

# La miniera dei fossili di Besano

Luana Aimar, Antonio Premazzi

Speleo Club CAI Erba, via Riazolo 26 - Erba, (CO)

## Riassunto

*In questa nota viene pubblicato il rilievo della Miniera degli Scisti Bituminosi di Besano, sul Monte Orsa, in provincia di Varese. Questa miniera vanta una storia di sfruttamento durata quasi due secoli e mezzo: gli scisti bituminosi venivano utilizzati prima come combustibile per illuminare e riscaldare poi, in ambito farmaceutico, per produrre una pomata medicamentosa, il Saurolo. Durante tutti questi decenni di scavo, la Miniera degli Scisti Bituminosi ha anche restituito centinaia di fossili che raccontano di un mare scomparso da 235 milioni di anni e testimoniano di una fauna estinta ancora oggi senza eguali nel mondo.*

**PAROLE CHIAVE:** Besano, miniera, scisti bituminosi, Saurolo, fossili triassici.

## Abstract

### THE MINE OF THE FOSSILS AT BESANO.

*Besano is a small town in the Varese province (northern Italy), near the boundary with Switzerland. It is located in a hilly setting, geologically consisting of stratified rocks known as Grenzbitumenzone: that is, alternation of thinly-bedded, dark, bituminous schists and more thick, light, dolomite. Dark color of the bituminous schists derives from abundance of unoxidized organic matter, that confers to the rock the property of producing an inflammable gas. Since the XVIII century, local inhabitants carried out mining activity of the schists in order to provide heating and illumination to their houses. At the nearby Mount Orsa, therefore, a mine was digged in the locality Vallone, and exploited for several decades by the locals.*

*At the half of XVIII century, after that the French scientist Selligie came out with a complex system to extract gas from bituminous schists, the request of this rock greatly increased. At Besano, several people tried to exploit the mine, starting in 1774 with Valsecchi, a manager from Lecco, but the activity did not result particularly encouraging economically.*

*At the turn of XX century, in Austrian Tirol a chemical procedure to obtain from bituminous schists the ichthyol, a black liniment, soon object of interest by the pharmaceutical industry, was created. In Italy, the analogous product was named Saurolo, to distinguish it from the Austrian original.*

*The request of bituminous schists again increased, and in 1902 Engineer Ratti took over the mine. At the same time, new mines were opened in the nearby Switzerland, until all the mines of bituminous schists in the area were put together, under the property of a unique firm. Mining activities definitively stopped in the '50s, and since then the Besano mine was abandoned. In the last decades, several instability problems were registered in the mine, so that many sectors are not accessible: today the Vallone Mine may be visited for 500 meters, but originally it had to have a much longer development.*

*The main system consists of two parallel galleries, linked one to the other at several sites, and with two separate entrances. The mine develops fully sub-horizontally, with a total difference of elevation between the two entrances of 30 mt. The main gallery, 60-m long, was digged normally to the bedding. Air circulation was guaranteed by several ventilation conduits that reached the slope above the mine.*

*Mining activity also resulted in a high number of remarkable fossil remains, dating back to Middle Trias, some 235 millions of years ago. They were deposited in the Ceresio region, a closed basin characterized by stratified waters, with no oxygen at the bottom, and, therefore, showing the ideal conditions to allow fossilization.*

**KEY WORDS:** Besano, mine, bituminous shale, Saurolo, Triassic fossils.

## PREMESSA

Besano è un piccolo paese in provincia di Varese, non molto distante dalle rive del lago di Lugano e dal confine con la Svizzera. È circondato da colline non più alte di mille metri, ricoperte di boschi e vegetazione in cui

non mancano endemismi locali. Ai fini della nostra storia è importante ricordare verso oriente il Monte Orsa e il Monte Pravello (fig. 1) che da più di un secolo rendono Besano famosa per il suo patrimonio - ancora oggi unico al mondo - di fossili.

Sebbene attualmente i fossili forniscano un contribu-



Fig. 1 - Panoramica del Monte Orsa (foto L. Aimar).  
Fig. 1 - General view of Orsa Mount (photo L. Aimar).

to non trascurabile all'economia locale, richiamando studiosi o semplicemente curiosi da varie parti d'Italia e d'Europa e contribuiscano ad alimentare il turismo, certo ad inizio Novecento e negli anni intorno alle due Guerre Mondiali le principali attività del paese erano il contrabbando delle merci oltre confine e l'estrazione mineraria.

Entrambe le attività hanno lasciato tracce visibili sul territorio di Besano. Il contrabbando è testimoniato dalla fittissima rete di mulattiere e sentieri che percorrono in lungo e in largo i boschi della zona, anche se oggi molti di questi camminamenti si sono rimboschiti fino a scomparire del tutto. Invece l'attività mineraria ha lasciato centinaia di metri di gallerie artificiali ormai abbandonate che si addentrano nella montagna. Alle quote più basse, al confine con il Comune di Porto Ceresio, si trovano le miniere di barite-fluorite che attualmente sono in buona parte allagate e crollate. Risalendo lungo il pendio c'è poi la miniera di galena argentifera, una galleria troncata che è poco di più di un saggio esplorativo dal momento che lo sfruttamento di questo prezioso minerale a Besano non prese mai veramente piede.

In questa sede, tuttavia, si concentra l'attenzione sulla Miniera degli Scisti Bituminosi ubicata sul versante occidentale del Monte Orsa, nella località indicata dai locali come "Il Vallone". Per capire l'importanza delle rocce che vi venivano estratte è necessario guardare l'interno delle colline di cui abbiamo parlato e descrivere la geologia del luogo.

#### NEL CUORE DEL MONTE ORSA

Le rocce più antiche che affiorano alla base del Monte Orsa sono dei porfidi di origine magmatica che testimoniano un'importante attività vulcanica avvenuta sul finire dell'Era Paleozoica, circa 270 milioni di anni fa. A partire da questo momento il mare inizia una lenta inesorabile avanzata, testimoniata da un netto cambiamento delle rocce nella serie stratigrafica. Inizialmente il mare era poco profondo e consentiva principalmente la deposizione di sabbia e ciottoli che originarono

l'arenaria nota con il nome di Formazione di Bellano. Con l'aumentare delle profondità, l'ambiente si modificò verso quello tipico di piattaforma carbonatica, evidenziato oggi dalla Dolomia del San Salvatore. Su quest'ultima poggia la Formazione di Besano, un pacchetto di strati dello spessore massimo di 16 metri, originatosi quando il mare si approfondì ulteriormente. La Formazione di Besano, o *Grenzbitumenzone* (che significa Zona Limite Bituminosa), è costituita da oltre 200 strati con una caratteristica alternanza di strati spessi di colore chiaro e straterelli sottili di colore molto scuro (fig. 2). I primi sono costituiti da dolomia derivata da un originario fango calcareo (contenente meno del 10% di materia organica) e possono raggiungere uno spessore di 20-30 centimetri. I secondi invece presentano una finissima laminazione e sono estremamente ricchi di materia organica: idrocarburi provenienti dalla decomposizione di antichi organismi animali e vegetali, che conferiscono a queste rocce il tipico colore scuro (RIEBER, 1999). Proprio per questo motivo tendono a bruciare facilmente (fig. 3), sprigionando un gas a sua volta infiammabile; proprio tale caratteristica determinerà fortemente la storia dell'utilizzo di queste rocce. L'alternanza di stratificazioni diverse è senza dubbio riconducibile a variazioni cicliche dell'antico clima di Besano. Periodicamente dovevano verificarsi dei cataclismi naturali, come tempeste e uragani, che immettevano nel bacino marino una gran quantità di sedimenti e fanghi calcarei, che hanno portato alla formazione degli strati chiari e spessi di dolomia. Normalmente, invece, la sedimentazione era tranquilla con un ridotto apporto di sedimenti spesso costituito dai resti organici della vita che popolava le acque più superficiali; durante queste fasi di sedimentazione si sono originati gli strati di roccia sottile e scura. Quindi, anche se a prima vista si direbbe il contrario, la dolomia si è originata in un arco di tempo relativamente breve, mentre gli strati scuri corrispondono a dei periodi di tempo estremamente lunghi.

