

COMUNICAZIONE DIDATTICO-CULTURALE SUL PROCEDERE DI UNA RICERCA SCIENTIFICA

LA VIA SI FA CON L'ANDARE, NON C'E' VIA MA SCIE SUL MARE

Strani coni nell'oasi 'Giardino' di Riparbella (Pisa, Italy)

a cura di

Luigi Bagagli, Massimo Magni, Piero Pistoia

con la collaborazione di

Enrico Bonino geologo-paleontologo e ricercatore esterno presso l'Università di Liegi

PROLOGO EPISTEMOLOGICO-DIDATTICO

Abbiamo voluto dare a questo breve intervento, almeno nella nostra intenzione, un taglio didattico-culturale o se vogliamo di media divulgazione. Secondo noi la comunicazione culturale di questo tipo *ha il dovere* di guidare il lettore attraverso tutte le fasi della *scoperta* caricando il processo delle emozioni umane che di fatto si susseguono nell'attività di ricerca reale, anche se di questa umanità poi si perde traccia nella stessa stesura asettica del lavoro scientifico rivolto ai ricercatori per i ricercatori. L'articolo scientifico infatti, afferma Antiseri, è una frode, non rappresenta cioè il reale percorso denso di ostacoli, di delusioni, di ipotesi false e tormenti, ma anche di gioie nel successo e quindi ricco di umanità e educativamente pregnante. Purtroppo poi la stessa frode viene *regolarmente* calata nei processi di comunicazione didattico-culturale o divulgazione a tutti i livelli, aspetto ben più grave perché interessa la sfera educativa e il pensiero dei giovani. Basta ascoltare i semplici e chiari raccontini sulla scienza dei grandi divulgatori sui mass media, ripuliti di tutti i punti interrogativi, fondati tutti su un'unica ipotesi, spesso neppure esplicitata, che poi *ineluttabilmente* risulterà 'vera', come dicono loro.

Il filosofo Campanella affermava che "*Rerum natura cognoscere difficile quidem est, at modum cognoscendi longe difficilius*"; infatti la comunicazione in discipline come, per es., la Fisica, la Matematica, la Chimica, la stessa Geologia, l'informatica ..., presuppone per il fruitore la conoscenza di *linguaggi specifici*. Il nostro intervento invece è una successione di tentativi, idiosincrasie ed errori che procede e si 'costruisce' con la ricerca e con il pathos che la guida, in interazione continua fra teoria ed osservazione, aggiustando il tiro nell'andare.

La nostra *frontiera della scoperta* e tutte le frontiere presentano le stesse caratteristiche qualitative. Infatti Il Terzo Mondo di Popper, il mondo platonico della Cultura umana, ha la *frontiera* densa di *incastri* a guisa di richiami possibili per processi e scoperte futuri, quasi che le nuove idee siano sollecitate dalla stessa cultura che acquisisce così vita autonoma. Ogni gruppo di ricerca partecipa ad una parte del Terzo Mondo con una propria frontiera. Anche il nostro ha il suo Terzo Mondo che, pur meno stringente e qualificato di altri nelle Accademie, possiede la sua frontiera della scoperta e spesso *frontiera della riscoperta* (nei processi comunicativi di cultura) meno densa di incastri di richiamo e quindi più densa di possibili percorsi non lineari e talora di *ritorno*. Si impedisce così che la scienza si riduca a mera narrazione 'vera', che ostacola la memorizzazione, elimina la storia, distorce il reale percorso del pensiero dei ricercatori e non insegna nulla. Una cosa però la insegna: ad avere certezze e eliminare il dubbio. Qualcuno ha detto: *chi possiede certezze tiene nascoste in una tasca anche le chiavi delle camere a gas! Da non dimenticare, infine, quello che diceva Charles Bukowski, riportato all'inizio di questo blog!*

In sintesi, secondo noi, non è tanto importante, nella comunicazione e divulgazione culturale, raggiungere l'obiettivo o descrivere l'obiettivo raggiunto(o comunque non solo), quanto quello di studiare e approfondire il percorso, che è sempre ricco di sottigliezze culturali altrimenti non coglibili, emozioni e stimoli creativi e si apre continuamente al "non lineare". Procederemo con questa convinzione cercando di formulare una successione di ipotesi-argomentazioni critiche-falsificazioni-nuovi problemi (un metodo), utilizzando naturalmente gli strumenti razionali (base culturale) e di

laboratorio (in effetti solo gli *occhi* ed il *martello*) che possediamo! **Ma quello che conta e rimane fermo è il metodo di ricerca!**

Noi proporremo solo un metodo di ricerca. Ben vengano interventi esterni con strumenti più affilati e qualificati. E' sempre possibile tornare indietro!

RIASSUNTO

Durante una breve gita turistico-culturale nell'OASI FAUNISTICA denominata "GIARDINO" e pertinente al Comune di Riparbella in Provincia di Pisa, ci siamo soffermati in particolare ad osservare, fra altri aspetti rilevanti, certi oggetti a forma di cono, certamente problematici e interessanti, non più alti di 15-20 cm, inclusi nella formazione di Bibbona, sui quali vogliamo argomentare in questo intervento. Non ci risulta che questi coni dell'Oasi siano mai stati studiati esplicitamente. Sappiamo solo che alcuni esperti classificatori di fossili li hanno chiamati con il nome emblematico di 'pseudocoralli' per dire che assomigliano ai coralli, ma non lo sono. Noi abbiamo formulato alcune ipotesi cercando di metterle poi alla prova con i relativi protocolli sperimentali disponibili.

CENNI DI GEOLOGIA

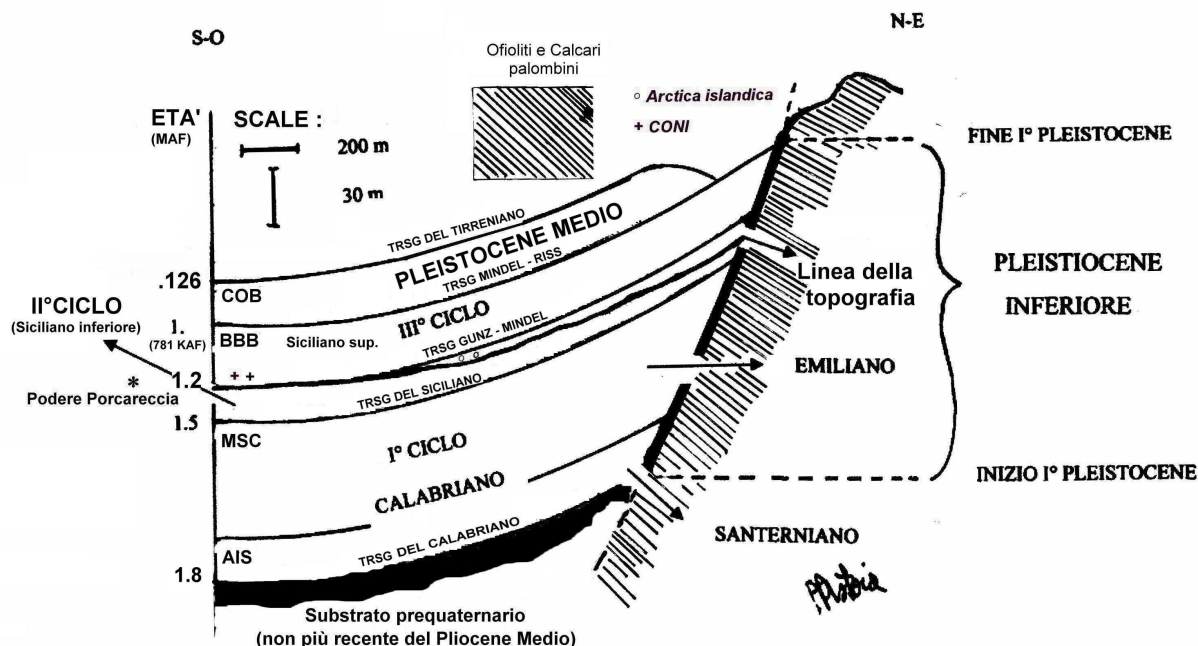
Complessivamente abbiamo seguito, per circa un chilometro o poco più, il Botro di Bagnolo che dalle strutture edilizie della Fattoria Porcareccia procede verso N-E per perdersi nella formazione ofiolitifera più in alto.

La geologia della zona in studio rientra nei cicli sedimentari del Pleistocene della Toscana costiera dovuti ai movimenti tettonici distensivi post-orogenetici e ai ritmi delle glaciazioni a partire dalla Gunz. Il Pleistocene nella Toscana costiera inizia con un abbassamento tettonico del territorio durante la glaciazione Gunz (circa 2 milioni di anni fa –maf.-): il mare entra nella terra ferma con la Trasgressione del Calabrian o del Santerniano-Emiliano, avvenuta appunto 1.82 maf, sopra le formazioni precedenti in un 1° ciclo sedimentario (per il nostro discorso relativo ad un 'segmento' della detta Trasgressione e delle altre a cui accenneremo, vedi "SEZIONE GEOLOGICA").

Nella parte più nord-orientale della trasgressione, che certo oltrepassò il territorio in studio, si formarono, come sedimenti *prossimali* (più vicini alla costa), i Conglomerati di Riparbella che sovrastano e in parte sono in *eteropia di facies* con sedimenti *distali* quali argille e sabbie ad Arctica islandica associata ad altri "ospiti freddi" e con i Calcari sabbiosi di Montescudaio riferibili all'Emiliano per la presenza del Lamellibranco *Mia truncata*. Quest'ultima formazione chiude il ciclo con una regressione nell'Emiliano finale, poco più di 1.5 milioni di anni fa. Successivamente sempre nella glaciazione Gunz si ha un ulteriore abbassamento tettonico della zona di più limitata portata per cui il mare rientra (inizio 2° ciclo con la trasgressione Siciliana, circa 1.5 maf) spingendosi nuovamente verso est ma in misura minore della precedente trasgressione, anche se forse riesce a toccare il nostro territorio per la presenza di ospiti freddi. Si ricopre la parte occidentale dei Calcari di Montescudaio con pochi metri di sedimento, dove possono trovarsi ancora "ospiti freddi", mentre il ciclo si esaurisce nel Siciliano inferiore.

POSSIBILE SEZIONE LONGITUDINALE DEL BOTRO DI BAGNOLO OASI FAUNISTICA "GIARDINO" DI RIPARBELLA

COB – Conglomerati di Bolgheri di delta fluviale.
 BBB – Conglomerati, calcareniti e sabbie di Bibbona.
 MSC – Calcari arenaci di Montescudaio.
 AIS – Argille e sabbie ad *Arctica islandica*.



