



ATTI
DELLA
SOCIETÀ TOSCANA
DI
SCIENZE NATURALI

MEMORIE • SERIE A • VOLUME CXXVIII • ANNO 2021



Edizioni ETS

PAOLO SAMMURI ⁽¹⁾, WALTER SCAPIGLIATI ⁽²⁾

IL POZZO DI MONTEMASSI-RIBOLLA (TOSCANA, 1841-1844)

Abstract - P. SAMMURI, W. SCAPIGLIATI, *The Shaft of Montemassi-Ribolla (Tuscany, Italy, 1841-1844)*.

The Tuscan shaft was a great work of mining engineering. It was dug in 1841-1844 near Montemassi by the mining engineer François Pitiot on behalf of the “Compagnia per la Ricerca e l’Escavazione di Carbon Fossile” of Livorno. The shaft aroused an immediate interest among naturalists and scientists for its depth and allowed to expand the knowledge on the geology of Tuscany. As a matter of fact, it integrated the fragmentary surface measurements with the first complete stratigraphy of the “Serie lignitifera miocenica” and provided the paleontological data, which were necessary to define more accurately the age and nature of “Tuscan coal”. Moreover, by measuring the increase of temperature of the rocks and the air in all the shaft’s depth, it gave a remarkable contribution to the first studies on the origin of terrestrial heat and to the interpretation of the Tuscan geothermal phenomena. In this work, the original stratigraphy of the shaft, made by François Pitiot, is published. A faithful copy of Pitiot’s work was reproduced in the 1930s by the Montecatini Company and compared to the original dating back to the first half of the 19th century. This copy is preserved in Ribolla in the private mining archive of one of the authors.

Key words - Tuscany, Italy, 19th century, Miocene, brown coal, shaft, mining engineering

Riassunto - P. SAMMURI, W. SCAPIGLIATI, *Il pozzo di Montemassi-Ribolla (Toscana, 1841-1844)*.

Il pozzo Toscano fu una grande opera di ingegneria mineraria, realizzata nei pressi di Montemassi dall’ingegnere minerario François Pitiot, per conto della “Compagnia per la Ricerca e l’Escavazione di Carbon Fossile” di Livorno negli anni 1841-1844. Il pozzo suscitò un immediato interesse in campo geologico e per la sua profondità consentì di ampliare le conoscenze sulla geologia della Toscana. Infatti, integrò i frammentari rilevamenti di superficie con la prima stratigrafia completa della “Serie lignitifera miocenica” e rese accessibili i dati paleontologici indispensabili per meglio definire l’epoca e la natura del “carbone toscano”. Inoltre, con la misura dell’aumento della temperatura delle rocce e dell’aria lungo tutta la sua profondità, dette un notevole contributo ai primi studi sull’origine del calore terrestre e alla interpretazione dei fenomeni geotermici toscani. In questo lavoro, viene pubblicata la stratigrafia originale del pozzo, realizzata da Pitiot, riprodotta tramite una fedele copia effettuata negli anni 30 del novecento dalla Società Montecatini, e oggi conservata a Ribolla nell’archivio minerario privato di uno degli autori.

Parole chiave - Toscana, Italia, XIX secolo, Miocene, lignite, pozzo, ingegneria mineraria

LEOPOLDO II E LA QUESTIONE DEL CARBONE TOSCANO

Nel 1830 il Granduca Leopoldo II di Lorena dimostrò il suo grande interesse per l’industria mineraria con un viaggio ufficiale in Austria e Germania, per esaminare i terreni carboniferi della Sassonia e della Boemia, durante il quale visitò molte miniere e discusse con geologi e ingegneri minerari tedeschi circa l’esplorazione e lo sfruttamento delle risorse minerarie (Haupt, 1889). In seguito, il Granduca cercò di accertare la qualità e quantità del carbone fossile in Toscana, indispensabile per lo sviluppo della siderurgia e l’alimentazione delle macchine a vapore. Per affrontare e risolvere la questione del “carbone toscano” utilizzò i pareri e gli studi dei più noti geologi e ingegneri: Paolo Savi, Karl Pohl, Vincenzo Manteri, Giovanni Rovis, Leopoldo Pilla, Theodor Haupt e François Pitiot (Riparbelli, 1989). Nel 1839, si svolse a Pisa il primo “Congresso degli Scienziati Italiani”, nel quale Paolo Savi partecipò come massimo esperto della geologia toscana e presentò una memoria sui combustibili fossili della Toscana. Savi giudicò estremamente improbabile di poter trovare strati di vero litantrace, sostenuto da analoghe considerazioni dei geologi del Lombardo-Veneto, Piemonte e Parma. Quindi, concluse che non era fondata la speranza di trovare il desiderato combustibile di qualità superiore, come quello dei terreni carboniferi europei, e che i depositi esistenti in Italia appartenevano a formazioni terziarie. Gli ingegneri e i tecnici minerari non erano di questa opinione, e vantavano la fondazione di società minerarie e le iniziative già avviate in Toscana per la ricerca di nuovi depositi di carbone e la coltivazione delle miniere. Nel 1839, dopo la fine del congresso, fu scoperto a Montebamboli (circa 7 km a NO di Massa Marittima) un giacimento di carbone ritenuto un vero litantrace, in realtà formato da banchi di lignite di ottima qualità, che poneva in discussione la credibilità dei geologi italiani. La spinosa questione fu lasciata in sospeso al secondo Congresso di Torino nel 1840, a causa della mancata partecipazione dell’esperto di geologia applicata e giacimenti minerari, il milanese Giulio Curioni, incaricato di presentare i rilievi e le analisi dei combustibili raccolti nella Marem-

