

Riviera
e Salò

C, 78

Occasionalmente le ricerche sono state estese a strati fossiliferi di poco più giovani degli scisti ittiolitici, e quindi ad essi sovrastanti. Si tratta degli strati del Calcarea di Meride, nei quali sono stati rinvenuti numerosi esemplari di *Neusticosaurus* e un raro *Lariosaurus*.

Tutte queste ricerche vengono ancora condotte dallo stesso gruppo di volontari che iniziò lo scavo del Vallone nel 1975. Ogni domenica mattina a bordo di piccoli fuoristrada si inerpicano su per la vecchia strada militare che porta a Monte Casolo; da un certo punto in poi bisogna procedere a piedi su per il bosco, portando a spalla il martello pneumatico e parte degli attrezzi di scavo; al ritorno si aggiunge il peso delle rocce scavate nel corso della mattinata. E così per tutto l'anno, salvo quando la neve o la pioggia ostacolano i lavori. Alcuni questi volontari proseguono l'opera durante la settimana, preparando i fossili ritrovati; si tratta di un paziente lavoro da eseguire al microscopio, liberando con aghi di acciaio il fossile dalla matrice di roccia che lo ingloba. È un lavoro assai delicato e molto lungo: basti pensare che per portare a termine la preparazione di un piccolo *Macrocnemus*, lungo una ventina di cm, sono occorse ben 184 ore di lavorazione.

Non si può non rivolgere un grato apprezzamento a questi volontari senza la cui costanza e fatica questo volumetto, il Museo dei Fossili di Besano e l'ormai cospicua collezione di fossili degli scisti ittiolitici non sarebbero esistiti.

Il mare di Besano

Gli scisti ittiolitici di Besano sono dunque una formazione geologica di età triassica, ed in particolare è stato stabilito che essi si trovano al limite fra l'Anisico ed il Ladinico, due suddivisioni di questo periodo: gli strati inferiori appartengono ancora all'Anisico mentre gli strati più alti della serie sono del Ladinico.

La storia della Terra è stata suddivisa dai geologi e dai paleontologi in alcune unità, le ere, corrispondenti ad intervalli di tempo molto lunghi; a loro volta queste ere sono state suddivise in intervalli più brevi, i periodi, e questi in frazioni temporali ancora minori, le epoche.

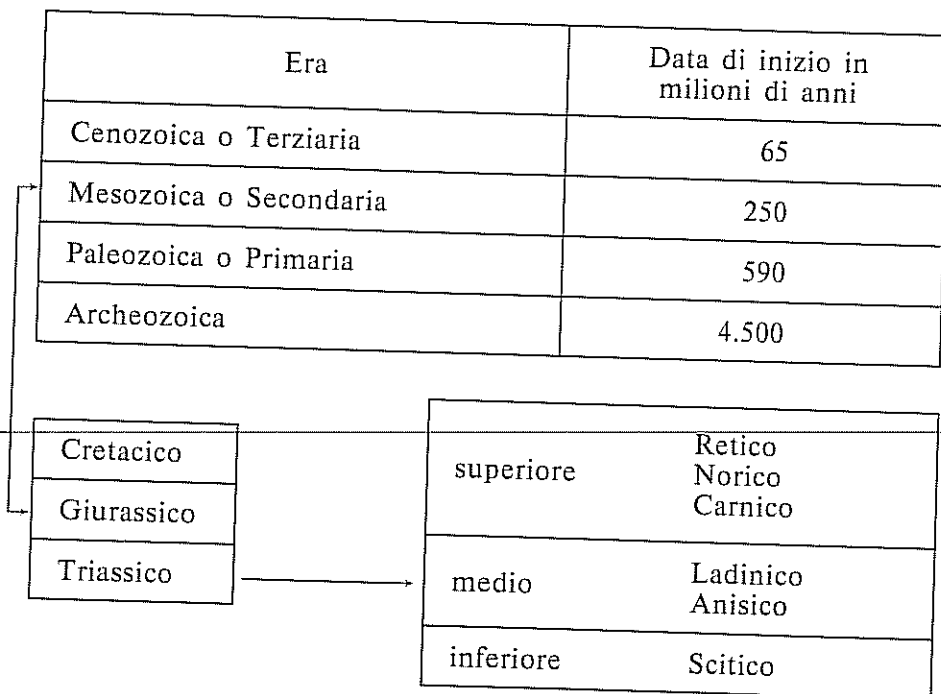
Il Triassico è un periodo, per l'esattezza il periodo con cui si apre l'era Mesozoica o Secondaria, nota a molti come era dei rettili perché questi animali furono, per gli oltre 180 milioni di anni della sua durata, le forme dominanti. L'Anisico ed il Ladinico sono due epoche che costituiscono la parte centrale del periodo Triassico. Questo ha avuto inizio 250 milioni di anni fa ed è durato la bellezza di 50 milioni di anni. Grazie alla presenza di straterelli di cenere vulcaniche negli scisti ittiolitici, si sono potuti applicare a queste rocce i metodi di datazione assoluta, basati sul principio del decadimento radioattivo degli isotopi contenuti in alcuni minerali. Si è così potuto accertare che gli scisti risalgono a circa 238 milioni di anni fa. Gli strati rocciosi sono come le pagine di un libro; sfogliandole, colui che saprà leggerle ha la possibilità di ricostruire la storia della Terra. Gli strati che compongono gli scisti ittiolitici affiorano in una zona molto limitata, segno che il bacino in cui furono depositati non aveva certo una grande estensione. Questi strati poggiano sopra banchi di dolomia di età anisica e sono a loro volta ricoperti da un'altra dolomia, questa volta di età ladinica. Nella serie dei terreni triassici gli scisti ittiolitici con i loro quindici metri di spessore non sono che un piccolo episodio, un episodio limitato ad una piccola area.