Il 3° ciclo inizia alla base del Siciliano superiore circa 1.2 maf per innalzamento del livello del mare provocato dall'interglaciale caldo Gunz-Mindel. Il mare entra sopra i depositi dei cicli precedenti (Trasgressione Gunz-Mindel) e oltrepassa i depositi del Siciliano inferiore procedendo sopra i calcari sabbiosi di Montescudaio.

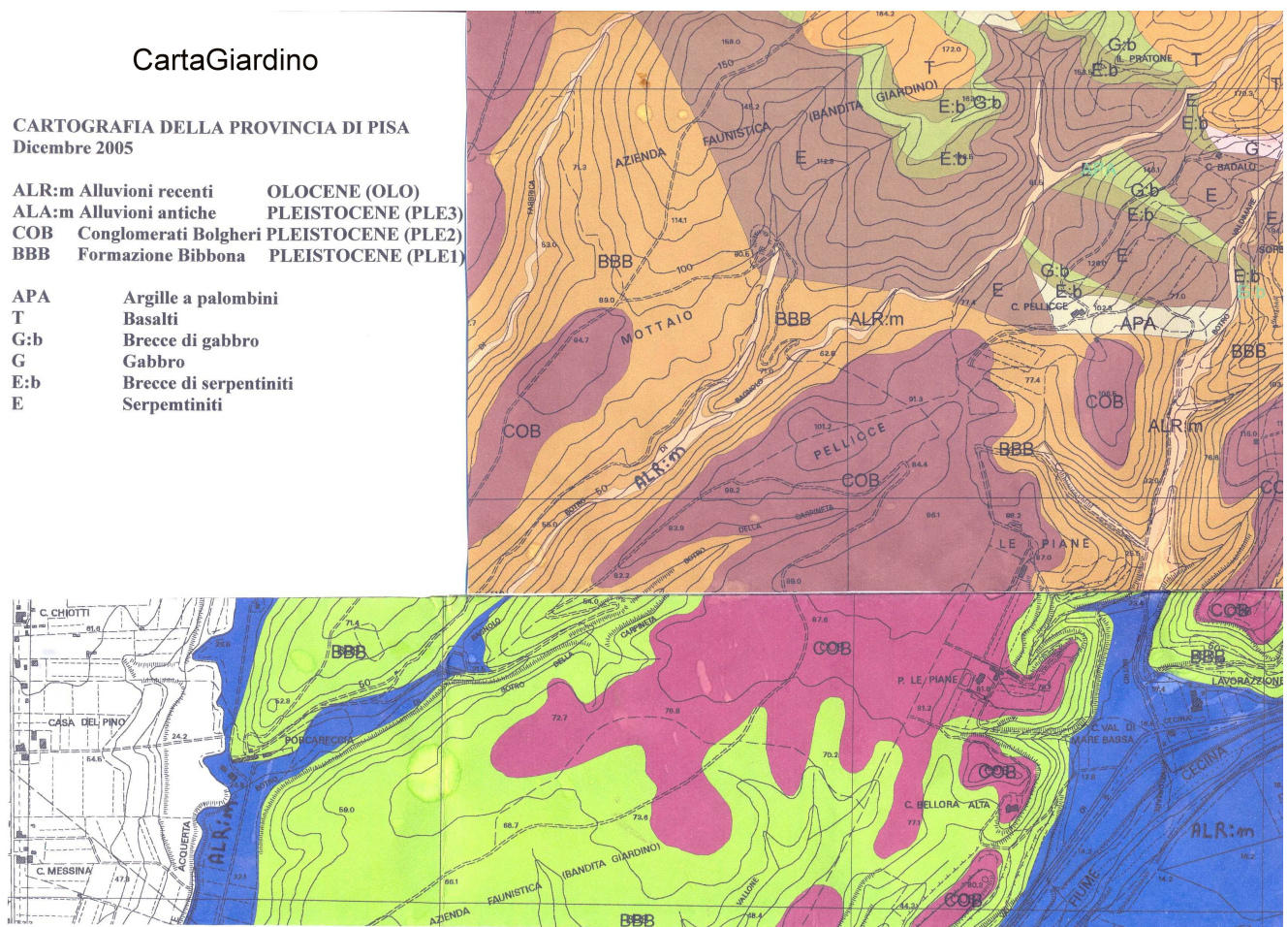
Si depositano ora i Conglomerati, le calcareniti e sabbie della formazione di Bibbona, di mare più caldo, con probabilità di uscita dal Mediterraneo degli "ospiti freddi". Il ciclo si esaurisce alla fine del Siciliano superiore per regressione del mare nel glaciale Mindel, poco meno di 1 milione di anni fa (0.781 maf basandoci sui Cicli Astronomici), segnando la fine del Pleistocene inferiore e inizio Pleistocene medio. Da notare che la comparsa di *Arctica islandica* nel Mediterraneo è posta oggi a circa 2.2 maf quindi ben quattrocentomila anni prima del limite attualmente scelto tra Pliocene e Pleistocene.

Tutto il percorso seguito si snoda per la maggior parte in piano o quasi, attraverso quest'ultima formazione del Siciliano superiore (a partire da circa 1.2 milioni di anni fa), riportata sulle carte (vedi "CARTA GIARDINO") con l'etichetta BBB, detta appunto Formazione di Bibbona, se non vogliamo considerare anche le alluvioni recenti (ALR:m) dei botri. Il Pleistocene medio inizia così 0.781 maf con la trasgressione dovuta all'interglaciale Mindel-Riss sopra la parte occidentale della Formazione di Bibbona, modellando un ampio terrazzo marino sul cui orlo verso terra, anche nella zona in studio, si depositano conglomerati di delta fluviale detti Conglomerati di Bolgheri. Così, topograficamente al di sopra della formazione di Bibbona, si situano i Conglomerati di Bolgheri del secondo Pleistocene che nel nostro caso stanno alla sommità dei bassi dossi ($H_{max}=80m$), anche se a versanti ripidi, che accompagnano il percorso.

In definitiva possiamo considerare la formazione di Bibbona in prima approssimazione come una formazione arenaceo-sabbioso più o meno calcarea di trasgressione in periodo caldo, ricca di fossili, che si 'appoggia' sulla falda ofiolitifera (al di là del Podere Pellicce ed oltre Il Pratone), nella

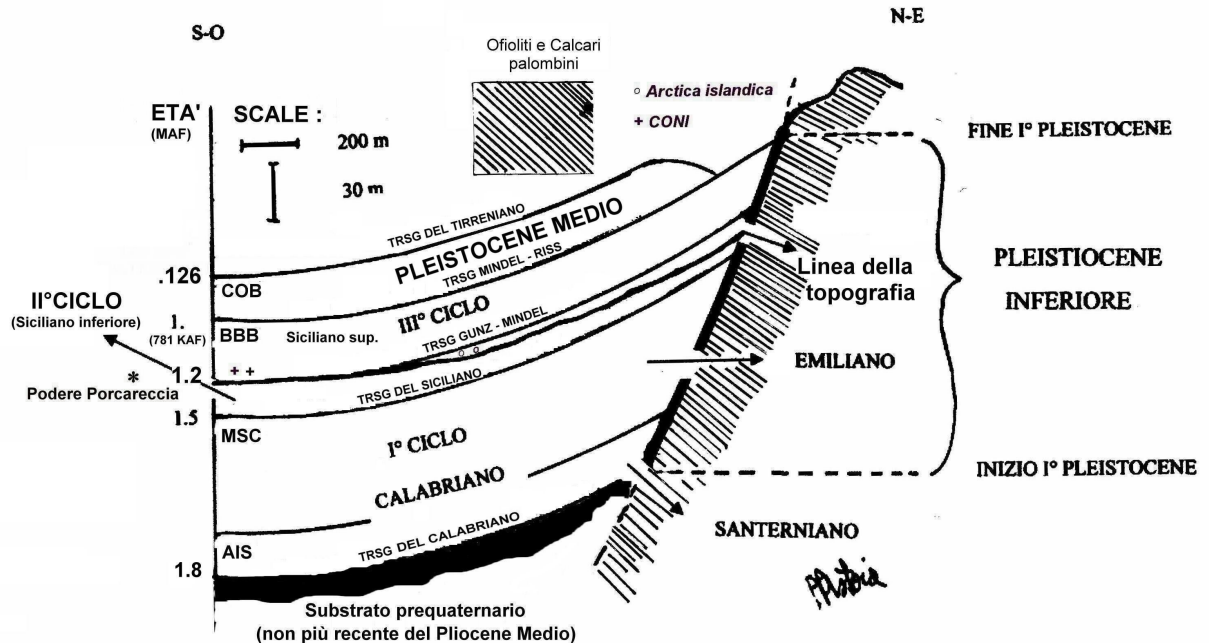
parte alta del botro, attraverso un contatto tettonico. Forse una faglia diretta di direzione appenninica abbassò tutto il complesso sedimentario pleistocenico nascondendone la parte del Calabriano e parte del Siciliano inferiore: un sondaggio sul letto del Botro potrebbe mettere alla prova quest'ipotesi. Si ritrovano lungo tutto il letto del botro (Botro di Bagnolo) indizi della presenza più in alto di serpentiniti, gabbri, basalti e loro rocce filoniane: non manca neppure qualche frammento di calcare palombino. Il botro nel suo corso forse ha 'tagliato' la Formazione di Bibbona e qua e là probabilmente si è spinto fino ai depositi del 2° ciclo ancora freddo. Rimarrebbero nella topografia sedimenti a partire da 1.5 maf. Ciò spiegherebbe la presenza non trascurabile della Arctica islandica (vedi "SEZIONE GEOLOGICA"). Da notare però che ritrovamenti di Arctica islandica nella formazione di Bibbona indebolirebbero l'ipotesi di estendere il 2° ciclo del Siciliano inferiore alla zona in studio.

Il limite fra Pleistocene medio e superiore è posto oggi a 0.126 maf in corrispondenza della Trasgressione del Tirreniano con faune a Strombus bubonius "immigrato caldo" da Sud per il notevole riscaldamento delle acque nella fase di massima dell'interglaciale RISS-Wurm. Il Pleistocene superiore però non risulta presente nella zona in studio.



POSSIBILE SEZIONE LONGITUDINALE DEL BOTRO DI BAGNOLO OASI FAUNISTICA "GIARDINO" DI RIPARBELLA

COB – Conglomerati di Bolgheri di delta fluviale.
 BBB – Conglomerati, calcareniti e sabbie di Bibbona.
 MSC – Calcari arenaci di Montescudaio.
 AIS – Argille e sabbie ad *Arctica islandica*.