⁽¹⁾ Via Pietro Sensini 60, 00176 Roma; E-mail: science.sam@tiscali.it

⁽²⁾ Via Liguria 16, 58027 Ribolla (GR); E-mail: wscapiigliati@gmail.com

ma toscana. Nel 1841 al terzo Congresso a Firenze, fu presentata dal piemontese Giacinto Provana di Collegno, una “Memoria sulle metamorfosi dei terreni di sedimento, ed in particolare su quelle subite dai combustibili fossili della Toscana”. In questo contributo Collegno, dopo aver esaminato il processo di formazione degli estesi depositi della formazione carbonifera nord-europea, forniva una spiegazione in merito alla qualità del combustibile scoperto a Montebamboli che, pur appartenendo certamente al periodo terziario, e non carbonifero, presentava tuttavia caratteristiche mineralogiche analoghe ai litantraci europei. Egli affermava che le teorie metamorfiche di Savi ne spiegavano le caratteristiche con “le eruzioni metalliche de’ filoni quarzosi e granitici della Toscana” che, sicuramente posteriori alla deposizione dei terreni terziari, avevano convertito con la loro temperatura e pressione i depositi di lignite in vero litantrace. Tale litantrace, però, doveva essere considerato un “litantrace anomalo”, perché generato non come i depositi carboniferi da “metamorfosi normale”, dovuta all’uniforme calore interno del globo, ma da modificazioni prodotte localmente da fusi di rocce ignee sui depositi sedimentari, cioè da una “metamorfosi anomala” come definita da Élie De Beaumont. Infine, il Collegno ridimensionava il valore della scoperta del carbone toscano, sottolineando la convenienza di non esagerarne l’importanza pratica, vista la limitata estensione degli affioramenti e la frammentarietà dei piccoli depositi lentiformi, peraltro sconvolti dalle azioni tettoniche che interrompevano la continuità dei banchi coltivabili, non paragonabili per spessore ed estensione ai depositi europei. Il Presidente del congresso, Lodovico Pasini riferiva che Curioni, al termine dei suoi esami, si era convinto che le rocce e il carbone erano stati certamente modificate, e che l’errore dell’Ingegnere Pitiot, direttore delle miniere a Montemassi e Montebamboli, di considerare le rocce come appartenenti al periodo carbonifero era stato determinato proprio dall’aspetto e dalla durezza che le arenarie terziarie avevano assunto a causa dell’alterazione metamorfica. Savi alla fine intervenne, spiegando le ragioni per le quali i depositi di carbone toscani erano contenuti in bacini di estensione molto limitata, e che di conseguenza ci si doveva aspettare che lo strato di combustibile si assottigliasse verso i bordi dei bacini già individuati.

Nel 1841 il Granduca, sempre più interessato alle risorse toscane, decise di creare nell’Università di Pisa una cattedra di Mineralogia e Geologia, separandola da quella di Storia Naturale. Savi preferì un incarico per la cattedra di Zoologia, mentre il medico e geologo napoletano Leopoldo Pilla, che il Granduca aveva conosciuto personalmente a Napoli, fu nominato nel 1842 professore di Mineralogia e Geologia. Pilla aveva una ricca esperienza di esplorazioni geologiche commissionate dal Regno delle Due Sicilie per riferire

sulla situazione delle miniere, sui possibili nuovi giacimenti minerari da sfruttare e per la ricerca di combustibili fossili; queste competenze lo misero in buona luce presso il Granduca di Toscana, visto il notevole interesse granducale per la ricerca del carbone toscano (Sammuri, 2015).

Tuttavia, Savi non cessò di occuparsi di geologia ed il dialogo scientifico tra lui e Pilla fu perlomeno vivace, se non conflittuale, anche perché Pilla in merito alle risorse toscane era molto vicino alle tesi ottimistiche dei tecnici minerari. I due libri scritti proprio sul carbone fossile maremmano e pubblicati entrambi nel 1843 (Pilla, 1843c) e (Savi, 1843), testimoniano quanto fosse acceso il dibattito tra i due grandi geologi.

LE RICERCHE DI CARBONE IN MAREMMA

La presenza di carbone fossile in Toscana era già nota da molto tempo; Giovanni Targioni Tozzetti nelle relazioni dei suoi viaggi (Targioni, 1768-1779) riferisce del carbone in Val di Cecina, Valdarno, Garfagnana e altri luoghi, ma nulla ancora dice sulla sua presenza nel Massetano e nel Grossetano.