Nella *Grenzbitumenzone* sono, inoltre, presenti due li-



Fig. 2 - Strato di scisto bituminoso intercalato tra strati di dolomia (foto L. Aimar).  
Fig. 2 - Bituminous shale interlayered between dolomite's strata (photo L. Aimar).



Fig. 3 - Gli scisti bituminosi bruciano facilmente (foto A. Ferrario).  
Fig. 3 - Bituminous shales burn very easily (photo A. Ferrario).

velli di colore giallastro e di origine vulcanica: le cineriti. Queste si sono rivelate molto importanti perché contengono degli isotopi radioattivi dalla cui analisi, con i metodi di datazione radiometrica, si è potuto stabilire la loro età assoluta. Sulla base delle datazioni di questi livelli vulcanici, si è stabilito che la *Grenzbütmenzone* ha un'età di circa  $235 \pm 5$  milioni di anni risalendo, quindi, al Triassico medio ed in particolare a cavallo tra il piano Anisico e Ladinico (ARDUINI & TERUZZI, 1988; RIEBER 1999).

### RACCONTI D'ALTRI TEMPI...

La storia della Miniera degli Scisti è una cronaca in cui si intrecciano tanti altri fattori. In primo luogo l'evoluzione dei metodi di sfruttamento degli scisti bituminosi, ma anche le vicende storico-politiche, le necessità della vicina città di Milano e, addirittura le mode dell'epoca. Gli scisti bituminosi tendono a bruciare con facilità e tale caratteristica era probabilmente nota sin da tempi lontani agli abitanti del luogo e delle valli contigue che estraevano queste rocce particolari per un uso domestico, ai fini di illuminazione e riscaldamento familiare. Il primo embrione della Miniera dunque, è proprio da ricondursi ai locali, in un arco di tempo non meglio precisato nel corso della prima metà del Settecento.

Gli scisti bituminosi però erano noti anche agli Imperatori d'Austria (rocce analoghe affiorano anche nella regione di Seefel nel Tirolo austriaco) i quali compresero l'importanza della risorsa e incentivarono le ricerche al fine di utilizzarla come fonte di energia per le fornaci ed altre attività.

Il risultato più eclatante fu raggiunto verso la metà del Settecento dal noto scienziato francese Selligie, che mise a punto un elaborato sistema per l'estrazione di gas combustibile dagli scisti bituminosi (PINNA & TERUZZI, 1991). La scoperta fu bene accolta soprattutto dalla città di Milano dove scarseggiavano i combustibili per le fornaci e dove la sera l'illuminazione delle strade era ancora affidata alle insegne di botteghe e osterie. Tuttavia qualsiasi progetto venne ben presto abbandonato poiché era opinione comune che i giacimenti di

scisti bituminosi in Italia non fossero sufficientemente estesi e ricchi da garantire nel tempo l'economicità dell'impresa (MACCHIONE, 2007).

Nel concreto, dunque, fu necessario aspettare l'iniziativa di un intraprendente lecchese, tale Valsecchi, che nel 1774 riprese in mano la Miniera degli Scisti già utilizzata dai locali e diede l'avvio ad una attività industriale che, pur non raggiungendo mai vistosi introiti, si protrasse fino al 1790. Le principali richieste venivano naturalmente dalla città di Milano dove un decreto dell'Imperatore austriaco Giuseppe II aveva improvvisamente fatto impennare la richiesta di oli combustibili. Infatti, l'Imperatore aveva stabilito che i proventi del gioco del lotto e delle imposte sui fabbricati pagate dai cittadini milanesi all'Amministrazione, sarebbero stati investiti per creare un impianto di illuminazione con lampade a olio. L'iniziativa ebbe uno straordinario successo ed in breve tempo le lampade ad olio divennero migliaia ed il loro uso si protrasse fino alla metà dell'Ottocento. Con le somme stanziante venne anche creata una squadra di lampedèe che, scala in spalla, giravano per le vie di Milano accendendo e spegnendo i lampioni e preoccupandosi anche di rifornirli di olio e di mantenerli puliti (D'AGOSTINO & PEZZOLI, 2005).

Negli anni successivi la chiusura dell'attività di Valsecchi e per i primi decenni dell'Ottocento, si succedettero numerosi tentativi di sfruttamento della Miniera degli Scisti, per lo più ad opera di "coraggiosi imprenditori", ma si rivelarono tutti di breve durata e vennero ben presto abbandonati. Tra questi vale la pena di ricordare l'ingegnere parigino Guillard che intorno al 1840 si assicurò la concessione della Miniera e nel volgere di pochi anni ottenne dall'Amministrazione Comunale di Milano l'appalto per realizzare un impianto di illuminazione pubblica a gas. Guillard fece costruire uno stabilimento di produzione a San Celso, appena fuori Porta Lodovica, e realizzò una rete di distribuzione del gas che comprendeva ben 15 chilometri di tubazioni interrato! Il gas veniva prodotto nei forni all'interno delle officine, bruciando gli scisti bituminosi che venivano estratti dalla miniera di Besano. Tuttavia con il procedere dei lavori e l'estendersi delle tubazioni a gas, la richiesta di combustibile aumentò, i forni arrivarono ad essere ben 48 e la Miniera degli Scisti divenne assolutamente insufficiente a sostenere le esigenze della futura metropoli. Nelle officine si cominciò ad usare carbon fossile di importazione e Guillard abbandonò lo sfruttamento della miniera perché ormai non più conveniente (D'AGOSTINO & PEZZOLI, 2005).

Effettivamente la conclusione generale cui si perveniva era che l'estensione degli scisti bituminosi, pur considerando oltre a Besano i limitrofi Comuni di Porto Ceresio e Viggiù, non era sufficiente a giustificare gli enormi capitali necessari per avviare un'attività mineraria. Per decenni nessuno pensò di guardare oltre il confine svizzero, dove continuano gli scisti bituminosi che comprendono l'intera area del Monte San Giorgio, e questo rappresentò un limite fondamentale. Ad aggravare ulteriormente la situazione si diffuse anche la notizia che negli Stati Uniti d'America si erano resi disponibili enormi depositi naturali di oli bituminosi.