PROTOCOLLO SPERIMENTALE: CAMPIONAMENTO E DESCRIZIONE DEGLI ESEMPLARI

In riferimento a questo intervento, presa la strada sterrata a destra immediatamente a monte della Fattoria ed oltrepassato il secondo cancello che dà accesso all'Oasi, siamo scesi verso sud lungo il versante destro del botro dove abbiamo subito notato e controllato un affioramento (Foto AFFIORAMENTO) sul suo versante sinistro nella formazione BBB. Si tratta di oggetti, fortemente problematici, che a prima vista ci sono sembrati coralli isolati (la prima ipotesi più debole).



Dai campioni raccolti (Foto di famiglia e Foto N. 1) seguono le seguenti valutazioni descrittive che serviranno anche come protocolli sperimentali iniziali nel suggerire le prime ipotesi (vedere anche “TAVOLA SINOTTICA” compilata dal dott. Enzo Bonino dell’università di Liegi dopo la spedizione da parte degli autori di alcuni campioni e delle foto dei fossili).

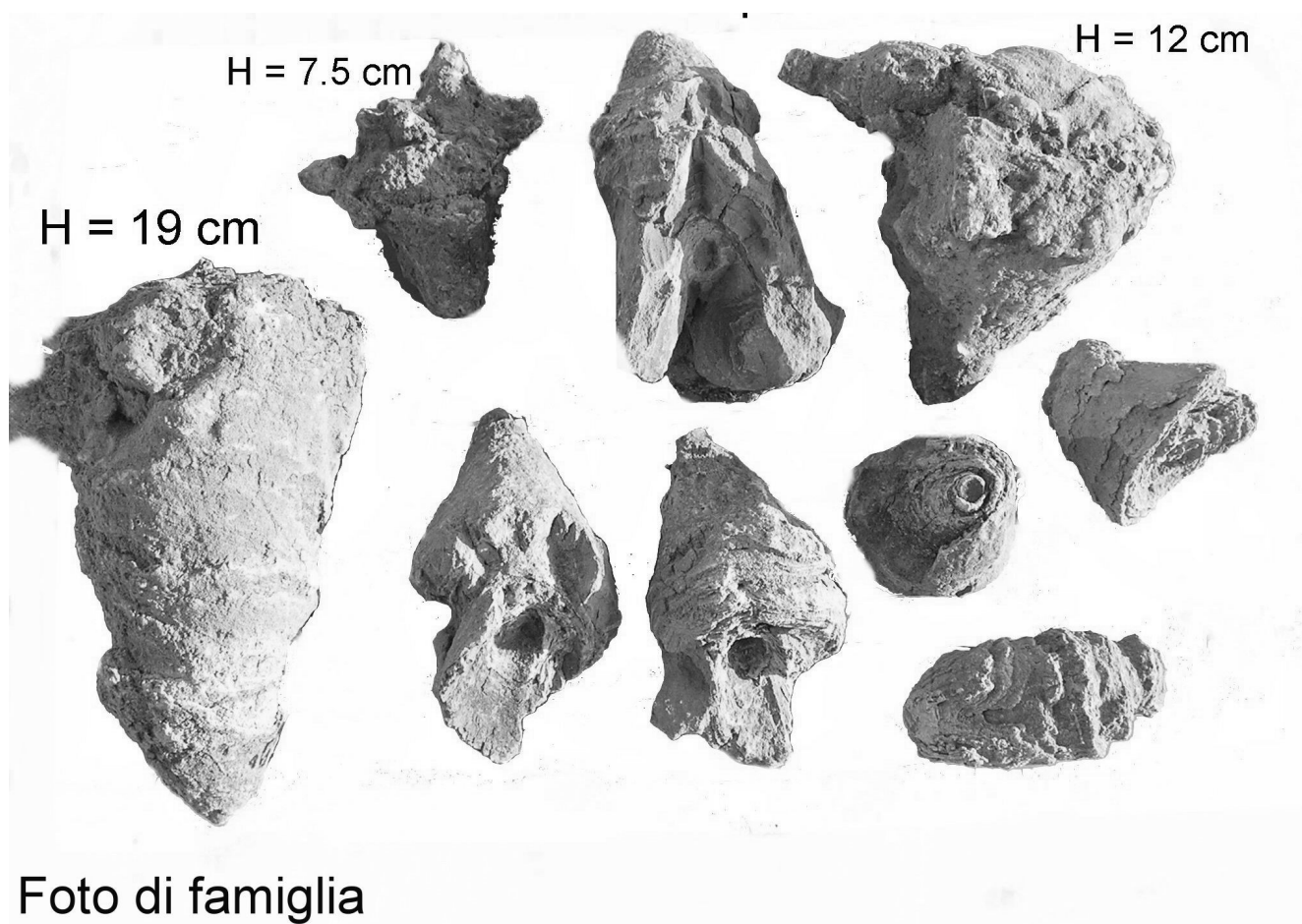


Foto n. 1

H = 17 cm →

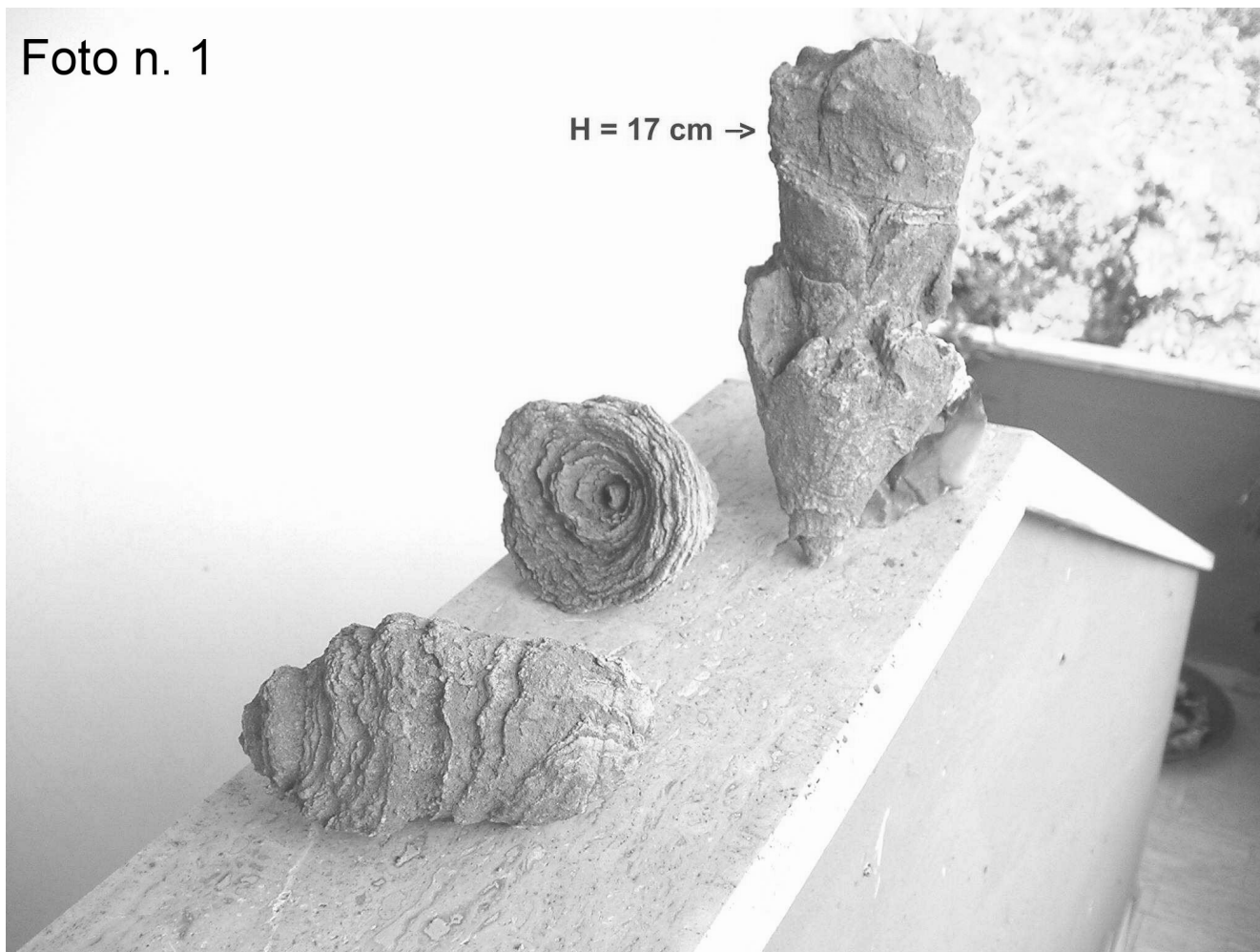


Tavola sinottica

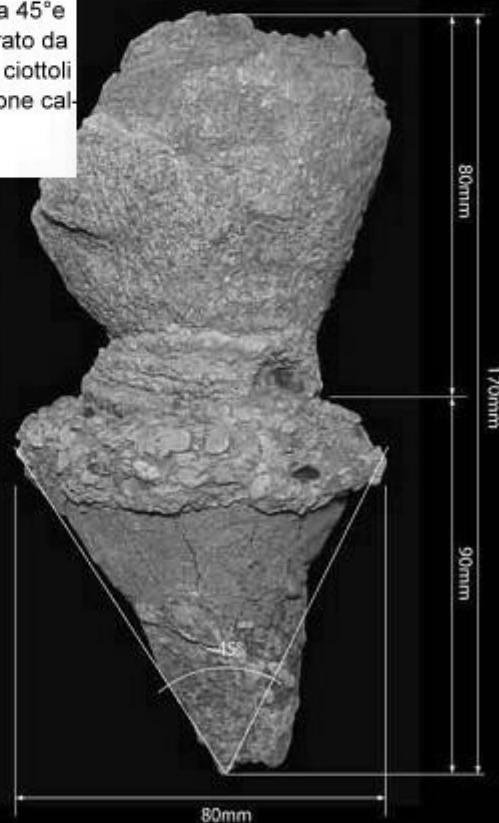
VISTA SUPERIORE

Sono ben visibili le pareti concentriche alternanti ad una matrice arenacea più grossolana (Foto B e D). In posizione asimmetrica all'asse della colonna si osserva la base e una struttura conica che sta probabilmente prendendo origine (Foto A e C).



VISTA LATERALE

La struttura a doppio cono con angolo di circa 45° e a matrice prevalentemente arenacea è separato da un livello clastico più grossolano composto da ciottoli di diametro < 1 cm e a prevalente composizione calcarea e quarzifica (Foto E).