Eppure il piccolo episodio che ha permesso la formazione di queste rocce è stato estremamente importante perché ha fatto sì che venissero conservati quei resti di animali e di piante che altri tipi di roccia non conservano.

La storia delle Prealpi durante il periodo Triassico è tutta lì, nella serie di rocce sovrapposte, una serie di strati un tempo orizzontali, formatisi per accumulo di materiale su un fondo marino, ed oggi sollevati e piegati dalle forze geologiche che formarono, molti milioni di anni più tardi, la catena alpina.

Prima di passare ad analizzare in dettaglio quello che doveva essere l'aspetto dell'ambiente in cui si formarono gli scisti fossiliferi, cerchiamo di inquadrare la regione nella geografia del Triassico.

Com'era dunque la Terra 200 milioni di anni fa e com'era quella parte dell'Italia e della Svizzera che corrisponde oggi alla regione in cui affiorano gli scisti ittiolitici, e l'Italia e la Svizzera esistevano già in quei tempi antichissimi?



Molte cose nel periodo Triassico erano diverse; non solo gli animali e le piante non erano quelli che oggi popolano la Terra, ma il clima era differente e persino i mari e le terre emerse non avevano la disposizione che oggi conosciamo. Nel Triassico un immenso oceano circondava i continenti raggruppati in un'unica massa; su questi continenti a volte si estendevano mari poco profondi che hanno lasciato testimonianze della loro esistenza sotto forma di fossili marini di ogni tipo. Il Nord America era unito alla Groenlandia, all'Europa, all'Asia ed all'Africa, a quest'ultimo continente erano connessi il Sud America, l'Antartide, L'Australia e l'India. Questo esteso continente formava nella sua parte orientale un ampio golfo, un oceano che i geologi chiamano Tetide, che si estendeva