Non tutti comunque erano d'accordo con le opinioni

dell'epoca. Nel 1864, l'ingegner Axerio redasse una relazione ufficiale in cui valutava con precisione la reale estensione dei giacimenti di scisti bituminosi e constatava l'assenza di sfruttamento industriale della Miniera di Besano. Tuttavia concludeva con una acuta considerazione: l'industria mineraria italiana non doveva mirare al guadagno immediato, ma riflettere sul valore che gli oli bituminosi locali avrebbero raggiunto sul mercato in caso di guerra, venendo meno le possibilità d'importazione. Questo ragionamento scaturiva sia dall'osservazione dei blocchi economici di cui l'Europa aveva sempre sofferto in periodo bellico, sia dall'aggravarsi della Guerra di Secessione Americana che stava mettendo in ginocchio tutti i nostri industriali del cotone ormai impossibilitati a rifornirsi di materia prima (MACCHIONE, 2007).

All'inizio del Novecento nel Tirolo austriaco venne messo a punto un procedimento chimico per produrre dagli scisti bituminosi una pomata nera puzzolentissima, che cominciò ad essere molto richiesta dall'industria farmaceutica dell'epoca: l'ittiolo. Sulla scia del successo di questa nuova scoperta, anche l'industria italiana si mosse in tal senso (PINNA & TERUZZI, 1991). Infatti nel 1902 Giuseppe Ratti, titolare dello stabilimento "Ittiolo, oli e neri minerali-decoloranti" di Gadiasco presso Voghera, riprese il lavoro di sfruttamento della Miniera degli Scisti, aprendo contemporaneamente anche una cava a cielo aperto proprio sopra di essa, in modo da poter operare su una più ampia area. La pomata prodotta in Italia dagli scisti bituminosi, pur essendo del tutto simile all'ittiolo austriaco, venne battezzata *Saurolo* (cfr. Appendice 1). Contemporaneamente Ratti iniziò anche ad esercitare pressioni sul governo del Canton Ticino e le sue insistenze ebbero senza dubbio successo perché nel 1906 il Cantone affidò una ricerca mirata ad uno dei chimici più noti del tempo, il ricco nobile milanese Piero Neri Sizzo De Noris. L'anno successivo costui ricevette anche una concessione industriale ed aprì sul Monte San Giorgio in località Tre Fontane, vicino Serpiano, una nuova miniera per la produzione del Saurolo destinata a diventare ben più redditizia di quella di Besano, e anche ad essere sfruttata più a lungo nel tempo. Si può veramente dire che Ratti si rovinò con le sue stesse mani: stroncata dalla concorrenza della Miniera di Tre Fontane, la Miniera degli Scisti di Besano perse visibilità ed importanza e la Società Giuseppe Ratti & C. venne dichiarata fallita nel marzo del 1907.

Questo, comunque, non significò requie per la Miniera besanese. Infatti, l'anno successivo il dottor Restelli e il professor Repposi ripresero le attività con il permesso del Prefetto di Como estendendo le loro ricerche all'intero Comune di Besano. Tuttavia, ormai il monopolio degli scisti dell'area era totalmente in mano a Neri Sizzo che nel 1910 ritirò la concessione di scavo anche della Miniera di Besano. Così le due attività minerarie, quella sul versante italiano e quella in territorio svizzero, vennero fuse con la costituzione di una società unica, la Società Anonima Miniere Scisti Bituminosi di Meride e Besano. È a partire da questo momento che gli scisti bituminosi cominciarono ad essere sfruttati su scala industriale, in quantità

massiccia, portando anche un discreto benessere alla popolazione locale. Mentre sul versante italiano i lavori proseguirono principalmente nella Miniera di Besano, sul Monte San Giorgio vennero aperte diverse miniere, tanto che nel 1916 solo in territorio svizzero ne risultavano attive ben cinque (per uno sviluppo complessivo di oltre 900 metri di gallerie) che annualmente rendevano tra le 300 e le 400 tonnellate di scisti. Tutti questi materiali venivano quindi portati a Spinirolo, presso Meride, dove in una fabbrica gestita dallo stesso Neri Sizzo avveniva la lavorazione degli scisti e la produzione del Saurolo. L'edificio ormai abbandonato della fabbrica di Spinirolo è ancora oggi visibile dalla strada. Questi furono gli anni di massima fioritura dell'attività mineraria degli scisti bituminosi. Fuori dalla Miniera di Besano venne costruita una teleferica con funi d'acciaio, soprannominata "La Novella", per il trasporto dei materiali a valle. Oggi della Novella non resta quasi più nulla, alcuni pali arrugginiti all'ingresso della galleria ed una specie di valletta alla base del Monte Orsa. Lungo il suo percorso la teleferica sorvolava vari sentieri, tra cui la strada militare dove spesso camminavano ignari turisti. Per proteggerli era stata eretta una rustica tettoia sostenuta da quattro pali in legno proprio nel punto di passaggio della teleferica.

All'interno della Miniera gli scisti bituminosi venivano caricati su dei carrelli e subito portati all'esterno. Qui aspettavano due operai specializzati che rapidamente facevano una prima cernita. Recuperavano infatti tutti gli scisti e li caricavano su dei cestini metallici, mentre scartavano l'eventuale dolomia presente, facendola rotolare giù per il pendio, in quella che ben presto venne battezzata "La Discarica". Questa col passare del tempo andò assumendo proporzioni sempre più consistenti e giunse a toccare le rive del sottostante Rio Vallone, dove si trovano ancora oggi le Miniere di barite-fluorite.

Gli scisti bituminosi recuperati dagli operai, grazie alla Novella, giungevano in breve tempo a valle nella zona chiamata "Il Caminone", dove erano sottoposti a una seconda cernita e spediti a Meride, nella Fabbrica di Spinirolo. Qui, secondo un metodo brevettato dalla Società Anonima Miniere stessa, subivano un processo di distillazione a secco, quindi venivano trattati con acido solforico in modo da ottenere la raffinazione dell'unguento vero e proprio (D'AGOSTINO & PEZZOLI, 2005).

L'attività mineraria proseguì negli anni successivi, ma con le Guerre Mondiali andò lentamente riducendosi. Durante la Seconda Guerra Mondiale si interruppe completamente per riprendere con notevole slancio al termine del conflitto. Tuttavia, il Saurolo ormai non era più in grado di sostenere la competizione con i nuovi prodotti sintetici immessi sul mercato (in vendita ancora oggi nelle farmacie) e negli anni Cinquanta la Miniera degli Scisti di Besano venne definitivamente abbandonata.