Giovanni Fabbroni nel suo saggio di carattere tecnico-minerario sul carbone (Fabbroni, 1790), trascrive integralmente e commenta quanto scrive Targioni, concludendo però che in quelle località si tratta solo di legni fossili, pseudoantraci o “piligni” (lignite xiloidi), ma non di vera antracite, che secondo lui è presente solo nei dintorni di Montecatini in Val di Cecina.

Finalmente, Francesco Henrion nel suo libro sul carbon fossile (Henrion, 1792), parlando delle altre miniere toscane oltre a quelle della Val di Cecina, è il primo che segnala la zona, affermando che «due di queste (miniere) ne esistono all’ovest del poggio detto di Montemassi».

In seguito, tra il 1837 e il 1845, con una estesa campagna di ricerche minerarie di carboni fossili furono individuati la maggior parte dei giacimenti di lignite della Toscana.

Nel 1837 Karl Pohl, ingegnere delle miniere boeme di Buštěhrad, fu incaricato di esaminare gli affioramenti carboniferi presso Roccatederighi e Sassofortino (Brianta, 2007).

Nel 1839 Vincenzo Manteri, chimico al servizio del Granduca, scoprì il carbone fossile nella bandita di Montebamboli nella Maremma, e vi approfondì le ricerche per ordine del sovrano (Cantù, 1844). Repetti conferma che nel febbraio del 1839 Manteri scoprì nella tenuta di Montebamboli un combustibile avente molte caratteristiche simili a quelle del carbone fossile. Riferisce inoltre che Domenico Lenzi, proprietario del suolo, inviò all’estero i campioni e che una società di speculatori acquistò il diritto di escavazione del combustibile, riconosciuto buono come quello trovato a

Montemassi, e che sta lavorando a quelle escavazioni. (Repetti, 1839).

Negli anni '40 Giovanni Rovis, tecnico minerario della Società Metallotecnica Toscana e direttore della miniera piombo-argentifera della Castellaccia-Poggio al Montone (Massa Marittima), fu incaricato dalla sua società di valutare le risorse minerarie del Massetano; a lui si deve il rilievo topografico di buona parte degli antichi pozzi minerari medievali, alcuni forse anche di età etrusca.

Nel novembre 1841 François Pitiot, ingegnere minerario, aveva iniziato lo scavo dei pozzi per l'estrazione del carbone sia a Montebamboli sia a Montemassi. Pitiot viene riportato come socio nell'elenco dei componenti l'Associazione Agraria della Provincia di Grosseto (Giornale, 1848), dove è qualificato come direttore delle Miniere di Montebamboli e di Montemassi.

Leopoldo Pilla nel 1843 si recò nella zona mineraria e scese nei pozzi. In particolare, esaminò e discusse la stratigrafia dei pozzi di Montebamboli e di Montemassi, collegandola con gli affioramenti circostanti, concludendo che si trattava di terreni miocenici, in pieno accordo con Savi. Tuttavia, notò che la sequenza di fossili (marini, d'acqua dolce e vegetali terrestri), pur appartenendo a epoche diverse, era la stessa dei terreni carboniferi nord-europei, e indicava, quindi, simili ambienti di formazione come baie, estuari e torbiere (Pilla, 1843c).

Paolo Savi contrastò punto per punto le tesi del Pilla sul carbone toscano e su vari argomenti geologici, insistendo sui fatti da lui osservati con precisione, rispetto alle facili generalizzazioni e speculazioni sulle questioni relative alla stratigrafia ed età dei terreni toscani. Savi si oppose alle divisioni più articolate, basate sui caratteri mineralogici proposte da Pilla e collegate al dibattito sulla serie dei terreni europei, contrapponendo osservazioni accuratissime che rendevano problematico trarre conclusioni più ampie e generali e imponevano di mantenere una grande cautela sui sincronismi, vista anche la scarsità di fossili rinvenuti e delle conoscenze sulla loro distribuzione geografica. L'azione di Savi mirava non solo a rivendicare la sua primazia scientifica e conoscenza dei terreni toscani, ma anche a difendere la tesi del moderatismo toscano, sostenuta anche dai Georgofili, screditando un geologo pericolosamente vicino all'idea che sosteneva l'interesse superiore dello Stato nello sfruttamento delle risorse del sottosuolo, secondo il modello della legislazione mineraria francese.