Sempre dalla Foto E, fra le due strutture si osservano leggere striature verticali che si sviluppano parallelamente secondo il senso della lunghezza della struttura.

- Sono tutti oggetti a forma pressoché conica, coni leggermente svasati verso l'alto.
- L'altezza dei campioni controllati va da 7-8 cm a 19-20 cm.
- ≡ La superficie trasversale in un singolo esemplare conico spezzato, a partire dall'esterno, presenta una successione concentrica di creste circolari a raggio decrescente tendenzialmente non saldate (Foto N. 2), alternativamente più consistenti e meno.

≡

CONO SPEZZATO

d = 7 cm

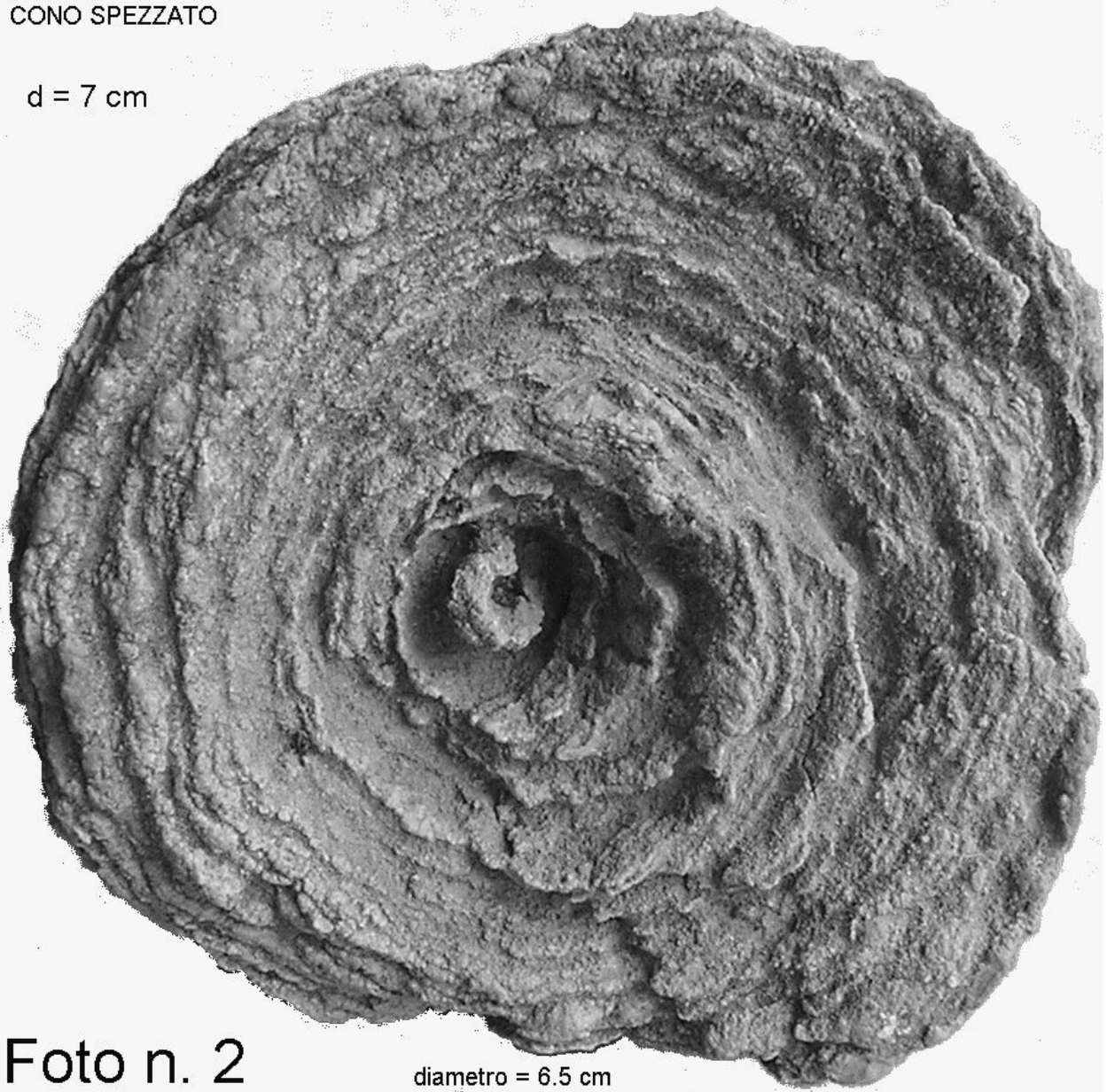


Foto n. 2

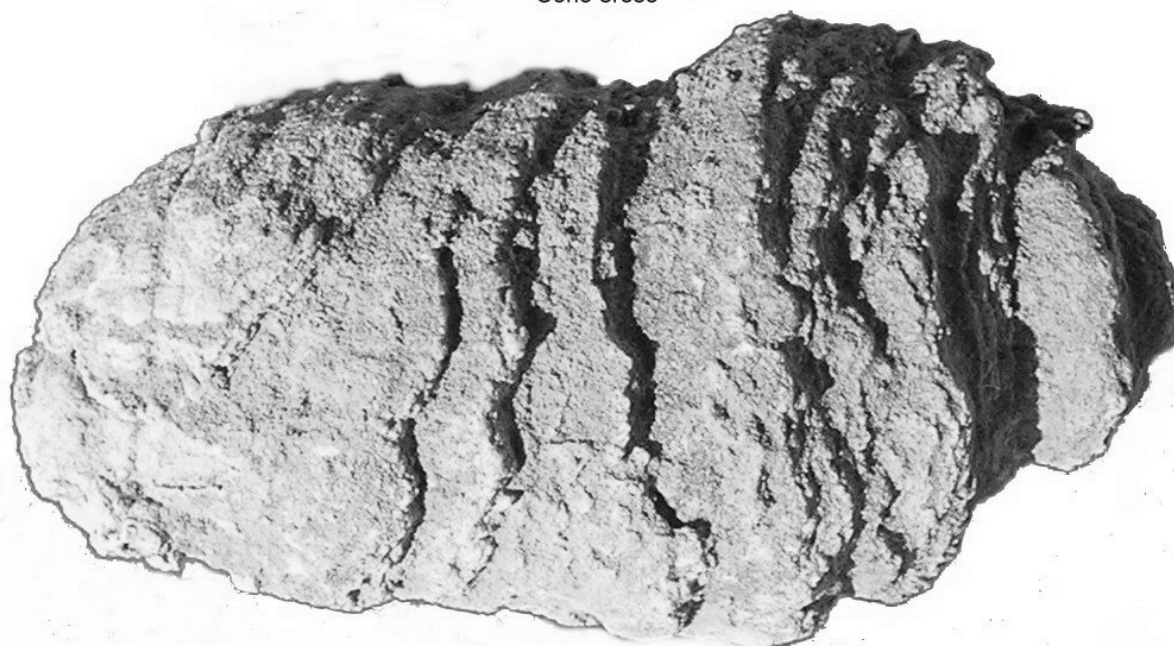
diametro = 6.5 cm



■ Osservando un altro esemplare singolo eroso tutto intorno al bordo (Foto N. 3) si può notare che la successione degli strati conici a pasta-sfoglia interessa anche l'interno dell'oggetto, per cui i coni sono formati da strati conici appoggiati internamente debolmente saldati (vedi anche Foto N. 4).

Fig. n. 3

Cono eroso



L = 10.5 cm

Foto n. 3



Cono spezzato

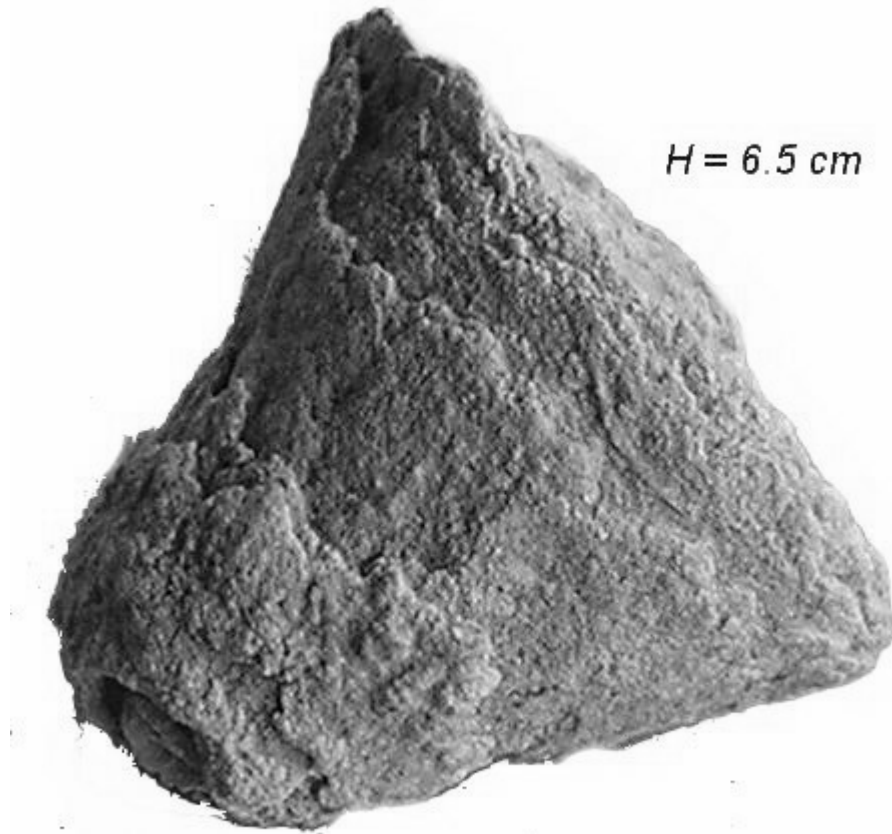


Foto n. 4

- Gli oggetti più alti possono essere visti come più strutture coniche singole (a coni per gelato impilati) sovrapposte lungo lo stesso asse o su assi leggermente diversi, più o meno incastrate l'una sull'altra. La costruzione più alta nella Foto N. 1 può essere considerata una struttura a più coni sovrapposti. In possibili sezioni trasversali non apparirebbero in generale cerchi più densi nelle strutture più basse, rimanendo la densità pressoché costante. Talora sembrano emergere da un substrato clastico più grossolano.
- L'angolo apicale del cono, la parte forse fissata al substrato – infatti si trovano in questa posizione a cono capovolto nella stessa formazione – è di $45^\circ \pm 5^\circ$, per tutti i campioni pur di diverse dimensioni, anche se in effetti i coni si svasano verso l'alto fino a prendere l'angolo riportato. Questo comunque potrebbe far pensare che questo valore dell'angolo al vertice sia un parametro significativo per lo sviluppo di questo oggetto, nel senso, per es., che giochi un ruolo importante nella ottimizzazione del processo di costruzione (processo a minore dispendio di energia e massimo vantaggio). Se questo è vero è plausibile si possa estendere questo valore anche ai coni intermedi che sembrano susseguirsi lungo l'asse.
- Nelle sezioni trasversali sugli oggetti non siamo riusciti ad osservare in nessun modo alcun setto radiale la cui presenza è essenziale per le classificazioni.
- Per le sezioni longitudinali vedere Foto n. 5.