### **Il segreto degli scisti bituminosi**

Nel corso dei decenni di scavo gli scisti bituminosi hanno svelato anche un altro importante segreto: essi contengono una notevolissima quantità di fossili che ancora oggi per età e caratteristiche sono considerati unici

## APPENDICE 1

**Il Saurolo: pomata di rettili estinti!**

Il Saurolo (*ammonium sulfosaurolicum*) è un prodotto pressochè indistinguibile dall'ittiole di produzione austriaca (fig. 1.1) ed è costituito da solfoittiolato di ammonio, utilizzato dall'industria farmaceutica. Il suo marchio è stato registrato presso lo stabilimento di Meride negli anni in cui Neri Sizzo ricopriva la carica di Amministratore delegato della Società Anonima Scisti Bituminosi di Meride e Besano ed il suo nome vuole indicare un'importante caratteristica degli scisti bituminosi con cui veniva prodotto: spesso al loro interno si scoprivano fossili di rettili (sauroi) estinti, anche di grandi dimensioni. Ciò che rimaneva degli scisti dopo il trattamento per la produzione del Saurolo era ulteriormente utilizzato per produrre la Sauroolina, un prodotto meno puro, usato in ambito veterinario. Il Saurolo era raccomandato come medicinale antisettico nella cura delle malattie della pelle (psoriasi, eczemi) ma era indicato anche come espettorante, per cure oftalmiche e come rimedio contro il catarro intestinale. Conobbe il periodo di massima richiesta negli anni in cui l'Italia si impegnò nelle campagne d'Africa, poiché il Saurolo era il prodotto ideale per combattere la maggior parte delle malattie della pelle contratte dai soldati. Tuttavia alla fine della Seconda Guerra Mondiale vennero immessi sul mercato dei prodotti di natura sintetica molto affini al Saurolo, e la richiesta di quest'ultimo crollò improvvisamente ponendo fine all'industria mineraria che nel frattempo era nata nell'area di Besano e del Monte San Giorgio.



Fig. 1.1 - Prodotti all'ittiole (foto L. Aimar).

Fig. 1.1 - *Icthyol products* (photo L. Aimar).

al mondo.

Com'è facilmente intuibile i primi fossili estratti dalla miniera non vennero riconosciuti come tali ed andarono senza dubbio distrutti, bruciati nei camini o triturati per produrre oli combustibili. Ben presto tuttavia i minatori si accorsero che naturalisti o semplici appassionati erano disposti a pagare per avere quelle strane "forme in rilievo" che a volte saltavano fuori dalla miniera; così cominciarono a conservarli allo scopo di rivenderli.

Ma le vere collezioni paleontologiche si crearono dopo il 1910, quando l'Università di Zurigo pensò di favorire la ricerca scientifica rimborsando alla fabbrica di Spinirolo le ore che gli operai passavano per il recupero dei fossili. La più bella raccolta proveniente dalla Miniera degli Scisti di Besano venne realizzata al Museo di Storia Naturale di Milano. Si trattava di centinaia di pesci, conchiglie, resti vegetali e rettili anche di dimensioni considerevoli.

Purtroppo, durante la Seconda Guerra Mondiale, nella notte tra il 13 e il 14 agosto del 1943, il cuore di Milano venne bombardato e numerose bombe incendiarie caddero sul Museo. Ne nacque un immenso rogo in cui la quasi totalità delle collezioni scientifiche andò perduta e degli scisti bituminosi, già di loro natura ben propensi a bruciare, non rimase nulla. Si salvarono soltanto pochi pezzi, che in quei giorni si trovavano a Zurigo per motivi di studio (PINNA & TERUZZI, 1991).

**DA UNA MINIERA...AL MARE!!!**

I fossili estratti dalla Miniera degli Scisti Bituminosi ci narrano che nel Triassico medio la zona di Besano era una specie di grande bacino sommerso, con un diametro intorno ai 10 chilometri, attorniato da aree semierose e bassi fondali marini (DAL SASSO & BRILLANTE, 2001). Al suo interno la stratificazione delle acque era molto netta: quelle più profonde stagnavano ed erano prive d'ossigeno e di vita; invece quelle più superficiali, ben ossigenate, ospitavano una notevole varietà di forme viventi, con una biodiversità che negli ambienti attuali si ritrova solo presso le barriere coralline.

Tra i vertebrati (BURGIN, 1991), i fossili più abbondanti sono naturalmente i pesci, sia cartilaginei (come gli squali) che ossei (la maggior parte di quelli attuali); ma ciò che attira maggiormente l'attenzione sono senza dubbio i rettili (cfr. Appendici 2-5).

I rettili che popolavano il mare di Besano potevano presentare un legame più o meno spinto con l'ambiente acquatico. I più adattati erano senza dubbio gli Ittiosauri che avevano trasformato le loro zampe in pinne ed assunto un aspetto esterno molto simile a quello di un delfino. Tra questi il *Besanosaurus* è ancora oggi unico al mondo, rappresentato da un esemplare fossile di una femmina lunga quasi sei metri e conservata in maniera eccezionale, inclusi i quattro piccoli non ancora partoriti (DAL SASSO, 1993; DAL SASSO & BRILLANTE 2001; TERUZZI, 2002). Accanto a lei abbondavano anche i più piccoli *Mixosauri* (cfr. Appendice 2). Gli Ittiosauri nuotavano in mare aperto, anche profondo, mentre sotto costa le acque pullulavano di rettili semiacquatici come

i Notosauri, i Placodonti e i Talattosauri.

I Notosauri, rappresentati soprattutto dai piccoli *Neusticosauri* (cfr. Appendice 3), pur non avendo modificato le loro zampe in pinne, non erano ugualmente in grado di sostenersi sulle terre emerse. La particolare conformazione del loro orecchio comunque ci fa capire che vivevano nelle acque più superficiali e costiere (BENTON, 2000).

I Placodonti erano animali massicci, con testa larga, arti corti e tozzi e possedevano una corazza protettiva simile al carapace delle tartarughe. Sul palato erano forniti di denti piatti e grandi, in grado di triturare i gusci degli invertebrati marini di cui si nutrivano.

Tra i Talattosauri si ricorda soprattutto l'*Askeptosaurus* (cfr. Appendice 4) che pur specializzato nella vita marina, era anche in grado di muoversi all'asciutto sugli ambienti costieri.

Sulle terre emerse il principale predatore era il *Ticinosuchus*, lungo fino a due metri e mezzo, dall'aspetto vagamente simile a quello di un coccodrillo, ma con una locomozione quadrupede molto più sofisticata. Accanto a lui troviamo anche il *Macrocnemus* (cfr. Appendice 5) appartenente all'ordine dei Prolacertiformes, il cui rappresentante più caratteristico è comunque il *Tanystropheus*. Quest'ultimo era un rettile di oltre 5 metri, dal collo lunghissimo, sul cui modo di vita sono state fatte decine di ipotesi, spesso anche contrastanti. Per buona parte della sua vita, forse anche per tutta, doveva mantenere uno stretto legame con l'ambiente acquatico, dove si muoveva nuotando con movimenti ondulatori del tronco e della coda, potenziati dagli arti posteriori (NOSOTTI & TERUZZI, 2008).