Theodor Haupt, ingegnere sassone diplomato alla Bergakademie di Freiberg, fu segnalato al Granduca dal console sassone a Livorno (Brianta, 2007). Nel 1843 scrisse un lungo rapporto manoscritto per il Granduca in cui tracciava il quadro storico dello sfruttamento delle miniere in Toscana dall'epoca etrusca e studiava le tecniche utilizzate per l'estrazione e la lavorazione dei

metalli (Haupt, 1843). Con motuproprio del 22 giugno 1844 di Leopoldo II, Haupt fu nominato Regio Consulatore per gli affari delle miniere, con dipendenza dal Dipartimento delle Regie Finanze. Haupt alimentava le speranze di trovare un grande giacimento di carbone di ottima qualità, e irritava i proprietari terrieri toscani sostenendo i diritti sul sottosuolo del governo granducale, che ne comportavano il controllo e l'intervento diretto. In sei anni di lavoro, tra il 1843 e il 1849, delineò i caratteri geologici e giacimentologici del deposito lignitifero maremmano, redigendo tra l'altro una carta geologica comprensiva degli affioramenti della Cappella a sud di Roccatederighi e accertò l'appartenenza del piccolo bacino miocenico nel quale sono racchiusi i banchi del minerale dell'Acquanera, al più grande bacino di Montemassi-Tatti, o "bacino neogenico di Ribolla" (Haupt, 1889). In particolare, sostenne che in definitiva, ai fini economici, la qualità del carbone e i possibili usi sono più importanti dell'età del giacimento, e ridimensionò il problema della frammentarietà dei depositi, affermando che era una situazione piuttosto comune anche nei giacimenti nordeuropei.

LA COSTITUZIONE DELLA SOCIETÀ MINERARIA DI LIVORNO

Negli "Atti relativi all'associazione" (Anonimo, 1841) si trova il resoconto delle attività preliminari per la ricerca del carbon fossile nelle Maremme Toscane, svolte dagli imprenditori Nicola De Mailland, Cesare Caillon e Gianjacopo Formigli.

La legislazione toscana, basata sul regime fondiario, riconosceva i diritti del proprietario terriero «dal cielo al sotterraneo» e subordinava l'esercizio minerario a un accordo fra privati. Di conseguenza, per assicurarsi la facoltà di scavare e la disponibilità del minerale dal febbraio 1839 in poi i tre affaristi acquistarono da vari proprietari locali sia il diritto di ricercare ed estrarre tutto il carbone fossile presente nei terreni sia la servitù attiva sulla superficie per costruire le fabbriche e le strade necessarie per sfruttare il loro diritto.

Le ricerche ebbero successo, perché scoprirono sia il carbon fossile a Montebamboli (Massa Marittima) che alcuni indizi che facevano supporre l'esistenza del carbone anche a Montemassi.

Dopo una verifica compiuta con il famoso geologo Giulio Curioni sui terreni nei quali esistevano o si credeva che esistessero gli strati carboniferi, Giovan Goffredo Ulrich il 4 febbraio 1841 ideò e diffuse pubblicamente il progetto per la formazione di una società di capitali. La società, mediante una indennità da pagarsi ai primi tre imprenditori, avrebbe partecipato ai diritti e alle scoperte già effettuate e congiuntamente con essi avrebbe condotto l'impresa di ricercare ed estrarre il carbon fossile nella Maremma Toscana.

Raggiunto il numero richiesto di sottoscrittori la società, denominata «Compagnia per la Ricerca e l'Escavazione di Carbon Fossile» fu costituita il 15 marzo 1841 in Livorno. La commissione conservatrice, formata da Giovan Goffredo Ulrich, Giovan Giorgio Züst e Luigi Giera conservatori e con Vincenzo Luigi Vivoli cassiere, stipulò immediatamente il contratto con i tre iniziatori della ricerca, senza previa lettura del rapporto geologico di Curioni datato 2 ottobre 1840.

Quindi, la commissione conservatrice, agente in nome e per conto dei soci, esaminò l'elenco degli atti relativi agli acquisti di terreni e immobili dal 26 febbraio 1839 all'11 marzo 1841 nelle comunità di Montemassi, Roccastrada, Gavorrano e Massa Marittima, verificando la regolarità e completezza dei titoli dei beni portati in società. Il 13 aprile 1841 entrarono anche in comunione coi soci finanziatori: «tutti i fossili già rinvenuti, tutti i lavori e opere e fabbriche già eseguite, e le macchine e gli attrezzi di qualunque genere per escavazione e ricerca attualmente esistenti, e i cavalli e tutto ciò che attualmente è posseduto per cercare e cavare il carbon fossile, tutto diviene proprietà comune».

In particolare, è molto interessante l'elenco dettagliato delle attrezzature già presenti a Montemassi. Per lo scavo: tre mazzole di ferro, sette zapponi, cinque zappe, quattordici pale, dodici picconi, tre pali di ferro e tre paletti per forare le mine, con spillo. Come esplosivi, quattro libbre di polvere da mina. Per le armature: trentuno rotoli, o tondini di leccio per puntellare il pozzo, trecento schiapponi (lungi pezzi) di leccio e quaranta correnti di legno segato. Per l'illuminazione: dodici lanterne per lo scavo del pozzo e quattro lanterne per l'esterno. Per l'estrazione dei materiali dal pozzo: una macchina a stella (à molette) azionata da cavalli, e due argani manuali azionati a braccia (tourn à bras); il corredo comprende inoltre due corde, una di 300 braccia (175 m) e una di 150 braccia (87 m), due pulegge, sei mastelli grandi e tre piccoli. Per la forza motrice animale: due cavalli per il lavoro della macchina a stella o sprone (à molette), due finimenti per cavalli, due selle per cavalli e briglie, 500 libbre di fieno, 15 staia di avena, 600 libbre di crusca. Per la fucina: un'incudine, un soffietto, una morsa, e diversi altri utensili, oltre duecento libbre di ferri nuovi e trecento libbre di ferri diversi. Per la falegnameria: quattro zappe di ferro per spaccare legname, due seghe da falegname, quattro asce, due accette e un paio di tenaglie. Per il vitto degli operai: quattro bariletti per acqua e vino, una stadera con piatto per la spesa e tre paioli di rame.