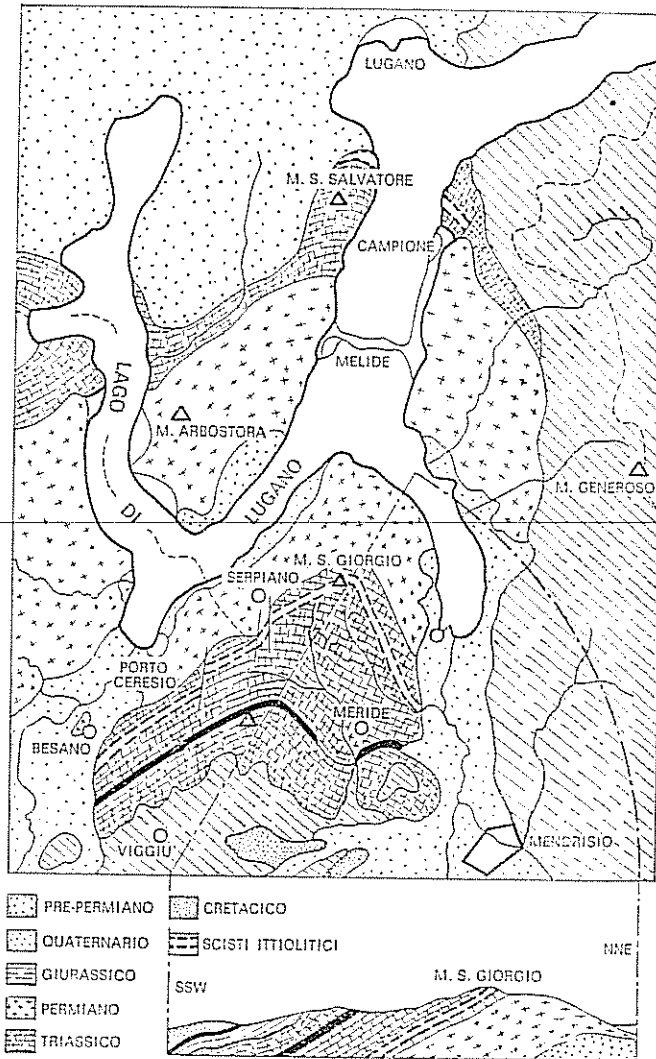
Riviera
e Salza

0,78

dall'Europa alla Cina. Sul margine settentrionale della Tetide vi era Besano, o meglio, quella regione che diventerà la regione di Besano. Le Alpi, la penisola italiana e buona parte della Svizzera non esistevano ed al loro posto si estedeva il mare.

Si è detto che il bacino di Besano in cui si depositarono gli scisti ittiolitici era un bacino ristretto. Queste rocce affiorano infatti su un'area piuttosto limitata che va da Pogliana, da Besano e da Monte San Giorgio a sud, fino a Ciona, sotto il Monte di San Salvatore, e a Campione d'Italia a nord, un'area lunga appena 9 km e mezzo e larga 8 che copriva la zona oggi corrispondente alla parte terminale della Val Ceresio ed alla metà meridionale del Lago di Lugano. Anche tenendo conto delle vicende geologiche subite da queste rocce, si calcola che l'intero bacino di Besano-Monte San Giorgio non si estendesse per più di 25 chilometri in senso Nord-Sud.

Gli studi geologici eseguiti nel 1971 da Helmut Zorn non hanno solo messo in evidenza l'estensione del bacino ma hanno permesso anche di dare un'idea del come questo bacino si formò ad un certo punto del periodo



Carta geologica della regione di Besano, di Monte San Giorgio e del Lago di Lugano e (in basso) sezione nord-est-sud attraverso il Monte San Giorgio. Le diverse simbologie corrispondono ai terreni di varia età affioranti nella zona. Gli scisti ittiolitici sono segnalati con una striscia bianca compresa fra due linee tratteggiate (da Pinna, 1978).

Triassico. Le dolomie chiare che giacciono sotto gli scisti ittiolitici indicano che prima della formazione del bacino di Besano sulla regione si estendeva un mare abbastanza uniforme e poco profondo, un mare che indicava comunque le vicinanze di terre emerse. Vi sono testimonianze geologiche che dimostrano come verso la fine dell'Anisico in questo mare crebbe una scogliera, una scogliera sommersa, al riparo della quale si formò verso sud il bacino di Besano.

Seguendo verso nord gli scisti bituminosi si è infatti osservato che questi si trasformano, proprio a nord di Ciona e di Campione d'Italia, in strati di dolomia ed aumentano di spessore formando quella roccia che i geologi chiamano dolomia di Monte San Salvatore. Questa dolomia è quanto resta di una delle scogliere che limitavano a nord il bacino di Besano. La ricostruzione paleogeografica della regione di Besano è ancora lontana dall'essere terminata e, forse, non sapremo mai esattamente come si presentava in realtà questa limitata porzione d'Europa. Il lavoro di ricostruzione paleogeografica non è infatti per nulla facile poiché per la sua effettuazione ci si deve basare solo sui pochi elementi, quelle rocce e quegli organismi che non sono stati cancellati dagli eventi geologici avvenuti dall'epoca che si vuole ricostruire ad oggi. Così, per esempio, i geologi ed i paleontologi sanno ben poco delle terre emerse che con tutta probabilità non erano lontane dal bacino di Besano, terre emerse oggi cancellate dai fenomeni erosivi o coperte da metri e metri di sedimenti più recenti, e quindi, quasi impossibili da osservare. Le tracce geologiche di queste terre emerse non esistono quasi più e non si è dunque in grado di conoscere quale estensione esse avessero, dove fossero collocate e da quali rocce fossero formate.