#### QUELLO CHE RIMANE DELLE GALLERIE MINERARIE DI BESANO

La Miniera di Scisti Bituminosi denominata del Vallone si apre a quota 500 m. s.l.m. nell'area della cava Ratti. L'ipogeo ha uno sviluppo di circa mezzo chilometro (figg. 4 e 5) per un dislivello tra l'ingresso principale (fig. 6) e quello secondario di circa 35 metri. L'ingresso principale (punto 1 - figg. 4 e 5) si apre sul pendio sottostante il piano della cava. Nelle immediate vicinanze, oltre alle putrelle di sostegno per i pali della teleferica, sono presenti i resti di un piccolo edificio in calcestruzzo. La galleria di accesso, lunga una sessantina di metri e di dimensioni medie 2x2 metri, è stata scavata pressoché perpendicolare rispetto alla stratificazione (fig. 7). Probabilmente la sua funzione era quella di raggiungere gli strati interni più ricchi di scisti bituminosi e permettere il trasporto all'esterno della pietra cavata. Superato un restringimento della galleria dovuto ad un parziale crollo della volta, si perviene ad un vasto ambiente scavato lungo gli strati di scisto (fig. 8) che si sviluppa in direzione est-ovest (punto 2 - figg. 4 e 5). In corrispondenza dello sbocco della galleria di accesso sono presenti degli imponenti muri a secco che, attualmente, presentano alcuni segni di cedimento. In direzione est si può proseguire per poche decine di metri raggiungendo alcuni vani occlusi da materiale di ri-

#### APPENDICE 2

##### *Mixosaurus*

L'esemplare estratto dalla Miniera degli Scisti era originariamente frammentato su tre lastre rocciose, che sono state in seguito ricomposte in laboratorio (fig. 2.1).

*Mixosaurus* poteva superare il metro di lunghezza ed il suo aspetto quand'era in vita era molto simile a quello di un delfino. Le sue zampe erano trasformate in pinne costituite da cinque dita principali con un gran numero di falangi arrotondate. Questo fenomeno è indicato dai paleontologi con il termine tecnico di "iperfalangia" e serve a rendere l'arto più idrodinamico rendendo quindi il rettile ancor meglio adattato all'ambiente acquatico. Non è da escludersi che *Mixosaurus* fosse dotato di una pinna dorsale, ma questo carattere è ancora oggetto di discussioni, mentre la parte terminale della colonna vertebrale era sicuramente strutturata in modo tale da originare una pinna caudale (CARROLL, 1988). La cavità orbitale è grande, dunque *Mixosaurus* aveva buona vista anche a grandi profondità e nella bocca era dotato di numerosi denti. Doveva nutrirsi di pesci, molluschi e cefalopodi (soprattutto ammoniti) che grazie al suo corpo idrodinamico era in grado di catturare con notevolissima agilità. Proprio per il suo profondo adattamento all'ambiente acquatico *Mixosaurus*, come tutto l'ordine Ichthyosauria a cui appartiene, aveva dovuto "modificare" il suo modo di riprodursi diventando ovoviviparo. Non era in grado di trascinarsi sulle terre emerse per deporre le uova, quindi le tratteneva nell'addome materno finché non si schiudevano al suo interno.

Attualmente l'esemplare originale estratto dalla Miniera degli Scisti è esposto presso il Museo dei Fossili di Besano.



Fig. 2.1 - *Mixosaurus cornalianus* - Museo dei fossili di Besano (foto L. Aimar).

Fig. 2.1 - *Mixosaurus cornalianus* - Besano Fossils Museum (photo L. Aimar).

## APPENDICE 3

***Neusticosaurus***

Si tratta del rettile in assoluto più comune negli scisti bituminosi di Besano e presso la Miniera ne sono stati cavati numerosissimi esemplari. Addirittura in una sala all'estremità dei piani di coltivazione si rinvennero interi strati di mortalità di massa di *Neusticosauri*, ossia straterelli di roccia completamente ricoperti da questi rettili, addossati gli uni agli altri, persino sovrapposti tra di loro!

I *Neusticosauri* sono di piccola taglia, mediamente misurano sui 20-25 centimetri di lunghezza, di forma allungata con testa piccola, coda e collo lunghi e arti a pagaia (fig. 3.1). I loro cinti sono ridotti e connessi al tronco solo debolmente, caratteristica che lascia facilmente intuire come questi rettili fossero incapaci di sostenersi sulla terraferma e dovessero invece vivere in acqua. Nuotavano prevalentemente tramite ondulazioni della coda: gli arti anteriori erano utilizzati a mò di pagaia e per stabilire la direzione, mentre quelli posteriori venivano tenuti paralleli al corpo per diminuire l'attrito con l'acqua (CARROLL, 1988). Ciononostante, la struttura estremamente leggera e le ridotte dimensioni dei *Neusticosauri* dovevano costantemente spingerli ad una pericolosa tendenza al galleggiamento. Per risolvere il problema "inventarono" la pachiostosi, termine tecnico con cui si indica un notevole ispessimento delle costole volto proprio ad aumentare il peso specifico dell'animale.

Esemplari originali di *Neusticosauri* estratti dalla Miniera degli Scisti sono esposti presso il Museo di Storia Naturale di Milano ed il Museo dei Fossili di Besano, nonché in altri musei in Italia ed in Svizzera.



Fig. 3.1 - *Neusticosaurus pusillus* - Museo dei fossili di Besano (foto L. Aimar).

Fig. 3.1 - *Neusticosaurus pusillus* - Besano Fossils Museum (photo L. Aimar).

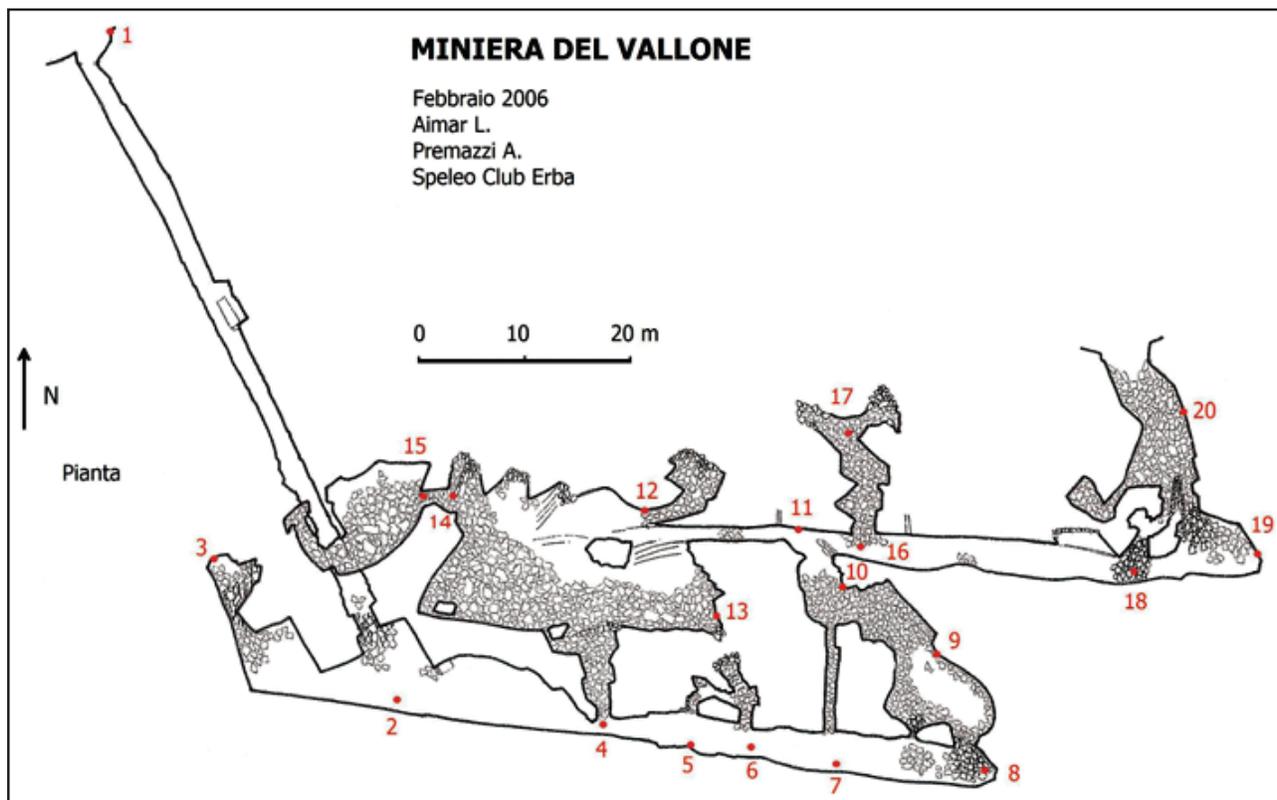


Fig. 4 - Planimetria della Miniera di Besano.