Invece, a Montebamboli era presente meno materiale. Per lo scavo: diciotto zapponi, dodici pale, quattro picconi. Per l'illuminazione: sei lumi a mano. Per l'estrazione dei materiali dal pozzo una burbera (argano a mano) e sua fune, con tre mastelli. Per gli operai: una capanna, una tenda di tela, otto sacconi, sei paioli e tre bariletti.

Tre anni dopo, nel suo Dizionario, Vanzon (1844) alla voce Montebamboli esaltava la coraggiosa società d'industrii livornesi che, senza temere le opinioni contrarie della scienza e rischiando vistosi capitali, perseverava con costanza, pervenendo ad estrarre un combustibile di eccellente qualità. Inoltre riferiva che la società aveva preparato anche i fondi occorrenti per costruire una strada ferrata, che dalla miniera trasportasse il carbone al mare.

Alla voce Montemassi il Vanzon scriveva che nel letto del torrente Raspollino erano visibili gli affioramenti di tre strati di carbon fossile, che si trovavano in rocce identiche a quelle di Montebamboli. La stessa società iniziava nella zona i lavori di scavo per il carbone, contemporaneamente a Montebamboli, sotto la direzione del suo ingegnere Francesco Pitiot. Vanzon affermava inoltre che, per la grande profondità a cui era arrivato, il pozzo era di grande interesse non solo per la mineralogia, ma anche per la fisica. Infatti, era situato a sole 70 braccia (40 m) sul livello del mare e già raggiungeva una profondità di circa 600 braccia al di sotto del livello del mare (350 m), il che lo rendeva unico, anche se esistevano altri pozzi più profondi; riferiva infine che per questa sua caratteristica i professori Matteucci e Pilla di Pisa e Bunsen di Marburg svolsero accurate misure della temperatura, scendendo personalmente nel pozzo.

PITIOT E LO SCAVO DEL POZZO TOSCANO

Matteucci (Matteucci, 1843) qualifica François Pitiot come "Ingegnere dell'École des Mineurs di Saint-Étienne". Pitiot infatti aveva frequentato la scuola mineraria di Saint-Étienne negli anni 1826 e 1827, ma con scarsi risultati per problemi di salute, e senza conseguire il diploma.

Tuttavia anche se Pitiot non concluse gli studi, come molti allievi potrebbe aver avuto già esperienze da minatore e, uscito dalla scuola nel 1828, sicuramente negli anni successivi deve aver potuto sviluppare le sue competenze professionali con l'esperienza fino a raggiungere un ottimo livello come ingegnere minerario, tanto da essere assunto nel 1841 a Livorno.

Purtroppo non esistono notizie esatte sulla proposta e nomina dell'ingegnere François Pitiot, come direttore delle miniere di Montebamboli e di Montemassi per la Compagnia per la Ricerca e l'Escavazione di Carbon Fossile di Livorno.

Comunque, a Montemassi iniziò lo scavo del pozzo Toscano nella speranza di ritrovare la lignite, così ben visibile negli strati affioranti nell'alveo del fosso Raspollino (Figg. 1 e 2), valutando la pendenza verso sud degli stessi e posizionandolo presso la riva sinistra del fosso, all'estremo levante del bacino lignitifero, a 850 braccia (496 m) dagli affioramenti (Fig. 3).



Figura 2. Fosso Raspollino - Dettaglio dello strato di lignite in affioramento.

Figura 1. Fosso Raspollino - Affioramento di lignite sulla sponda sinistra.

