, ecc. Raramente un fossile è costituito dalle stesse sostanze originali che compongono le parti equivalenti nell'organismo vivente, perchè la composizione finale del materiale di cui è costituito dipende dalle caratteristiche chimico-fisiche del sedimento, in quanto, dopo l'inclusione nel sedimento stesso, la maggior parte dell'organismo conservato, subisce quelle modificazioni che gli permettono di acquistare una maggior stabilità rispetto al mezzo circostante.

Per ora si è riscontrata non molta attenzione a questi processi in molte

descrizioni paleontologiche, pur accurate, in quanto non fanno riferimento alle condizioni in cui si è verificata la fossilizzazione.

Anche se nei fossili predominano pochi composti e cioè silice, carbonato di calcio, fosfato di calcio e solfuro di ferro, teoricamente possono essere costituiti da un grande numero di sostanze in seguito a trasformazioni subite dal loro materiale originario. E' chiaro che queste possibilità devono essere considerate rare.

Nel sedimento inglobante il resto organico le variazioni chimiche avvengono soprattutto per causa delle sostanze disciolte dalle acque percolanti. Sono processi diagenetici che influenzano non solo il sedimento, ma anche i resti che contiene. Da questo può derivare la soluzione, l'impregnazione o la sostituzione del resto organico. Delle varie modalità di fossilizzazione, interessa nel caso in oggetto la cavità interna che può venire riempita dal sedimento che, litificandosi con la diagenesi forma un'impronta della superficie interna: il modello interno. Tale cavità può essere riempita da altro materiale, diverso dal sedimento. Il tegumento può conservarsi o essere dissolto lasciando solo il modello interno. Nel caso che il sedimento inglobante il modello interno sia sufficientemente poroso può esistere anche la possibilità che la cavità formatasi al posto del tegumento possa venire in seguito nuovamente riempita, per cui si avrebbe una continuazione di modello interno, modello esterno o pseudomorfo ed impronta interna. Dal punto di vista sistematico l'impronta dei modelli interni differisce molto a seconda dei diversi gruppi. Di solito però offre ben pochi caratteri di valori diagnostici. Per esempio, l'ornamentazione di un gasteropodo è dovuta ad ispessimenti del guscio di cui non resta traccia nel caso di un modello interno.

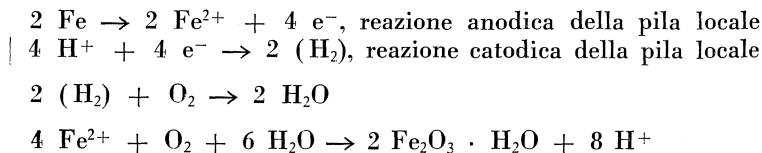
Secondo l'A. la pietra Simona è costituita da un enorme ammasso di Vermi del tipo Anellidi, e a suffragio della sua tesi propone una interpretazione della biocenosi e della tenatocenosi, che nel caso in oggetto si potrebbero considerare parallele. È un ambiente paracontinentale costituito da lagune con acque percolanti e correnti modeste ma continue tali da impedire zone stagnanti e processi secondari sviluppanti zolfo. L'ambiente biologico, privo, sia in senso verticale che orizzontale, cioè per vasti periodi temporali e per una certa estensione territoriale, di antagonismo è tale da favorirne un grande sviluppo. Gli individui anche se presumibilmente del tipo Anellidi dovevano essere poco mobili avendo garantita la continuità del terreno alimentare dal materiale trasportato dalla modesta ma costante corrente. Potrebbe esserne confermata la quasi totale disposizione degli individui lungo un determinato asse e la loro posizione tanatologica retta o lievemente curva o modestamente sinuosa. In questo ambiente superaffollato i fenomeni mortali hanno colto gli individui con il lume digerente, rappresentante la quasi totalità della lunghezza dell'essere in oggetto, riempito dal terreno fagocitato in via di transizione. Questo potrebbe spiegare la permanenza della forma dell'individuo che è rimasta in sezione cilindrica o ellissoidale, praticamente come in vita.

La struttura organica, esclusivamente costituita da tessuti molli, si è

lentamente dissolta lasciando una impronta interna che ha subito ulteriori processi diagenetici. Probabilmente l'ambiente sovraffollato ricco di CO₂, povero di O₂, privo di S e mosso da corrente modesta ma continua ha impedito veri e propri processi putrefattivi. Il Fe sia endogeno, eme e non, che esogeno, favorito da processi diagenetici si è comportato come elemento di pila costituendo l'ammasso centrale del cilindro, cioè il cemento attorno al quale vi è stata una polarizzazione ionica, sia inizialmente che susseguentemente, tale da favorire un deposito e una infiltrazione di vari minerali sia dal sedimento che dall'apporto di percolazione.