Fig. 4 - Plan of Besano mine.

piena. In direzione ovest, superati i resti di una piccola costruzione in muratura, ci si addentra nella miniera percorrendo una galleria con il soffitto costituito da uno strato di scisto bituminoso immergente da N a S con una inclinazione di circa 40°. La galleria prosegue rettilinea e pressoché orizzontale per circa 60 metri. Sul suo lato nord si aprono tre corridoi in salita, di cui uno collassato, che conducono al piano di coltivazione

superiore. In corrispondenza di un'evidente piega negli strati (fig. 9; punto 8 - figg. 4 e 5) la galleria curva bruscamente verso NNW. Risaliti per una ventina di metri di dislivello si perviene ad un bivio (punto 11 - figg. 4 e 5). Procedendo verso est, superato un basso passaggio, si penetra nell'ambiente più vasto della miniera (fig. 10), una sala con il soffitto di strato ed il pavimento ingombro di materiale di scarto. Sul lato nord si aprono

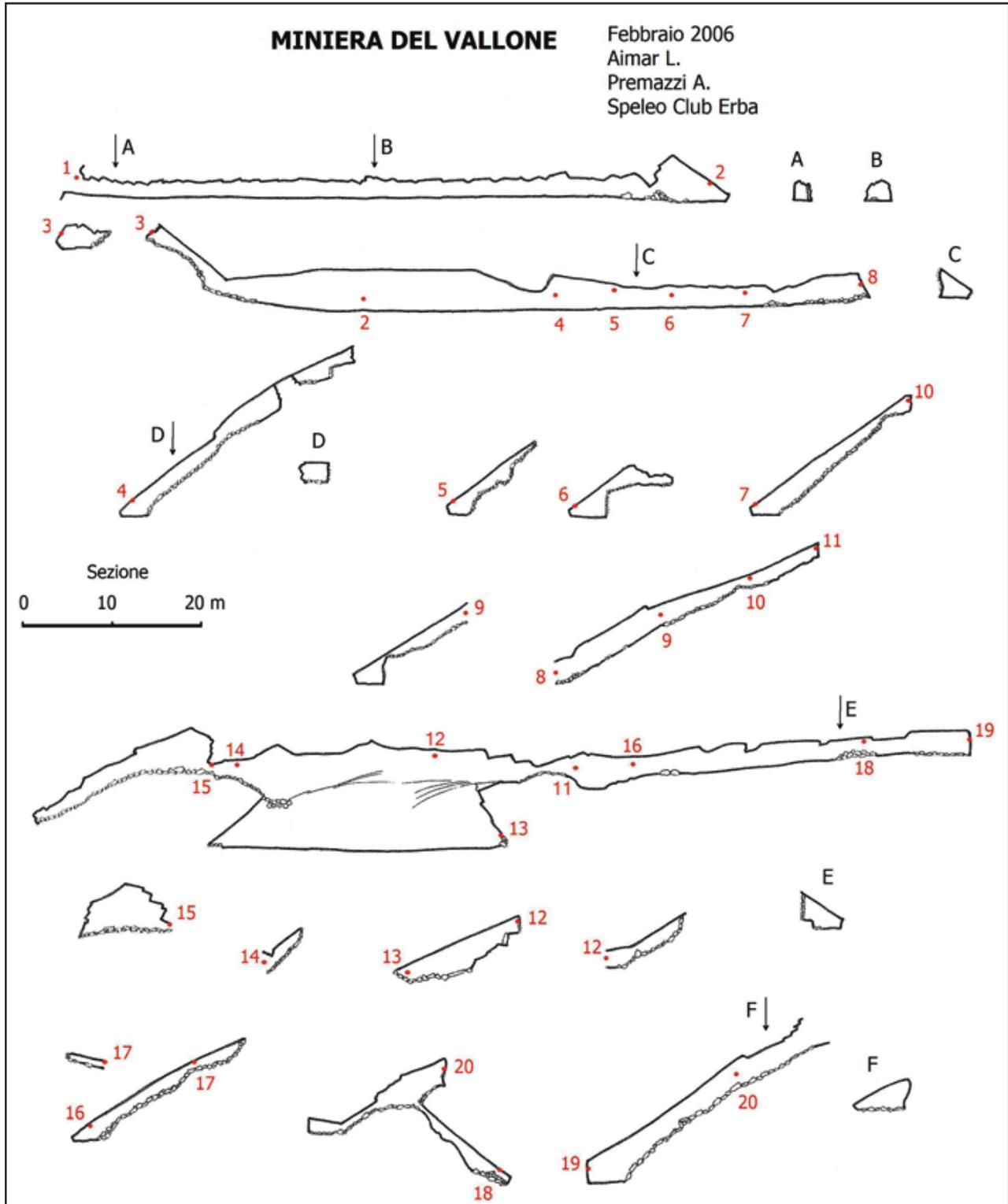


Fig. 5 - Sezioni longitudinali e trasversali della miniera di Besano  
Fig. 5 - Longitudinal and cross sections of Besano mine.

## APPENDICE 4

***Askeptosaurus***

L'esemplare estratto dalla Miniera degli Scisti è ancora oggi il più completo - trattandosi anche di un rinvenimento piuttosto raro - ed è suddiviso su oltre 20 frammenti rocciosi (fig. 4.1) che sono stati riassemblati in laboratorio al termine della preparazione del fossile.

L'*Askeptosaurus* era un rettile di circa due metri di lunghezza, dal corpo lungo e slanciato, che lo rendeva particolarmente agile nell'ambiente acquatico, il suo habitat principale. Nuotava tramite ondulazioni della lunga coda; le zampe non dovevano essere particolarmente idrodinamiche anche se non è da escludersi la possibilità che le dita fossero palmate.

A differenza di *Mixosauri* e *Neusticosauri* comunque, il suo adattamento all'ambiente acquatico



Fig. 4.1 - *Askeptosaurus italicus* - Museo dei fossili di Besano (foto L. Aimar).

Fig. 4.1 - *Askeptosaurus italicus* - Besano Fossils Museum (photo L. Aimar).

non era esclusivo e l'*Askeptosaurus* doveva passare parte del suo tempo all'asciutto, sulle rocce costiere, e comunque era costretto a tornare a terra, dove si muoveva con una certa difficoltà, per la posa delle uova.