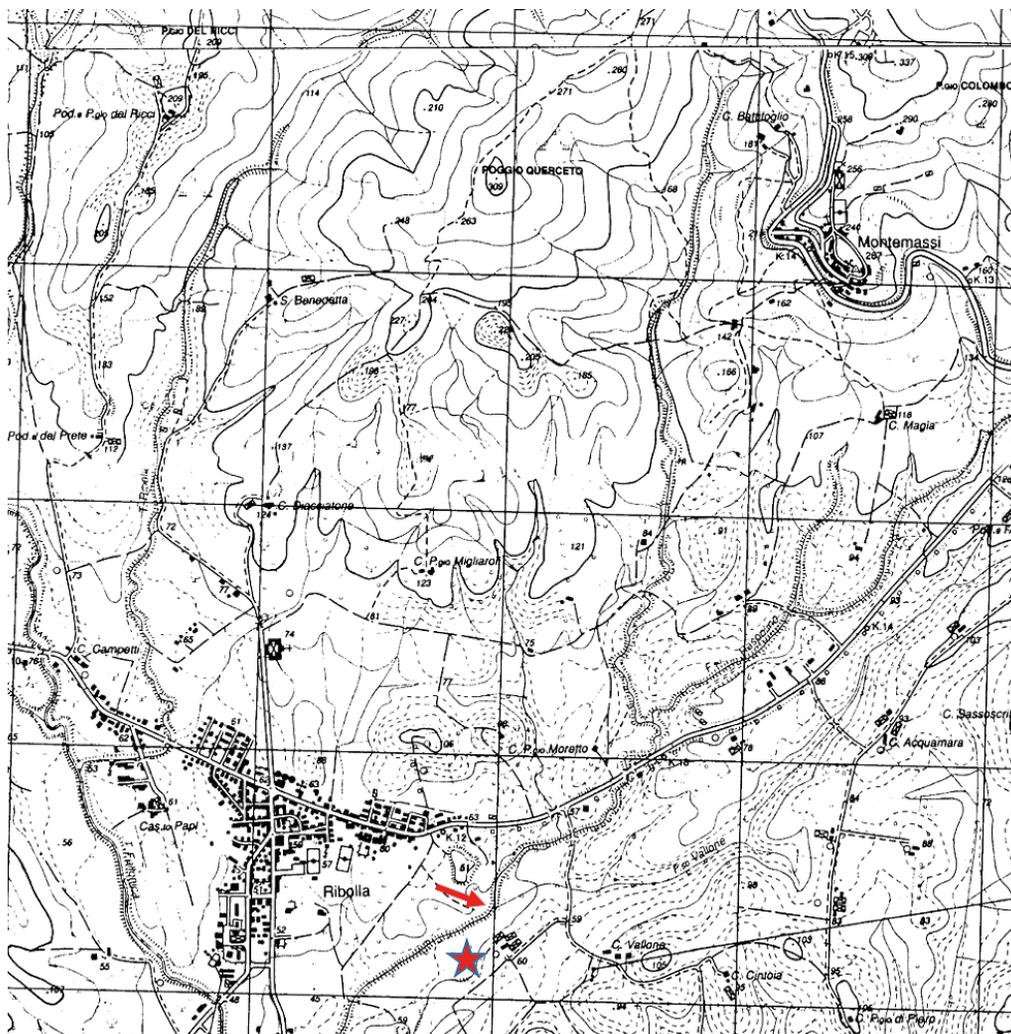


Figura 3. La stella indica la posizione del Pozzo Toscano, poco a valle dell'inserimento del Fosso Vallone nel Fosso Raspollino, individuato con una freccia. (su base cartografica IGM - Carta d'Italia scala 1:25.000, Foglio N° 319 Sezione IV - RIBOLLA).

Nel suo rapporto generale, datato 14 settembre 1842 (Pitiot, 1842), si trovano numerose informazioni di tecnica mineraria.

Pitiot comunica agli amministratori della compagnia che i lavori relativi ai pozzi delle due miniere erano iniziati nel novembre 1841. Quindi, giustifica i ritardi nello scavo dei pozzi sia per l'impiego di manodopera non specializzata e inesperta nell'uso dell'esplosivo (polvere nera) sia per la necessità di estrarre le acque incontrate nello scavo, aumentate dalle continue infiltrazioni provocate dalle intense piogge autunnali.

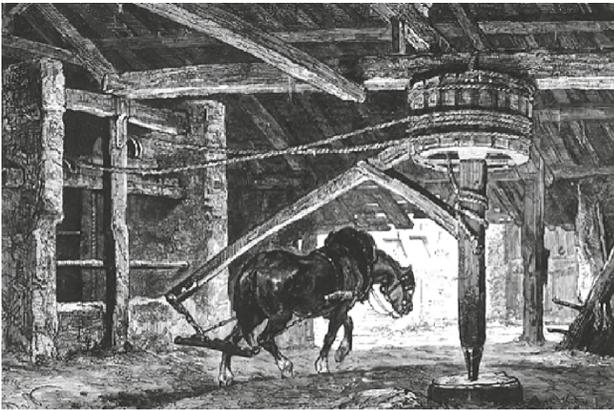


Figura 4. Il maneggio coperto (meccanismo a cavalli per l'estrazione) utilizzato nelle miniere di carbone (da Simonin, 1867).

Per quanto riguarda le acque del pozzo di Montemassi, Pitiot afferma che è riuscito a contenerle e a indirizzarle in una galleria di deposito; in tale galleria si accumulavano circa 20 barili a settimana, che venivano estratti la domenica mattina. Inoltre, per evitare il ripresentarsi del problema, comunica ai soci di aver ordinato una pompa per l'eduzione delle acque che dovrà essere azionata da cavalli.