Foto n. 5
Sezioni longitudinali dei coni



TENTATIVE THEORY (TT) ED ERROR ELIMINATION (EE) DI POPPER

Prima ipotesi - Come primo tentativo, con i suddetti dati immediati ed insufficienti, questa struttura, che più delle altre da noi conosciute può aver lasciato questi resti in un sedimento del primo Quaternario a clima non proprio caldo, è classificabile, se di un animale si tratta, come un corallo isolato dell'ordine degli Esacoralli in grado di sopportare acque fredde fino a 0° C, anche su coste basse.

Accettiamo questa ipotesi di lavoro per ulteriori indagini.

Potremmo azzardare anche il corollario che possa trattarsi dello sviluppo di un polipo, costruttore del corallo, che procede con ringiovanimenti assiali successivi per gemmazione. Un ambiente poco conforme o sfavorevole potrebbe creare una gemmazione più precoce e frequente.

Le ipotesi più rischiose, direbbe Popper, sono le più scientifiche!

Comunque (EE) se l'assenza di setti trasversali interni (assenza di raggi in sezioni perpendicolari all'asse) individuata ad occhio sarà confermata come dai dati attuali sembra, questa osservazione falsificherà l'ipotesi. Anche la composizione non è quella di una struttura corallina; inoltre la presenza di acque non così calde (< 18°C) ed un sedimento sabbioso come quello caratterizzante la Formazione di Riparbella non sono compatibili con la presenza di strutture coralline.

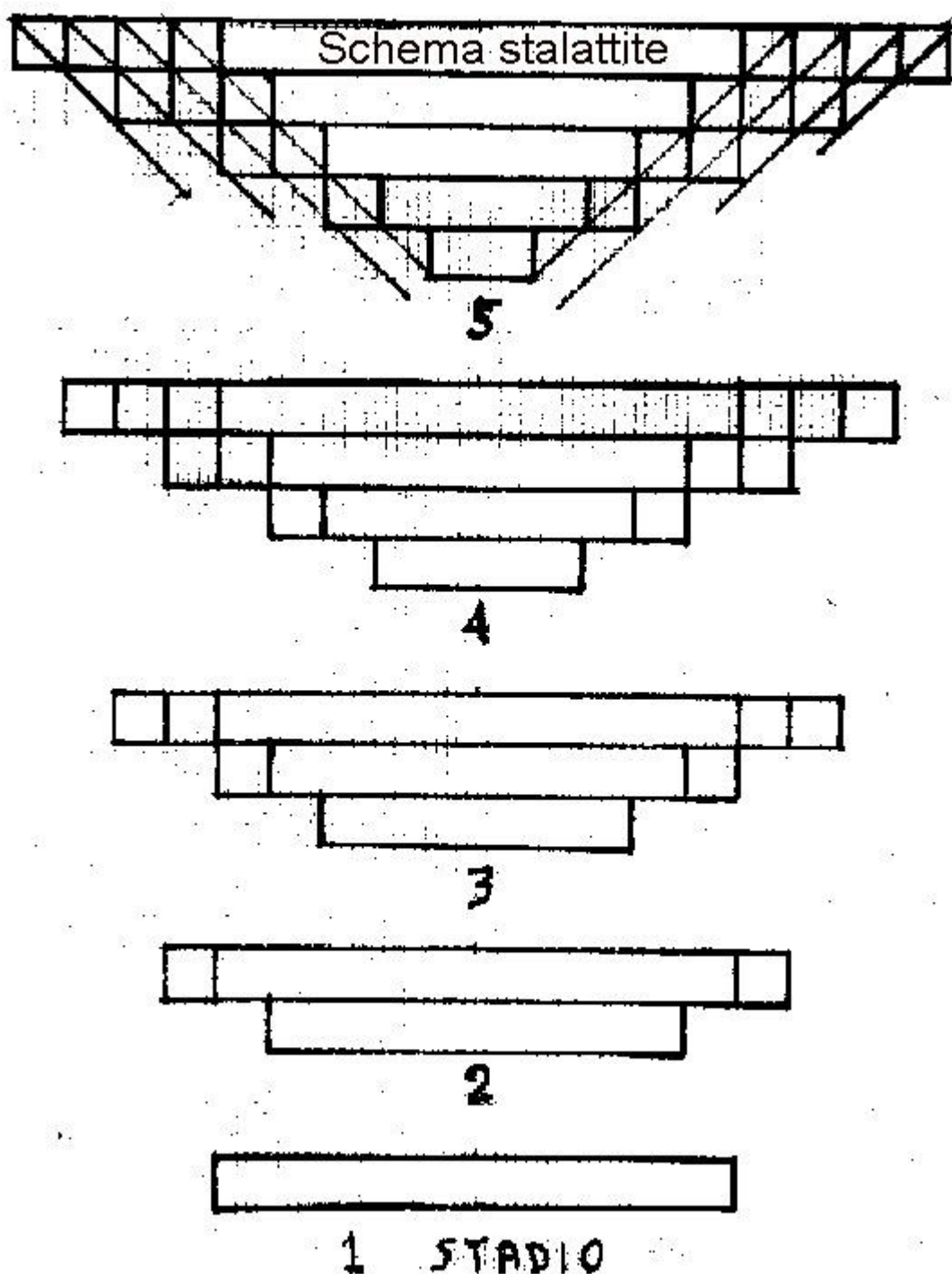
E' interessante notare come invece la presenza di coni sovrapposti non riuscirebbe a falsificarla.

Seconda ipotesi - Successive osservazioni in particolare sulla struttura a semplici superfici coniche incastrate senza alcuna tendenza a spiralizzare, senza setti trasversali, sulla posizione con vertici in basso all'interno della formazione ..., potrebbero suggerire l'ipotesi che questi oggetti non siano di

origine organica. Escludendo una *diagenesi differenziata* data la quasi perfetta struttura geometrica ordinata non solo esterna degli oggetti, *abbozziamo* una seconda ipotesi costruita su un parallelismo, se possibile, fra il processo chimico-fisico di formazione di una stalattite in una caverna sotterranea e quello dei nostri oggetti, immaginando che all'interno delle bancate di arenaria più o meno disciolta si siano presentate piccole zone ad alta permeabilità dove l'acqua filtrante avrebbe potuto perdere comunque pressione. Se è vero che 'fili umidi' possono attraversare le formazioni già in posto dopo diagenesi (con aumento di pressione con l'altezza) e se è vero che la formazione in oggetto è generalmente costituita da calcareniti con zone più o meno permeabili, l'acqua circolante al suo interno può perdere pressione in corrispondenza a zone circoscritte più permeabili con conseguente precipitazione di carbonati? La presenza di sabbia in tali zone così da prospettare una permeabilità isotropa, non potrebbe indirizzare diversamente la precipitazione del carbonato rispetto ad una cavità vuota?

Ma vediamo come si forma una stalattite cercando di razionalizzarne il processo semplificandolo a stadi.

Consideriamo una piccola zona del tetto di una caverna dove l'acqua percolante inizia a perdere pressione. Nella zona di 'gocciolatura' per la lentezza del fenomeno di scorrimento precipita carbonato di calcio che cristallizza direttamente sul soffitto a formare un primo strato (primo stadio). Nel secondo stadio le successive gocce cadono alla periferia dello strato iniziale più o meno 'laminando' e cristallizzando un po' al suo bordo e subito sotto il primo strato (vedi 'SCHEMA STALATTITE'), costruendo il secondo. Le successive scivolando al bordo dei due strati precedenti depositano su questo e sotto il secondo strato, formando il terzo e così via (schema stalattite). In definitiva le gocce, trovando occupata la zona da dove appaiono, si spostano lateralmente e cadono lungo la zona già precipitata, allargando la base e allungando il prodotto.



Pur nella complessità del fenomeno naturale rispetto allo schema geometrico descritto, *in sezioni trasversali delle grosse stalattiti coniche tendenzialmente noteremo anelli più o meno concentrici e regolari più densi nelle sezioni più piccole. Nelle sezioni longitudinali invece appariranno tracce di superfici coniche inserite l'una dentro l'altra.* Le tracce radiali nelle sezioni trasversali non sarebbero altro che le direzioni dei cristalli di aragonite (carbonato di calcio cristallizzato nella forma metastabile indicando una formazione recente). Dalla nostra ricostruzione semplificata della nascita di una stalattite si evince però che le diverse superfici coniche nelle sezioni longitudinali debbano essere saldate e non si debbano notare coni sovrapposti!