Il cranio è di forma allungata, con le narici spostate all'indietro vicino agli occhi e le cavità orbitali delimitate da placche ossee particolarmente robuste, caratteristica che ci fa capire che l'occhio dell'*Askeptosaurus* era in grado di resistere anche alle elevate pressioni delle grandi profondità. Nella bocca era dotato di numerosi denti triangolari aguzzi che gli servivano per catturare i pesci di cui si nutriva. In particolare, nel fossile di cui stiamo parlando, i denti sono disposti lateralmente alla bocca, sembrano "schizzare verso l'esterno" (fig. 4.2), e questa peculiarità testimonia le enormi pressioni a cui è stato sottoposto l'esemplare per conservarsi fino a noi allo stato fossile.

L'esemplare originale può essere ammirato presso il Museo di Storia Naturale di Milano, mentre un calco in resina è esposto nelle sale del Museo dei Fossili di Besano.



Fig. 4.2 - Cranio di *Askeptosaurus italicus* - Museo dei fossili di Besano (foto L. Aimar).

Fig. 4.2 - *Askeptosaurus italicus* skull - Besano Fossils Museum (photo L. Aimar).



Fig. 6 - L'ingresso principale della miniera di Besano (foto A. Ferrario).

Fig. 6 - Main entrance to the gallery of Besano mine (photo A. Ferrario).

## APPENDICE 5

**Macrocnemus**

Non è un rettile molto comune, e l'esemplare rinvenuto nella Miniera degli Scisti, pur completo, si presenta completamente disarticolato (fig. 5.1), tanto che è difficile intuire quale doveva essere l'aspetto dell'animale quand'era in vita. Il *Macrocnemus* era molto simile ad una lucertola: dotato di un cranio piccolo e corto con numerosi dentini aguzzi ed un collo leggermente allungato. Mediamente si aggirava sui 50 centimetri di lunghezza, ma alcuni individui dovettero superare anche il metro.

Il nome *Macrocnemus*, coniato intorno al 1880 da Bassani che per primo esaminò i fossili del rettile, deriva dalla fusione di due parole greche (*makròs*=grande e *knème*=tibia) ad indicare un'importante caratteristica dell'animale: l'estremo sviluppo e irrobustimento degli arti posteriori.

Infatti il *Macrocnemus* normalmente si muoveva sulle quattro zampe con un'andatura strisciante, ma occasionalmente, per sfuggire ai predatori o per catturare gli insetti e i piccoli rettili di cui si nutriva, era anche in grado di sollevarsi solo sugli arti posteriori e di correre come un bipede con notevole agilità!

Il fossile originale estratto dalla Miniera attualmente si trova al Museo di Storia Naturale di Milano ed è uno dei pochi pezzi che si salvò dal bombardamento della Seconda Guerra Mondiale perché in quei giorni si trovava a Zurigo. Un calco in resina dell'esemplare è esposto presso il Museo dei Fossili di Besano.



Fig. 5.1 - *Macrocnemus bassanii* - Museo dei fossili di Besano (foto L. Aimar).

Fig. 5.1 - *Macrocnemus bassanii* - Besano Fossils Museum (photo L. Aimar).



Fig. 7 - La galleria di accesso (foto A. Premazzi).

Fig. 7 - Tramming tunnel of Besano mine (photo A. Premazzi).



Fig. 9 - Strati piegati (foto A. Ferrario).

Fig. 9 - Fold (photo A. Ferrario).



Fig. 8 - Galleria scavata lungo strato (foto A. Ferrario).

Fig. 8 - Mine gallery tunnel parallel to the strike of strata (photo A. Ferrario).



Fig. 10 - Ampia sala nel settore centrale della miniera di Besano (foto A. Ferrario).

Fig. 10 - Room in central sector of Besano mine (photo A. Ferrario).

delle brevi gallerie in risalita terminanti in frana, sul lato sud sbocca il primo corridoio in salita dei tre citati precedentemente. All'estremità opposta della sala un restringimento separa questo ambiente da un vano di più modeste dimensioni caratterizzato da un soffitto costituito da un nerissimo strato di scisto (fig. 11). Il nuovo ambiente termina in discesa su alcuni accumuli di detrito. Procedendo verso ovest dal bivio precedentemente citato, si percorre un tratto di galleria pressoché orizzontale, che presenta anch'essa dei diverticoli in risalita terminanti in frana. Dopo circa 40 metri la galleria curva bruscamente verso nord (punto 19 - figg. 4 e 5) e conduce in breve al secondo ingresso della miniera che si apre all'estremità ovest della cava Ratti. Data

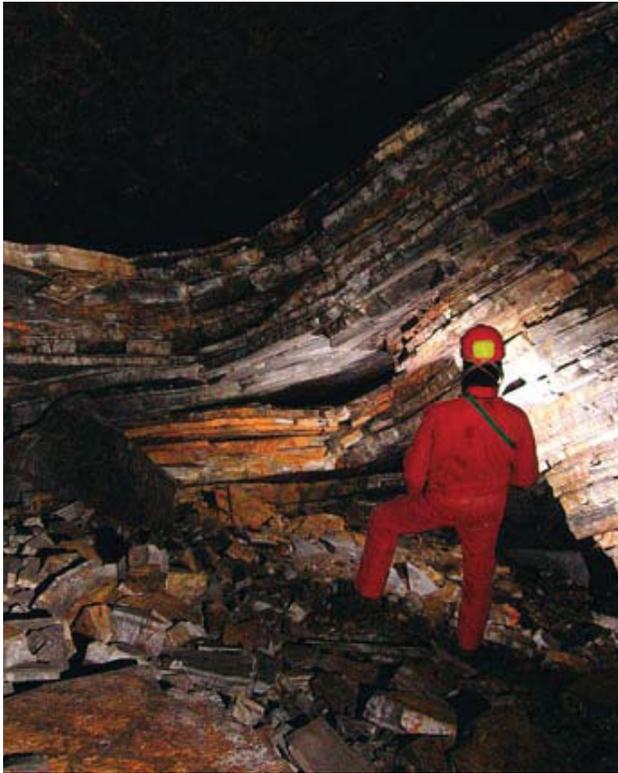


Fig. 11 - Soffitto costituito da uno strato di scisto bituminoso (foto A. Ferrario).

*Fig. 11 - The black ceiling of bituminous shale (photo A. Ferrario).*



Fig. 12 - Particolare di un gancio di ferro nel soffitto utilizzato per appendere le lucerne a olio (foto A. Ferrario).

*Fig. 12 - Iron hook on the roof to hang oil lamp (photo A. Ferrario).*

la pendenza dell'ultimo tratto di galleria che conduce all'esterno è probabile che questo ingresso avesse solo funzioni di aerazione.