Tuttavia proprio poco tempo fa sono stati fatti alcuni passi avanti nella ricostruzione paleogeografica della regione di Besano: il prof. Hans Rieber dell'Università di Zurigo ha sostenuto che tracce di alcune di queste terre emerse sono state da lui trovate a nord-est di Lugano. Si tratta di dati che confermano quanto già si supponeva, e cioè che le terre emerse esistevano certamente e non erano molto lontane dal mare di Besano. L'esistenza di queste terre era stata supposta fin dall'inizio delle ricerche negli scisti ittiolitici proprio sulla base del loro contenuto faunistico. Negli scisti sono infatti presenti, accanto ad organismi prettamente marini, anche animali che possedevano probabilmente una vita anfibia, e dovevano perciò fare base anche su qualche terra, ed organismi francamente terrestri come i resti, assai abbondanti, di conifere e di alcuni rettili del gruppo dei tecodonti e degli squamati, nonché un unico esemplare di scorpione. Questi ultimi furono certamente trasportati dopo la morte da una qualche terra emersa nel bacino di Besano. A questo si aggiunga che in alcuni livelli degli scisti sono state riscontrate tracce di ceneri vulcaniche che indicano un'attività eruttiva presente sulle terre emerse: uno o più vulcani dovevano quindi far mostra di sé nella regione.

Il bacino di Besano era dunque un avvallamento del fondo marino che non superava i 100 m di profondità. A nord era chiuso da una scogliera, davanti alla quale vi era una stretta laguna di 20 o 30 m di profondità. A nord di questa scogliera inizia il mare europeo, un mare poco profondo, da cui dovevano emergere le terre ad una distanza da Besano ancora oggi non ben precisata. Il limite sud del bacino non è conosciuto poiché le rocce che potrebbero fornire i dati per la ricostruzione si immergono sotto la pianura coperte da migliaia di metri di sedimenti. A sud il bacino di Besano doveva essere sul limite di quell'immenso mare profondo che era la Tetide.

Riviera
e Salza

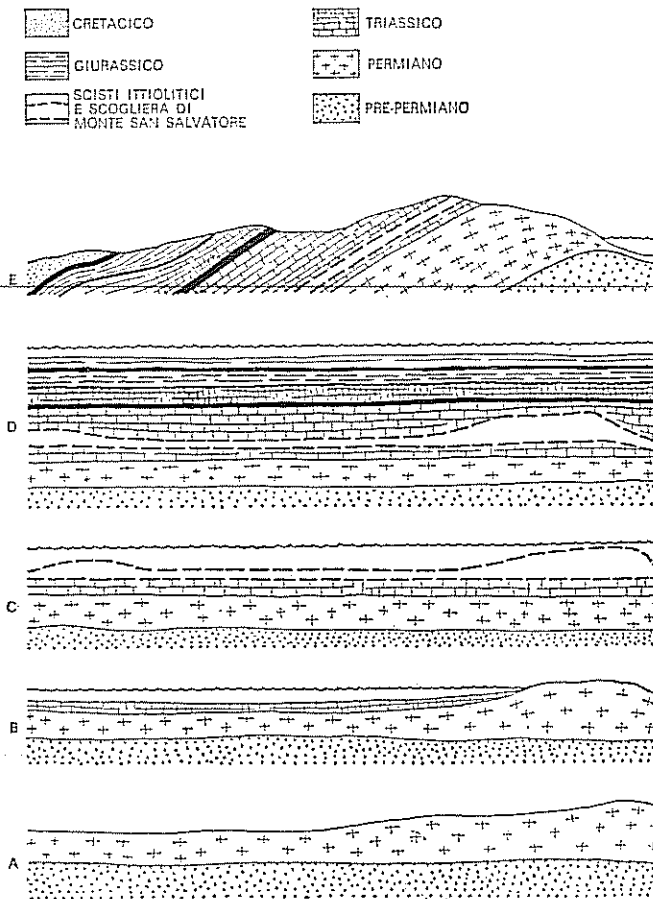
9,78

Quello di Besano non doveva essere un bacino uniforme; probabilmente era invece composto da diversi specchi d'acqua distanti fra loro non più di un km, con profondità variabili da 30 a 100 metri. Questi specchi d'acqua erano in comunicazione a nord con il mare attraverso la parte superiore della scogliera che, essendo sommersa, permetteva il passaggio dal mare aperto di molti animali marini, dei pesci, dei rettili buoni nuotatori e dei molluschi di vario tipo, di cui si ha traccia negli scisti.