Infatti, entrambi i pozzi non erano dotati di macchine a vapore, e l'estrazione dei materiali veniva effettuata tramite macchine a trazione animale, dette a stella o a sprone (forse per la grande ruota dentata), o "machine à molette" o baritel (baritello). Il meccanismo consisteva in un maneggio a cavalli coperto (manège) posto ad una certa distanza dalla bocca del pozzo, in cui i cavalli muovono circolarmente una grande ruota orizzontale azionando un albero verticale (Fig. 4) che con dei rinvii trasmette il moto al castelletto di estrazione posto sulla verticale del pozzo (Fig. 5). Qui, su un supporto, ruota un asse su cui sono avvolti due cavi in senso inverso, ognuno poi collegato tramite pulegge a una capace cesta (corbello) che entra nel pozzo. Le due ceste si muovevano in senso inverso, cioè mentre una saliva l'altra scendeva, e venivano utilizzate sia per sollevare i materiali dal fondo del pozzo sia per la salita e discesa dei minatori. Savi (1843) ci informa che le due ceste continuamente e alternativamente vanno in

basso e vengono in alto, impiegando in ciascuna discesa o ascensione un tempo di 20 minuti.

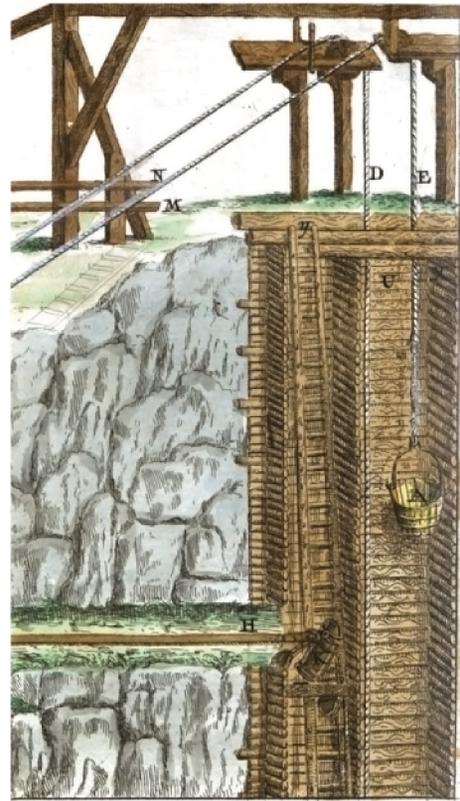


Figura 5. Armatura del pozzo, castelletto di estrazione, pulegge e corbelle (da Fabbroni, 1790).

Dal resoconto della discesa di Pilla (1843a) sappiamo che il pozzo era armato in legno fino a una certa profondità in cui si restringeva, e che esisteva una paratia in legno che divideva il pozzo in due canali per separare la corrente d'aria ascendente da quella discendente e favorire un regolare ricambio d'aria.

Nel suo lavoro sui carboni fossili Savi (1843) descrive il pozzo Toscano come un ottagono di forma allungata, più lungo che largo, con la dimensione maggiore di 4 braccia (2,3 m) e la minore di 3,5 braccia (2 m). Inoltre dice che è solidamente armato con grossi incastri e tavole di cerro e suddiviso da una parete di sottili tavole in due parti disuguali, di cui la più piccola comprende solo i tre lati più corti dell'ottagono. Il compartimento più piccolo si prolunga al di sopra del pozzo con un cilindro di legno alto 10 braccia (5,8 m) e del diametro di 1,5 braccia (87 cm), che serve a stabilire un moto ascendente per l'aria proveniente dal pozzo, e per conseguenza favorisce il moto discendente nel compartimento più ampio, che si apre a livello del suolo.

In merito al pozzo di Montemassi, Pitiot dice che si è dovuto scavare a 850 braccia (496 m) dagli affioramenti, e, quindi, dovrà arrivare a una profondità mag-

giore di quello di Montebamboli, che si trova a solo 200 braccia (116 m) dagli affioramenti di lignite. La maggiore profondità però consentirà di utilizzare per lo sfruttamento gallerie orizzontali o ascendenti, che faciliteranno l'estrazione delle acque di infiltrazione e, quindi, ridurranno la necessità di armature. Il pozzo ha la forma di un rettangolo allungato fino alla profondità di 300 braccia (175 m) e poi ha forma ottagonale, in modo da semplificarne l'armatura in legno con angoli interni più ampi (135° invece che 90°), quasi come in un pozzo circolare. Pitiot comunica che nel settembre 1842 il pozzo ha raggiunto una profondità di 480 braccia (280 m) ed ha già attraversato a 195 braccia (113 m) uno strato di carbone della potenza di 4 braccia (2,3 m) che per ora non è stato estratto, e che è visibile in affioramento a Poggio Moretto lungo il fosso Raspollino. La prosecuzione del pozzo porterà a raggiungere gli strati carboniferi degli altri due affioramenti, la cui giacitura e stratificazione non lasciano dubbi sul loro ritrovamento. Inoltre i differenti letti o strati finora attraversati da questo pozzo hanno tutti presentato una regolare inclinazione e, quindi, è ragionevole pensare che questa si manterrà anche in profondità.

STUDI SUL CALORE TERRESTRE NEL POZZO TOSCANO

Oltre che come significativo manufatto industriale, il pozzo Toscano suscitò un rilevante interesse scientifico per trovarsi in pianura, a una quota di soli 53 m rispetto al livello del mare; questa sua particolarità consentì di effettuare misure della temperatura terrestre a maggiore profondità di altri pozzi aperti a quote superiori.