Il piano di coltivazione della miniera è costituito da due vasti ambienti suborizzontali che si sviluppano parallelamente e risultano connessi in più punti. Questi ambienti sono stati scavati lungo gli strati di scisto probabilmente per un duplice motivo: facilitare lo scavo e creare una galleria che fosse in grado di autosostenersi almeno parzialmente. All'interno della miniera infatti non si osservano strutture di sostegno permanenti salvo la presenza di alcuni muri a secco costruiti con i materiali di scarto cavati in loco. Un'altra forma di sostegno che è possibile osservare nell'ambiente più vasto sono tre colonne preservate dall'attività di scavo. Il totale abbandono del luogo ha portato, nel corso dei decenni, ad alcuni crolli che potrebbero aver occultato altre parti dell'ipogeo.

L'illuminazione degli ambienti durante il lavoro era realizzata attraverso lampade ad olio. In diversi punti dell'ipogeo sono ancora presenti i ganci metallici utilizzati per sorreggere le lampade (fig. 12).

Attualmente la miniera risulta percorsa da una violenta corrente d'aria dovuta alla presenza di due ingressi di grandi dimensioni. Durante lo scavo l'aerazione degli ambienti era garantita dalla presenza di alcuni condotti di ventilazione. Benché all'interno se ne vedano gli sbocchi (fig. 13), questi non risultano visibili esternamente e non sembrano interessati da una circolazione d'aria importante. Nell'area della cava Ratti è presente un modesto ipogeo (fig. 14) che sembra facesse parte del sistema di ventilazione della miniera, ma il cui fondo risulta attualmente occluso di detrito.

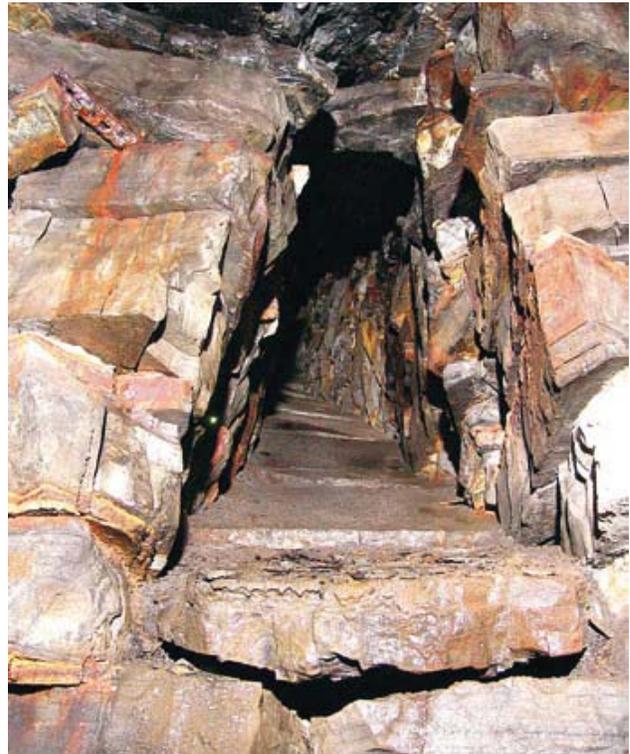


Fig. 13 - Condotto di ventilazione (foto A. Ferrario).

*Fig. 13 - Airiness conduit (photo A. Ferrario).*

Durante i periodi piovosi l'intera miniera risulta interessata da uno stillicidio diffuso e il primo tratto della galleria di accesso si allaga parzialmente rendendo particolarmente disagiata la percorrenza. Visto lo sviluppo tutto sommato modesto e l'estrema vicinanza dalla superficie esterna non sono state realizzate opere idrauliche che garantissero il deflusso delle acque percolanti. Il parziale allagamento della galleria di accesso è un fenomeno odierno causato dall'accumulo di detriti nell'area antistante l'ingresso che in passato è improbabile si verificasse.

L'età dell'opera che ammonta a svariate decine di anni ha permesso che al suo interno si siano originati dei modesti fenomeni concrezionali. Sono stati osservati in particolare alcune piccole concrezioni lungo la volta della galleria di accesso e la formazione di veli concrezionali e di colate nelle gallerie scavate lungo strato.



Fig. 14 - Ingresso dell'ipogeo di cava Ratti (foto L. Aimar).  
Fig. 14 - Entrance of Ratti's quarry hypogean (photo L. Aimar).

### **Ringraziamenti**

*Si ringraziano calorosamente il dottor Giorgio Teruzzi, Conservatore di Paleontologia degli Invertebrati presso il Museo di Storia Naturale di Milano, e Gianni e Luisa Pasini del Museo Civico dei Fossili di Besano, per aver permesso la pubblicazione delle fotografie dei reperti esposti nelle collezioni museali, oltre che per la disponibilità ed i preziosi consigli.*

*E naturalmente un grandissimo grazie ad Andrea "Supergiovane" Ferrario del Gruppo Grotte Saronno per aver dedicato tempo ed energie nella realizzazione delle fotografie della Miniera, e a Marco "Il Corvo" Corvi dello Speleo Club Erba per il paziente supporto tecnico.*

### **Bibliografia**

- ARDUINI P., TERUZZI G., 1988, *Gli scisti ittiolitici di Besano*, in: "La testimonianza dei Fossili" a cura di G. Pinna, Le Scienze Quaderni, n. 42, pp. 36-39, Milano.
- BENTON M. J., 2000, *Paleontologia dei Vertebrati*, Franco Lucisano Editore, Milano.
- BURGIN T., 1991, *La storia dei pesci fossili di Besano*, in: "Paleocronache. Novità e informazioni paleontologiche", n. 2, Jaca Book, pp. 42-49, Milano.
- CARROLL R. L., 1988, *Vertebrate Paleontology and Evolution*, Freeman & company, New York.
- D'AGOSTINO P., PEZZOLI S., 2005, *Percorso interattivo ed animato tra Besano e Meride*, DVD ideato e curato da Studio Esplo, realizzato con i finanziamenti Interreg IIIA.
- DAL SASSO C., 1993, *Un Ittiosauro di sei metri nel Giacimento di Besano*, in: "Paleocronache. Novità e informazioni paleontologiche", Jaca Book, pp. 69-78, Milano.
- DAL SASSO C., BRILLANTE G., 2001, *Il Besanosauro e i rettili marini*, in "Dinosauri italiani", pp. 163-190, Marsilio Editore, Venezia.
- MACCHIONE P., 2007, *Gli scisti bituminosi*, in: "Velocità Varese", Unione degli Industriali della Provincia di Varese, pp. 55-58, Varese.
- NOSOTTI S., TERUZZI G., 2008, *I rettili di Besano-Monte San Giorgio*, collana Natura - Rivista di Scienze Naturali, vol. 98, fasc. 2, Milano.
- PINNA G., TERUZZI G., 1991, *Il giacimento paleontologico di Besano*, collana Natura - Rivista di Scienze Naturali, vol. 82, fasc. 1, Milano.
- RIEBER H. P., 1999, *La Grenzbitumenzone di Monte San Giorgio e di Besano (Italia-Svizzera)*, in: "Storia Naturale d'Europa - 600 milioni di anni attraverso i grandi giacimenti paleontologici", a cura di G. Pinna, Jaca Book, Milano.
- TERUZZI G., 2002, *Duecento milioni di anni fa: un tuffo con gli ittiosauro*, in: "Natura. Rivista di Scienze Naturali" a cura di Alessandrello A. & Teruzzi G., vol. 92, fasc. 1, pp. 58-61.