A questo stadio comunque (EE di Popper) la saldatura delle superfici coniche, la composizione e la forma casuale reali delle stalattiti e l'assenza di spostamento dei vertici dei coni successivi, se rilevate come sembra, falsificano l'ipotesi. Ciò sembra avallato (come rilevato anche

dal dott. E. Bonino) **dall'ambiente di formazione/deposizione che è di origine litorale, dall'assenza di indizi di formazioni ipogee sul campo e dalla matrice arenaceo/conglomeratica non compatibile in generale con un ambiente tipicamente carsico.**

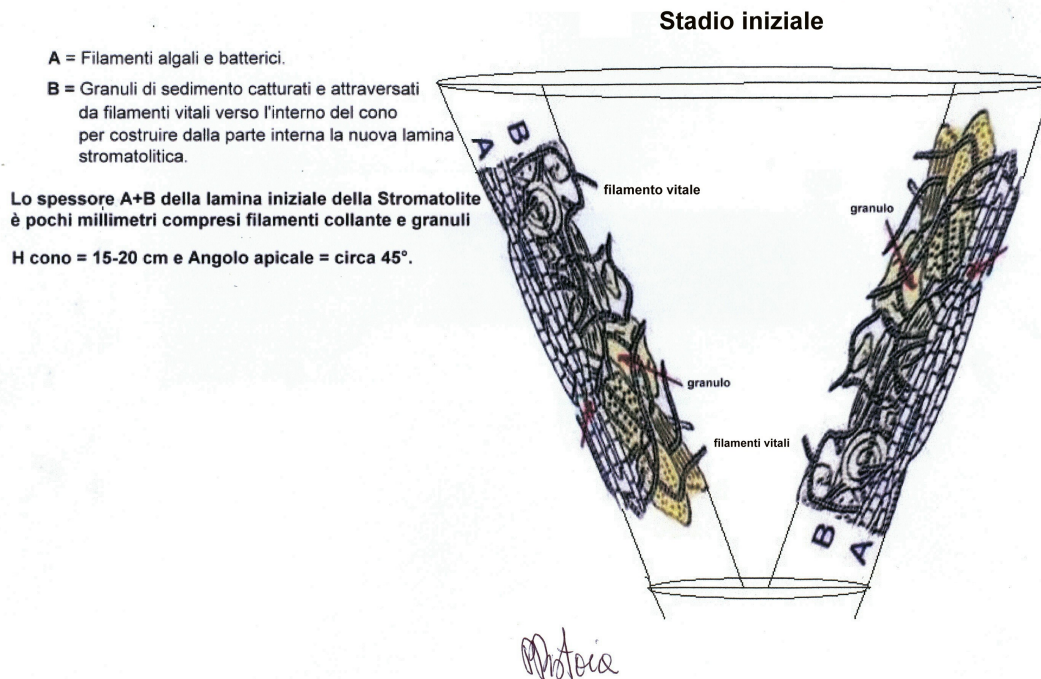
Terza ipotesi - Come accennato, le osservazioni ad occhio rilevano un oggetto geometrico regolare anche all'interno (forse troppo per essere una semplice perturbazione dei sedimenti), ma povero delle caratteristiche proprie della vita (ricami, setti, segni di accrescimento...) costituito semplicemente da superfici avvolte a cono giustapposte come nella 'pasta-sfoglia'. Girando a vuoto fra le falsificazioni, è stata proprio l'idea della 'pasta-sfoglia' che ci ha suggerito un'ipotesi da fantascienza per i nostri background culturali legati all'ambiente che ci circonda.

E se si trattasse di Stromatoliti?

La mitica Stromatolite è una 'costruzione' organica lasciata da moltitudini di elementi primitivi della vita, alghe unicellulari prive per lo più di nucleo (*procarioti*) di dimensioni di pochi millesimi di millimetro (Cyanobatteri e Cyanoficee o Alghe azzurre) presenti fin dalle profondità del tempo, da quasi 4 miliardi di anni fa – per la precisione 3500 milioni di anni - ad oggi. In effetti il fatto che più colpisce è che queste strutture calcareo-arenacee, all'interno, si organizzano *semplicemente* in dense superfici laminari a 'pasta-sfoglia' più o meno ripiegate seguendo le forme esterne e, all'esterno, in forme le più disparate, compresa la forma a cono. In strutture laminate, sempre bagnate dal mare, si sviluppò, visse e vive ancora oggi in particolari ambienti, un numero inverosimile di queste alghe primitive. Queste associazioni di alghe microscopiche si sviluppano inizialmente per lamine sub-orizzontali, per poi assumere forme tipiche a "panettone" od a cono con la punta rivolta verso l'alto. La presenza di mucillaggini, prodotte dalle alghe stesse, favorisce l'intrappolamento di sedimenti fini, sedimenti che funzioneranno come supporto per lo sviluppo di successive colonie di alghe dando inizio ad un altro ciclo di colonizzazione con un successivo livello o strato.

E' da qui, da queste 'pellicole' vive e sottili, che gorgoglia la fotosintesi, lasciandosi attraversare da lunghezze d'onda atte a scindere le molecole di acqua e riflettendo le altre. Così ai primordi, sotto i raggi di un sole bambino nocivi per la vita più evoluta, fu lì la fonte dell'ossigeno e quindi dell'ozono e da lì si costruì l'atmosfera che oggi ci permette di vivere e ci protegge. E forse furono proprio questi elementi primi della vita ad essere utilizzati nello sviluppo delle cellule superiori (*eucarioti*) inglobandoli e trasformandoli in *cloroplasti*. Fra i percorsi possibili forse i nostri con i iniziaron con una lamina conica densa di microrganismi fissata per l'apice, a guisa di foglio trasparente fluttuante con le onde, quasi perpendicolare, *nelle riflessioni*, ai raggi del sole, che oggi, nei nostri posti, durante il semestre caldo, incidono distanti dalla verticale mediamente intorno a 22° nell'acqua (circa 30° fuori), pressappoco la metà dell'angolo apicale. Granuli di sedimento di limo, argilla, calcare o sabbia silicea ed altri minerali intrappolati nella pellicola minavano la sopravvivenza della colonia e ne costituivano la struttura portante che permise la fossilizzazione. L'azione fotosintetica liberava ossigeno dall'acqua, mentre l'azione riducente dell'idrogeno 'costruiva' molecole con la CO₂ presa dal mare per mantenere e ampliare l'associazione. Questo poteva favorire anche un deposito di carbonato di calcio sopra la stessa lamina in via di estinzione. Una volta esaurita la prima pellicola la nuova vita primigenia ne costruì un'altra in generale appoggiata e più o meno parallela alla prima, lanciando i suoi filamenti vitali di alghe e batteri oltre lo strato delle particelle di sedimento (verso l'alto nel caso di forme a cuscino, verso l'interno nel caso del cono) e così via (vedi "SEZIONE STROMATOLITE") mentre ogni volta, sotto ogni lamina attiva, nuvole di altri micro-organismi anaerobici si nutrivano dei resti. *Così nel caso dei nostri con i poggiati sul vertice si prospetta una costruzione a partire dall'esterno verso l'interno con la necessità ad un certo punto, per mancanza di spazio o ricerca di luce, di spostamento verso l'alto dei vertici delle superfici successive (coni successivi), corroborando le osservazioni sulle sezioni longitudinali e certamente sulle sezioni trasversali.* Questo non esclude un angolo di apertura per tutti i con i singoli uguale nell'ambito dell'errore della Natura e forse il valore intermedio di 45° gioca un ruolo sulla stabilità e vantaggio del sistema in costruzione.

POSSIBILE SEZIONE DI UNA STROMATOLITE A CONO IN DIVENIRE



Nel corso del tempo si sono evoluti molti animali che divorano il cemento delle Stromatoliti. Molte chioccioline, per lo più gasteropodi, strisciano sulle superfici rimuovendo con la *radula* alghe e batteri e altri metazoi *fossatori* possono disturbare la tessitura della lamina. Le Stromatoliti si possono sviluppare allora solo in nicchie protette da molluschi 'erbivori' di qualsiasi genere, magari allontanati da caratteristiche ambientali a loro poco congeniali. Ciò spiega l'estesa loro diffusione nel periodo Precambriano. Se i nostri coni nell'oasi Giardino immersi nell'arenaria sabbiosa più o meno calcarea del primo Pleistocene rientrassero in questa ipotesi, il micro-ambiente in cui vissero doveva essere quello descritto (l'assenza di altri invertebrati fossili predatori associati lo confermerebbe). Sarebbero vissuti così in una stretta e protetta nicchia ecologica all'interno dell'ambiente di deposito della Formazione di Bibbona, poco adatta per i molluschi erbivori loro predatori, fiorenti però a poca distanza. Forse si poteva trattare di una zona lagunare circoscritta di acqua bassa, calda da interglaciale, calma e ad alta concentrazione di sali (per le forme a cono rispetto alle altre, sembra più idoneo un ambiente meno agitato).

In Italia non sono state segnalate Stromatoliti del Precambriano, mentre sono abbastanza frequenti nel Cambriano inferiore della Sardegna e nel Trias superiore dell'Appennino e delle Alpi. Ma dopo il Trias però, cioè nel corso degli ultimi 200 milioni di anni fino ad oggi, sembra che in Italia siano stati molto rari i ritrovamenti di siti a Stromatoliti (presenza fortemente "spalmata").

Argomentazioni critiche (EE di Popper) relative alla terza ipotesi - La terza ipotesi è quella che più si adatta (*matching*) alla descrizione dei dati iniziali, per cui la discussione critica dovrà essere più densa e articolata. Ulteriori osservazioni sulle sezioni trasversali e longitudinali dei coni e la loro posizione in loco la indeboliscono e la rendono poco plausibile.

Intanto, in generale, come già accennato, le colonie algali che hanno dato origine alle stromatoliti *come noi le conosciamo* necessitano di acque basse, normalmente calde, limpide e ipersaline; inoltre la

loro morfologia è quella a ‘panettone’ o a “cuscino”, ma anche a cono appoggiato sulla base; *mentre i nostri coni poggiano in senso invertito* (cioè con il vertice in basso).

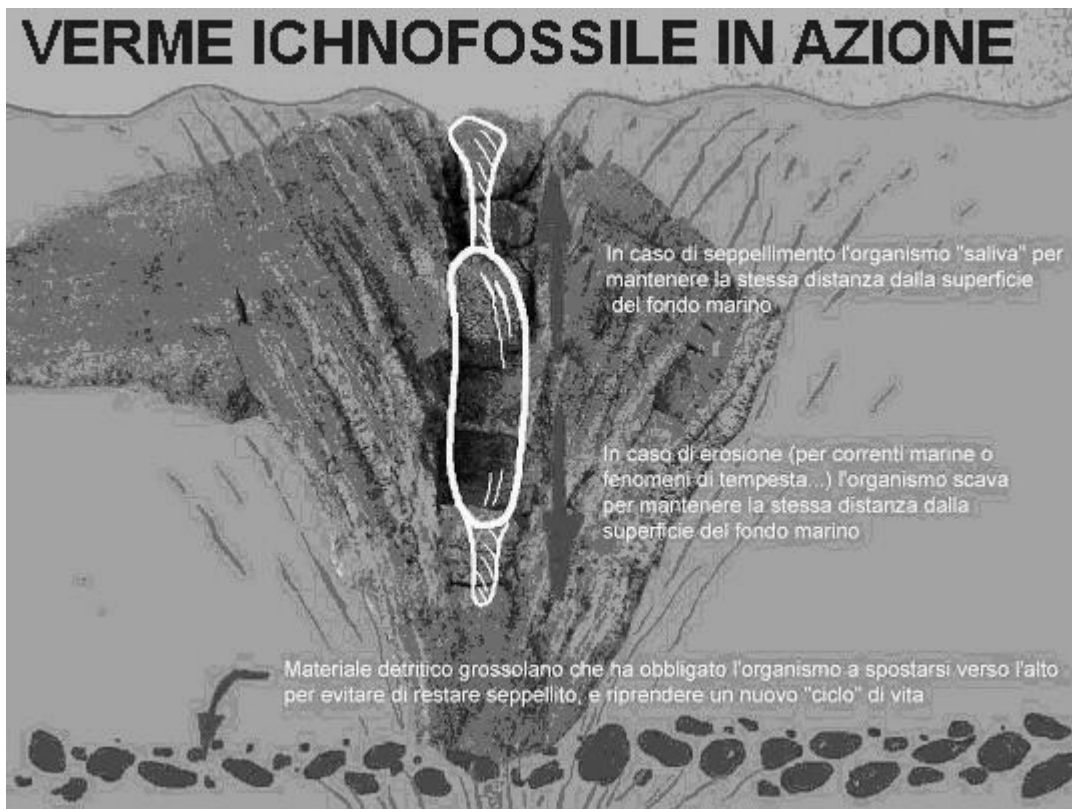
Infine qui ci troviamo in un ambiente tipicamente di acque agitate, con apporto di materiale detritico assai importante e grossolano, condizioni che, come già detto, *normalmente* non sono ottimali per l’instaurazione di questo genere di colonie algali (come afferma anche il dott. E. Bonino dell’Università di Liegi nella sua comunicazione personale).