Il prof. Kuhn-Schnyder immagina che tutto il complesso dovesse avere l'aspetto geografico del Mare Egeo, una miriade di isole e isolotti emergenti dalle acque. A Besano però queste terre erano circondate da lagune e da scogliere e su tutto dominava un clima tropicale.

Il bacino era dunque abitabile, ma abitabile solo parzialmente. Solo gli strati d'acqua superficiali avevano infatti condizioni tali da permettere lo sviluppo della vita. Il fondo era invece morto, privo di vita, poiché quello di Besano è un classico esempio di quello che i geologi chiamano bacino eusinico.

L'ambiente eusinico si forma in bacini chiusi nei quali, mentre vi è una libera circolazione d'acqua verso la superficie con sviluppo normale della vita, si instaura invece verso il fondo una stagnazione dell'acqua dovuta alla mancanza di correnti e di contatti con il mare aperto, un po' come avviene sul fondo dei fiordi norvegesi e del Mar Nero. Mancando una normale ossigenazione, e con l'accumulo di materia organica in decom-



Evoluzione del bacino sedimentario di Besano-Monte San Giorgio dal Permiano ai giorni nostri:

A - Nel Permiano il basamento prepaleozoico (punteggiato) viene coperto da colate laviche costituite da porfido

B - All'inizio del Triassico inizia la deposizione sottomarina di rocce sedimentarie

C - nell'Anisico e nel Ladinico si forma il bacino di Besano con la deposizione degli scisti ittolitici e la formazione di scogliere

D - segue poi la deposizione sottomarina di altro materiale sedimentario per tutto il Triassico, Giurassico e Cretaceo

E - il sollevamento dovuto all'orogenesi alpina e la susseguente erosione portano le rocce nella posizione che oggi conosciamo (da Pinna, 1978).

posizione, verso il fondo di questi bacini si sviluppa una forte quantità di idrogeno solforato che, unitamente alla mancanza di ossigeno, fa sì che questi strati d'acqua diventino inabitabili.

Più o meno questo è quanto è avvenuto anche a Besano; ciò è dimostrato assai bene, oltre che dalla presenza di pirite, un minerale che si forma sempre in questo tipo di ambiente, anche dalla mancanza di animali bentonici, quelli che vivono cioè sul fondo del mare o infossati nei sedimenti, come per esempio gli echinodermi o i molluschi endobionti.

In questo ambiente azoico si depositarono gli scisti ittiolitici in strati di spessore variabile da 1/10 di mm ad un massimo di 10 cm, strati bituminosi perché ricchi del materiale organico che si accumulava sul fondo, dove si conservava per l'assoluta mancanza di agenti distruttori e per la totale immobilità dell'acqua.

Come si è visto però, la serie degli scisti ittiolitici non è continua, non è cioè composta da una uniforme sovrapposizione di strati bituminosi ma piuttosto da un'alternanza di questi strati con livelli dolomitici più chiari, meno ricchi di bitume. È segno questo che durante la sua storia il bacino fu interessato da variazioni cicliche: vi erano fasi in cui la sedimentazione era assai lenta ed il materiale molto scarso, che portavano alla formazione dei sottili livelli bituminosi (quelli che i cavatori della vecchia miniera chiamavano «strati di minerale»); a queste si alternavano fasi a sedimentazione rapida, con materiale abbondante, corrispondenti ai livelli dolomitici.