Il ferro è relativamente stabile all'ossidazione a freddo e all'aria secca. All'aria umida arrugginisce e si ricopre di uno strato di ossido idrato non aderente, sicchè l'arrugginimento procede verso gli strati sottostanti. L'arrugginimento del Fe rientra in una categoria generale di fenomeni chimici che sono noti come « corrosione ». Benchè i processi di corrosione varino notevolmente al variare dell'umidità e dell'aria atmosferica i meccanismi sono generali ed invocano per lo più un processo di ossidazione che si produce per formazione di « coppie locali » ossia elementi di pila che si formano in seno al metallo sia per variazioni intrinseche di composizione chimica sia per variazione di struttura, sia per presenza di acidi deboli come l'anidride carbonica atmosferica disciolta nell'acqua, sia per fenomeni di autocatalisi.

Le reazioni che avvengono sono quindi anodiche, per ossidazione del metallo, ossia producenti nella semipila a potenziale negativo, e catodiche, riduzione dell'ossigeno, ossia producentesi nella semipila a potenziale positivo. Si possono esprimere in quattro reazioni:



L'ultima reazione di ossidazione dello ione ferroso con formazione di ossido ferrico idrato è molto rapida e segue le prime tre reazioni di corrosione. Quando in alcuni casi la presenza ambientale di ossigeno è limitata, gli ioni ferrosi possono migrare diffondendo. Questa formazione costituirebbe il cemento di ematite, elemento strutturale centrale di sostegno e di colore dei tuboli, i « röhrligen Wühlsten » della pietra Simona.

In base a queste considerazioni l'A. ritiene di poter riconoscere nei resti di questa formazione fossili di Policheti del tipo Anellidi.

BIBLIOGRAFIA

- ASSERETO R. e CASATI P., 1965 - *Revisione della stratigrafia permotriassica della Val Camonica meridionale*. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia. Vol. 71, n. 4. Milano.
- BARREL J., 1908 - *Relations between climate and terrestrial deposits*. Jour. Geol., vol. 16.
- BELLOBONO I. R., 1967 - *Chimica Generale e Inorganica*. Hoepli, Milano.
- BROUWER A., 1972 - *Paleontologia Generale*. EST Mondadori. Milano.
- COZZAGLIO A., 1894 - *Nota esplicativa sopra alcuni rilievi geologici in Val Camonica*. Giorn. di Mineral., vol. V. Pavia.
- COZZAGLIO A., 1895 - *Paesaggi di Val Camonica*. Brescia.
- DAL PIAZ G. B. e LEONARDI P., 1950 - *Corso di Geologia*. vol. II, CEDAM, Padova.
- DE SITTER L. U. e DE SITTER-KOOMANS C. M., 1949 - *The Geology of the Bergamasco Alps, Lombardia, Italy*. Leidse Geolog. Mededelingen, Dell XIV B.
- FOURMARIER P., 1944 - *Principes de Géologie*. Tome II. Paris. Masson.
- KRUMBEIN W. C. e SLOSS L. L., 1951 - *Stratigraphy and sedimentation*. San Francisco, Freeman.
- KRYNINE P. D., 1949 - *The origin of red beds*. N. Y. Acad. Science, Trans., series II, vol. II. 1949.
- MALATESTA L., 1967 - *Chimica Generale*. Guadagni. Milano.
- MORUZZI G., ROSSI C. A. e RABBI A., 1979 - *Principi di Chimica Biologica*. L. U. Tinarelli. Bologna.
- NIGGLI P., 1949-1952 - *Gesteine und Minerallagerstätten*. Basel, Birckhäuser, Bd. I (1948), Bd. II (1952).
- OGNIBEN G., 1953 - *La Pietra Simona*. Rend. Soc. Miner. Ital. anno IX. Pavia.
- PAULING L., 1963 - *Chimica Generale*. Longanesi. Milano.
- PETTIJOHN F. J., 1949 - *Sedimentary rocks*. New York, Harper.
- SALOMON W., 1910 - *Die Adamello-Gruppe*. Abhandl. d. Geol. Reichsan., Wien, Bd. XXI, 1908, Bd. XXII, 1910.
- VAN HOUTEN F. B., 1948 - *Origin of red-banded early cenozoic deposits in Rocky Mountain region*. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., vol. XXXII.

Indirizzo dell'Autore:

Dr. ARNALDO D'AVERSA, via Gioberti, 36 - 25100 BRESCIA