L’ipotesi della presenza di una zona lagunare costiera con caratteristiche favorevoli, pur ridotta e isolata, avrebbe dovuto lasciare indizi che gli autori non hanno trovato. Anche una lamina algale a cono fluttuante, fissata col vertice al substrato tenderebbe a smembrarsi facilmente in specie in acque tormentate come quelle suggerite dal tipo di formazione in cui sono inglobati. Le stesse sezioni trasversali e longitudinali sono rivelatrici di una struttura a livelli alterni fra superfici più competenti e rigide con superfici più arenacee e friabili. Una struttura come questa non sarebbe essa stessa soggetta a dissoluzione se libera in acque marine? Rimarrebbe da pensare allora ad una superficie conica scavata nel substrato da qualche “verme” fossatore come appoggio iniziale della lamina algale, mantenendo il ragionamento precedente. Ma la presenza indiscussa di un canale segmentato lungo tutto l’asse della struttura a coni impilati che appare nelle sezioni longitudinali (Foto 5), le cui superfici sembrano decorrere a tratti lungo il margine di ogni segmento, non è pertinente con una struttura stromatolitica. A nostra conoscenza una tale cavità sembra infatti non essere mai stata osservata fino ad ora nelle stromatoliti ‘sensu stricto’. Comunque una sezione sottile da osservare al microscopio a luce trasmessa potrebbe rilevare la presenza eventuale di alghe costruttrici, ma gli autori non hanno possibilità di eseguirla.

Se vogliamo mettere da parte la terza ipotesi dobbiamo pensarne una quarta.

Verso la quarta ipotesi - Un’altra ipotesi (suggerita dallo stesso E. Bonino nella nota personale) che emerge dalle ‘ceneri delle altre’ è che possa trattarsi di “*Ichnofossili*”, cioè tracce lasciate da organismi che in questo caso vivevano immersi nella sabbia di quel fondo marino. Essi sono relativamente frequenti, con tubi e canali (presenti anche nel posto dei coni) che evidenziano il movimento verticale dell’animale nel substrato sabbioso soprattutto in funzione del tasso di sedimentazione o erosione che si ha nell’ambiente marino. *Ci chiediamo in quale maniera le strutture coniche siano legate a qualche organismo bentonico che viveva infossato nel sedimento arenaceo e comprimeva le pareti dando origine a queste forma coniche.* Lo schema “**ICHNOFOSSILE DI UN ORGANISMO IN AZIONE**” (suggerito dal dott. Bonino) propone un primo abbozzo di questa quarta ipotesi, da controllare anche dal punto di vista fisico-energetico.

Rimane da spiegare come il movimento del ‘verme’ possa costruire un cono di apertura circa 45° a superfici impilate.



Gli autori propongono sul detto schema di Bonino la seguente argomentazione. Se l'ipotesi fa riferimento a semplice compressione meccanica, l'organismo, che si muove immerso nel materiale al di sotto del fondo oceanico, lo dovrebbe comprimere, posizione per posizione, secondo un cilindro con efficacia (*strain*) variabile con la situazione di tensione del mezzo.

L'ipotesi di una deformazione a cono potrebbe diventare plausibile vicino ad una discontinuità (fondo marino) per il cambiamento, per esempio, dello stress interno dal fondo dell'abitacolo alla discontinuità stessa. La possibile spiegazione del grande angolo apicale e dell'aspetto ritmico o periodico dell'alternanza di superfici di diversa pertinenza potrebbe essere collegata appunto al movimento verso l'alto e verso il basso del verme. Quando sale potrebbe comprimere il mezzo meccanicamente con maggiore efficacia in alto (maggiore *strain*). Quando ritorna indietro la porzione di canale rimasto vuoto si riempirebbe di nuovo materiale che verrebbe ancora compresso sulle pareti nella risalita successiva.

Sarebbe da individuare un organismo, se esiste, che abbia il seguente comportamento:

1 – Una volta aperto il primo cunicolo a forma di stretto cono salendo per mantenere costante la distanza dal fondo marino, l'invertebrato torna indietro *per qualche ragione (per es., erosione sul fondo) stabilizzandone le pareti in qualche modo.*

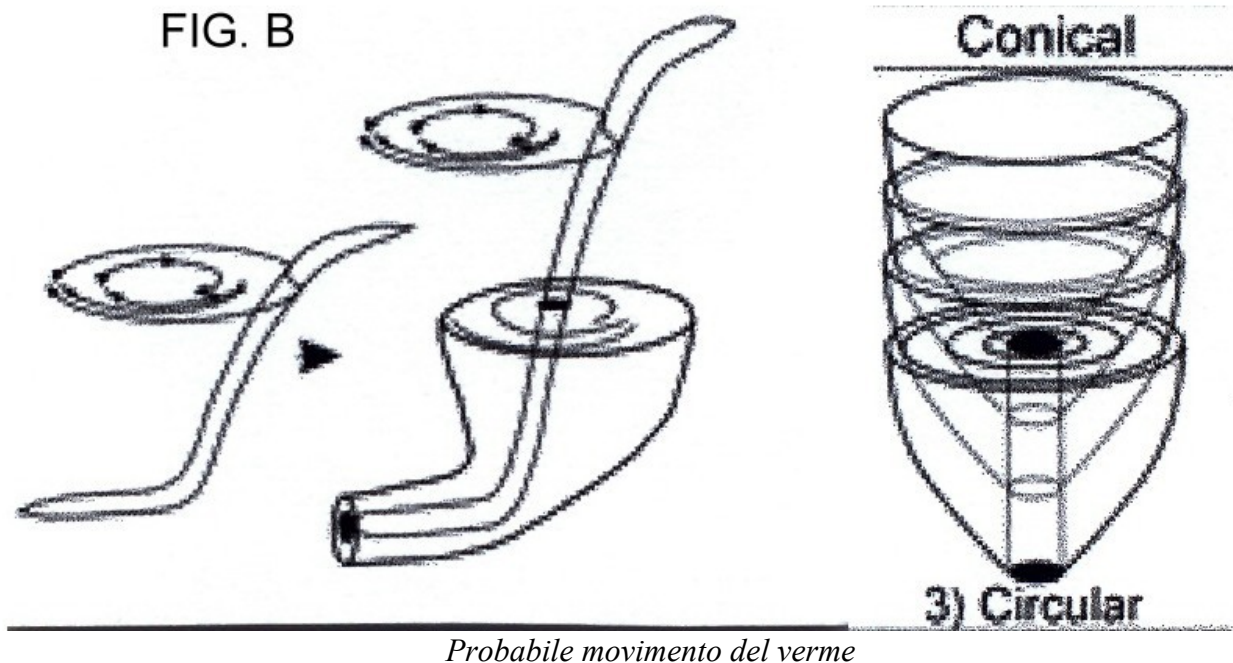
2 – Man mano che un successivo apporto detritico riempie l'abitacolo e alza il fondo marino, l'invertebrato si riapre la strada verso l'alto, comprimendo la massa di riempimento contro le pareti con la stessa efficacia di prima. Costruisce così un identico cunicolo spingendo all'esterno il primo strato e poi, alla successiva erosione, ritorna verso il fondo dell'abitacolo, mentre ne stabilizza le nuove pareti e così via. Ogni volta lo strato interno si sposta di lato con un angolo che si apre leggermente di più man mano che l'organismo sale, mentre l'angolo apicale del cono complessivo aumenta.

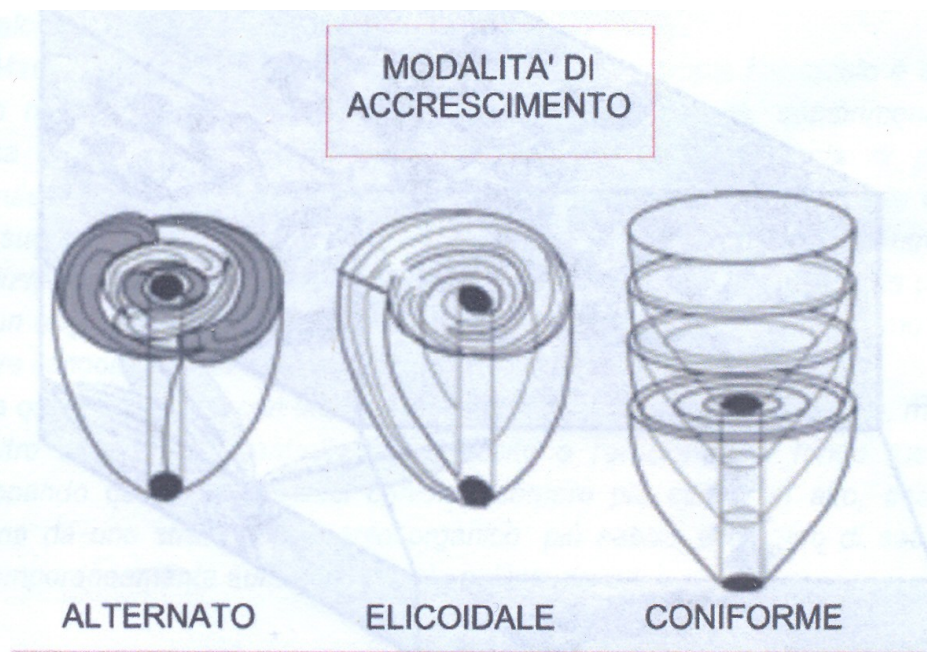
3 - Fa questo percorso con una certa periodicità (in funzione di tempeste, maree, od altro in grado di controllare il deposito e l'erosione sul fondo marino), sviluppando quindi le superfici coniche, sempre più aperte in alto, costituite ognuna da uno strato di cemento organico + sabbia e da uno di sabbia e contemporaneamente aumenta l'angolo apicale del cono.