Non pare che tale alternanza corrispondesse a variazioni delle condizioni ambientali. Si ritiene invece che le fasi di deposizione della dolomia fossero dovute ad immissione nella parte superficiale del bacino di acque più ricche di materiale calcareo e che variazioni di temperatura favorissero una più rapida ed abbondante condensazione delle sostanze minerali in esse contenute. Il fondo del mare di Besano non subì mai alcuna variazione durante tutto il tempo in cui si depositarono gli scisti ittiolitici, scisti che si formavano con una velocità variabile da 1/4 di milione ad un milione di anni per ogni metro di spessore. Sul fondo del bacino di Besano non vi era dunque vita: questa prosperava però verso la superficie e ne fa fede non solo il ritrovamento di animali francamente marini ma anche la presenza entro gli strati bituminosi di molti coproliti, escrementi fossili che non sopportano un lungo trasporto e che si depositano sul fondo dopo una caduta verticale. Questo stato di cose, vita abbondante in superficie, assenza di vita sul fondo e tranquillità delle acque, ha reso gli scisti di Besano una delle più vaste ed interessanti miniere di fossili d'Europa. Vi erano cioè in quella antica e tranquilla laguna tutte le condizioni favorevoli ad una eccezionale fossilizzazione degli organismi.

La fossilizzazione

La fossilizzazione è un insieme di processi chimico-fisici che, trasformando chimicamente le spoglie degli organismi, ne permettono la conservazione nel tempo. Esistono vari processi di fossilizzazione che portano, naturalmente, a risultati differenti: così per esempio, esistono fossili mineralizzati, derivati da una sostituzione, ora grossolana ora assai minuta, della materia organica da parte delle sostanze inorganiche contenute nei sedimenti, o fossili carbonificati, come sono la maggior parte delle piante fossili che vengono trasformate in sostanze carboniose dall'azione prolungata di particolari batteri.

Riviera
& Sala

9,78

Il processo di fossilizzazione per mineralizzazione è certamente il più diffuso. Si tratta in linea generale di una impregnazione del resto organico sepolto nei sedimenti da parte dei sali minerali presenti nelle acque circolanti nei sedimenti stessi. Questa impregnazione porta alla trasformazione della materia organica costituente la spoglia dell'animale in materia inorganica la cui natura mineralogica dipende necessariamente dal tipo di sali minerali presenti nelle acque. Esistono così fossili silicizzati, fossili calcarei, fossili trasformati in pirite, in fosfato di calcio, in carbonato di zinco, in ossido di ferro e, persino, in argento.

Tuttavia non tutti gli organismi si conservano allo stato fossile e quello che il paleontologo rinviene nella roccia non è perciò altro che una piccola frazione dell'antica fauna o dell'antica flora.

Prima che i processi di fossilizzazione abbiano inizio, la spoglia dell'organismo è infatti soggetta a molte traversie. Quando un organismo muore il suo corpo viene subito aggredito da diversi agenti distruttori, agenti biologici come l'attacco dei batteri o dei predatori, agenti meccanici come l'azione distruttrice del vento, delle correnti, del moto ondoso, e così via. Questi agenti distruttori tendono a far scomparire la spoglia dell'organismo, così che più tempo questa spoglia è sottoposta alla loro azione, meno possibilità ha di venire conservata fino all'inizio del processo di trasformazione chimica. L'organismo tuttavia, una volta morto, si deposita e viene ricoperto dai sedimenti che operano nei suoi confronti un'azione protettiva. Ne deriva che più in fretta l'organismo viene ricoperto dai sedimenti, più possibilità ha di conservarsi allo stato fossile. A causa di tutti questi fattori, degli animali e delle piante si conservano solitamente le parti più dure, le ossa, i denti, gli scheletri esterni dei crostacei, i gusci dei molluschi, le impalcature calcaree dei celenterati, ecc. Solo raramente, ed in condizioni particolari, si possono conservare strutture più delicate, come le parti molli, i tentacoli dei cefalopodi, le ali degli insetti, la pelle dei vertebrati e così via.

Questo avviene però solo in rari giacimenti, in quelli nei quali, al tempo della loro formazione, esistevano condizioni che escludevano la presenza di agenti distruttori.

Quello di Besano è uno di questi rari e particolari giacimenti e la grande abbondanza di fossili che esso contiene è dovuta alle condizioni particolarmente favorevoli alla fossilizzazione che esistevano in quel luogo: essendo un bacino chiuso di tipo eusinico non vi erano forti correnti ed il moto ondoso non si faceva sentire sul fondo; qui inoltre per la mancanza di ossigeno e per la presenza di idrogeno solforato non era possibile la vita, mancavano perciò i grandi agenti distruttori biologici: i batteri ed i predatori.

Gli animali che vivevano negli strati d'acqua più superficiali cadevano dunque, dopo la morte, sul fondo del mare di Besano, ove si conservavano perfettamente nonostante che la velocità di ricoprimento fosse di solito assai bassa per la scarsità della sedimentazione.

Non ci si deve quindi meravigliare se negli scisti ittiolitici si rinvengono moltissimi resti fossili; piante delicate, scheletri di vertebrati con tutte le ossa in connessione anatomica, pesci perfettamente conservati. Molti di questi fossili, soprattutto i pesci, portano tracce di piritizzazione poiché questo è un minerale che, come si è già detto, si forma con grande facilità in ambienti ove è presente molta materia organica e si sviluppa una grande quantità di idrogeno solforato.

Tutti i fossili di Besano hanno subito, chi più chi meno, un trasporto do-

dalle abitudini acquatiche nuotavano presso la superficie, le ammoniti si muovevano a mezz'acqua. Tutti questi organismi furono dopo la morte soggetti ad un trasporto verticale, si adagiarono su un fondo marino che non potevano abitare.

Le piante terrestri e i pochi resti di vertebrati continentali furono trasportati nel bacino dai corsi d'acqua che solcavano le terre circostanti, mentre altri animali marini, come alcuni molluschi, pochi crostacei ed un riccio di mare, il solo rinvenuto fino ad ora, erano probabilmente scivolati sul fondo mortale lungo il pendio formato dalla scogliera. Come avviene spesso nei giacimenti fossiliferi, tutti questi animali e queste piante che originariamente abitavano ambienti molto diversi si trovano ora riuniti in un unico accumulo. La loro struttura è l'unico elemento a disposizione del paleontologo per ricostruire l'aspetto geografico ed ecologico delle zone circostanti il mare di Besano.

I rettili

I fossili più appariscenti e più inusuali, i fossili più famosi del giacimento di Besano e di Monte San Giorgio sono senza dubbio i rettili. Dagli strati affioranti in queste due ormai celebri località è venuta alla luce nel corso delle ricerche tutta una serie di scheletri che è certamente una delle più complete testimonianze della vita dei vertebrati triassici europei.

Dagli scisti bituminosi e dagli strati ladinici sovrastanti di Besano e di Monte San Giorgio i paleontologi italiani e svizzeri hanno tratto in 130 anni di ricerche numerosi scheletri che vengono oggi attribuiti, dopo studi durati per anni, a 19 animali differenti, 19 rettili dalle abitudini e dalle dimensioni molto varie.

L'importanza di questi reperti nel campo della paleontologia, e soprattutto nello studio dell'evoluzione, è veramente notevole: basti ricordare che gli strati di Besano appartengono all'inizio di quell'era che, proprio per la diffusione dei rettili, verrà chiamata «era dei rettili». Fra questi 19 antichi abitatori dei mari e delle terre d'Europa vi sono così per esempio alcuni lepidosauri primitivi, gli antichi predecessori delle lucertole moderne, un arcosauo, antenato dei dinosauri, primitivi ittiosauri ed i piccoli antenati dei grandi plesiosauri del Giurassico e del Cretacico.

I rettili, come è noto, sono un gruppo di vertebrati che nel passato geologico fu molto più diffuso di quanto non lo sia ai giorni nostri: nell'era Mesozoica erano presenti quattro sottoclassi, quattro grandi gruppi dei quali alcuni sopravvivono ancor oggi, altri sono invece scomparsi completamente.

La fauna a rettili di Besano comprende almeno 19 diversi generi, tutti appartenenti alla sottoclasse diapsidi, alla quale appartengono rettili tuttora viventi come le lucertole e i coccodrilli. Tutti gli ordini cui appartenevano i rettili di Besano si sono però estinti nel corso dell'Era Mesozoica.

Questi antichi abitatori della regione di Besano non sono tutti conosciuti in modo perfetto: di alcuni sono stati rinvenuti molti individui che hanno permesso una ricostruzione dettagliata dello scheletro, di altri si conosce un solo esemplare, magari fratturato, scomposto e non ricostruibile, di altri ancora sono venuti alla luce solo frammenti. Alcuni dei rettili di Besano hanno avuto una storia scientifica avventurosa, altri non hanno praticamente storia, tutti comunque hanno dato un valido apporto alle conoscenze paleontologiche di questa età.