4 - Le superfici più competenti e rigide presentano abbondanti zone nere frastagliate agli ingrandimenti della foto. Potrebbero essere collegati alla presenza di cemento organico?

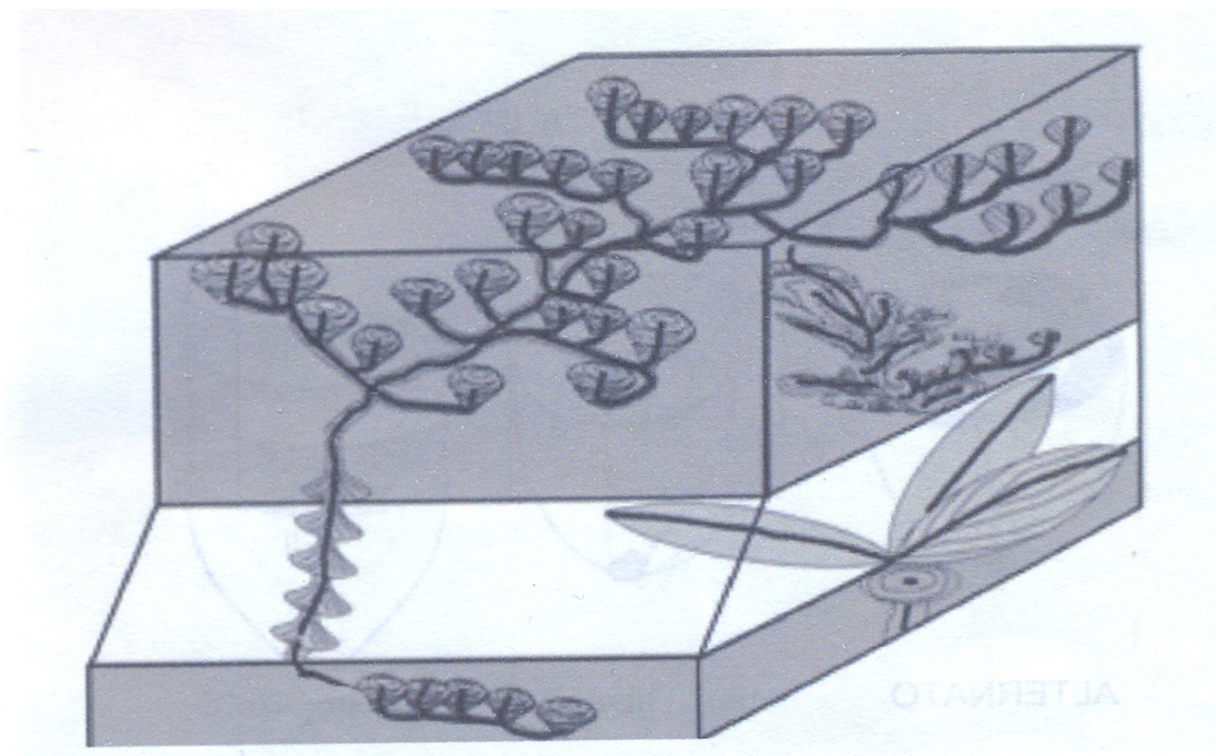
Una possibile argomentazione invece che faccia riferimento ad onde longitudinali di compressione generate dal movimento dell'organismo ipotetico non trova conferme nei dati.

Come integrazioni e precisazioni a questa ipotesi rimandiamo a pubblicazioni a cavallo degli anni duemila, in particolare al lavoro di Eduardo Olivero e Maria Lopez Cabrera (2003) relativo a "tane" complesse di vermiformi (forse policheti gregari) rinvenute in Patagonia, nelle quali complesse strutture di tubi collegano bulbi o teche anche a coni incastrati come i nostri e delle dimensione dei nostri. Un organismo vermiforme all'interno della teca si alimenterebbe nel sedimento muovendo la parte superiore del corpo lungo circoli. Il movimento circolare, associato a retro-riempimento periferico e migrazione centripeta, darebbe come risultato gruppi di lamine coniche distinte e incastrate a costituire anche oggetti simili ai nostri ichnofossili (<<fossili di tracce>>). Uno spostamento del verme verso l'alto potrebbe costruire un cono successivo (FIG. B; Chamberlain, 1971.).





Ipotesi di accrescimento dell' ichnofossile



*Possibile colonia di vermiformi
(Chamberlain, 1971)*

Cosa sarebbero allora i nostri coni? Potrebbero essere le teche o bulbi costruiti durante l'attività di alimentazione di un verme. Probabilmente, da 1.2 a 1 Maf, dove oggi scorre il Botro di Bagnolo vicino al podere di Porcareccia, all'interno di un sedimento di melma sabbiosa per lo più calcarea di mare poco profondo, vermi *policheti* gregari avevano costruito, a partire dal basso, una rete complessa di tubi vuoti, dove poteva abitare e spostarsi l'animale. Alcuni di questi tubi terminavano direttamente nel sedimento, da dove poteva affacciarsi il verme con la parte anteriore del corpo. Esso ruotando

circolarmente nella melma sabbiosa, monitorava l'ambiente e si nutriva, modificando la struttura omogenea della melma stessa tanto da costituire una forma bulbosa, che, dopo diagenesi, sarebbe diventata il nostro cono (FIG. B). In effetti nel nostro affioramento mancano indizi della struttura complessa di tubi vuoti: *esistono solo coni isolati abbastanza numerosi e vicini fra loro, pressochè paralleli alla stratificazione*. La struttura più fragile potrebbe essersi però distrutta durante la fossilizzazione in un ambiente fortemente bioturbato come il nostro.

Anche se si tratta di semplici speculazioni, nuovi tentativi altamente falsificabili e proprio per questo ad alta scientificità, potrebbero aprire nuove interpretazioni sulla genesi delle nostre forme coniche che, come supposto dal dott. E. Bonino, *non sono mai state segnalate in Italia*.

Qualcuno ha detto *'per ogni SI plausibile o quasi si devono dire tanti NO!'*

EPILOGO

Lontani dalle Accademie, con gli scarsi strumenti a disposizione, certamente poco sofisticati, non siamo riusciti ancora a formulare con precisione una quarta ipotesi plausibile (ne abbiamo offerto al lettore un semplice tentativo). Secondo il pensiero di Popper così il problema rimane aperto. Stiamo tentando nel mondo alieno degli invertebrati che hanno lasciato come indizi le tracce del loro effimero passaggio, cercando di formulare alla Natura qualche domanda la più stringente possibile (una è già stata formulata). Cercheremo poi, come abbiamo fatto con le altre, di forzarla nella prova, continuando i tests con determinazione, con tutti i mezzi e gli strumenti possibili. *Per la logica proposizionale, il 'Reale' e la 'Verità' vengono toccati solo nella falsificazione di una ipotesi* e noi già almeno tre contatti abbiamo avuto col 'Reale'!

Se poi questi successivi interventi non riusciranno a scalzare l'ultima ipotesi- *anche se di certo ne potranno precisare aspetti e sottigliezze arricchendone il racconto* - solo allora ci accontenteremo di affermare che c'è alta probabilità che quella ipotesi e la relativa narrazione che la esplicita, rispecchino da vicino (alta *verosimiglianza* popperiana) ciò che accadde nel primo Pleistocene in quella particolare nicchia ecologica dell'Oasi Faunistica 'Giardino' di Riparbella.

Se il tentativo di ipotesi degli ichnofossili reggesse le prove, quello che accadde in quel tempo ed il quel luogo sarebbe stata un evento davvero strano e molto improbabile!

..... E LA STORIA CONTINUA



Potrebbe essere un'alga? Una sezione sottile risolvere il problema?...

Forse un giorno su qualche rivista scientifica qualche luminare più esperto di noi scriverà una paginetta definitiva su questi 'strani coni'!

AD MAIORA

CONCLUSIONI

Lo scopo dell'articolo era essenzialmente quello di sottolineare e cercare di comunicare il *travaglio* e l'*emozione* della ricerca alle frontiere della conoscenza a qualsiasi livello di partecipazione al Terzo Mondo di Popper (dalle classi scolastiche, alla comunicazione divulgativa, fino alle ricerche nelle Accademie), per far comprendere specialmente ai giovani che il mondo che ci circonda non è semplice da razionalizzare e capire. Raramente si procede con colpi di genio, legati essi stessi ad una immedesimazione profonda con l'oggetto di studio (*einfunlung*), ma più spesso per tentativi ed errori su ipotesi cercando con determinazione di falsificarle. Argomentare criticamente su ipotesi (EE di Popper) significa approfondire la conoscenza e arricchirla di sottigliezze e, più l'ipotesi resiste, più si aprono percorsi sotto le apparenze. Ma rimane solo nella sua falsificazione una buona fiducia di aver colto qualcosa e la possibilità di ulteriore ricerca. Comunque non poco abbiamo scoperto! I nostri conchilidi (Foto di famiglia), alla luce delle argomentazioni critiche sui dati disponibili, non sembrano oggetti viventi del mondo dei coralli, né oggetti inanimati come stalattiti, né colonie algali come le stromatoliti! I conchilidi dell'oasi faunistica 'Il Giardino' di Riparbella sarebbero strani *oggetti di frontiera* e quello che accadde, in quel tempo, poco più di un milione di anni fa, ed in quel luogo, fu certamente un fatto mediato ed improbabile e lontano dal nostro background culturale, per cui interessante e degno di approfondimento.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano il dott. Enrico Bonino, geologo presso la società KEYOBS e collaboratore/ricercatore presso l'Università di Liegi, esperto paleontologo, per aver seguito con interesse la nostra ricerca ancora aperta, letto le bozze, visionato foto e campioni, che potranno comportare ulteriori sviluppi, per aver precisato alcuni aspetti e suggerito alcune direttrici. Si ringrazia inoltre il professor Monaco, paleontologo presso l'Università di Perugia, per aver fornito un'aggiornata bibliografia sugli ichnofossili.

(Luigi Bagagli-Massimo Magni-Piero Pistoia)