Il 10 aprile 1843 Pilla, insieme con i colleghi professori Carlo Matteucci, fisico di Pisa e a Robert Wilhelm Bunsen, chimico di Marburg, visitò il pozzo di Montemassi. Pilla scese fino al fondo del pozzo, che si trovava all'epoca delle misure a 348 m dalla superficie, quindi a 295 metri sotto il livello del mare.

Matteucci nello stesso mese con una lettera al fisico François Arago (Matteucci, 1843) diffuse i primi dati raccolti sulla temperatura del pozzo, precisando però che sarebbe stato indispensabile approfondire questo primo studio con ulteriori misure.

Bunsen scrisse una lunga relazione (Bunsen, 1844) sul terreno carbonifero della Maremma toscana in cui, oltre ad altre considerazioni geologiche, cercò di esaminare le cause del singolare aumento di temperatura. Il calore, che affatica notevolmente i lavoratori nell'approfondimento del pozzo di Montemassi, è percepibile in modo sorprendente già durante la discesa. Bunsen riferisce che nel pozzo l'aumento di temperatura è non meno di 1°C ogni 14,7 m, mentre in quello di Montebamboli è addirittura di 1°C ogni 7,4 m. Egli esclude

cause locali di miniera per questo insolito aumento di temperatura, perché esso si nota in una ampia estensione delle Maremme. Infatti, ritiene che tutta la costa che si trova di fronte all'Isola d'Elba sia la copertura di un grande sistema pseudovulcanico, che si manifesta con le emissioni di vapore ad alta temperatura di Monterotondo Marittimo e Montecerboli. Muovendosi da Montebamboli verso Monterotondo, si scorgono i primi soffioni e i lagoni, e l'aumento di calore del suolo non è inferiore a quello della Solfatarina di Pozzuoli. Una perforazione nella fabbrica di acido borico di Monterotondo mostra che già a una profondità tra i 15 m e i 20 m si raggiunge la temperatura dell'acqua bollente a pressione atmosferica (100 °C). Quindi, Bunsen conclude che l'aumento di temperatura con la profondità nel pozzo di Montebamboli, che è il doppio di quello di Montemassi, è spiegabile con il fatto che Montebamboli si trova circa a metà strada tra Montemassi e Monterotondo.

Nel giugno dello stesso anno anche Pilla (1843a) pubblicò i risultati delle misure termometriche in una lettera a Élie de Beaumont presso l'Académie des Sciences. Egli riferisce che verso mezzogiorno la temperatura esterna alla bocca del pozzo era 17,2 °C ma già a 116 m di profondità, all'altezza di una piccola galleria nel primo strato di carbone, era di 25 °C. A metà della discesa nel pozzo completamente secco e arido, il calore iniziava a rendere difficoltosa la respirazione e provocava malessere. Raggiunto il fondo del pozzo, la temperatura dell'aria risultava di 31,2 °C. Quindi Pilla faceva praticare un foro nella roccia per inserirvi il termometro e registrava una temperatura di 35 °C, che raggiungeva poi 41,7 °C una volta raggiunto l'equilibrio termico.

Per confrontare correttamente la temperatura con quella degli altri pozzi più profondi noti, Pilla preparò una tabella in cui per ogni pozzo indicava le misure termometriche, la profondità assoluta e quella in rapporto al livello del mare. Nella tabella sono elencati sei pozzi con profondità assoluta maggiore di quello di Montemassi, che pur settimo è in ogni caso il più profondo in Italia. Tuttavia, dopo il pozzo di Dalcoath in Cornwall (311 m) è il secondo più profondo sotto il livello del mare (295 m), e la sua importanza è dovuta alla più alta temperatura sotterranea misurata. Pur variabile, l'aumento di calore è in media 1 °C ogni 35 m, mentre a Montemassi la temperatura aumentata circa 1 °C ogni 13 m, che è il massimo finora osservato. Dopo aver esaminato tutte le possibili circostanze locali o cause accidentali che potrebbero aver influenzato la misura, Pilla conclude che il calore misurato deriva dalla grande sorgente centrale della Terra. Infine, spiega l'eccesso di calore toscano con il fatto che l'attività ignea nella penisola italiana è continuata in epoche più recenti rispetto a quella inglese e, quindi, che il nucleo igneo centrale si trovi più vicino alla superficie.

In agosto, Pilla pubblica anche a Pisa le sue osservazioni di temperatura (Pilla, 1843b), estratte in gran parte dalla precedente pubblicazione francese. Inoltre, segnala che il pozzo ha raggiunto 360 m, una delle maggiori profondità note, e misura la più alta temperatura conosciuta. Anche in questo lavoro spiega la temperatura più elevata del pozzo con la maggiore prossimità del nucleo igneo alla superficie.

Il 20 aprile 1843 Savi (1843) visitò questo pozzo, scavato fino alla profondità di 595 braccia toscane (348 m). In merito al calore riscontrato, sottolinea che è un fatto di grande importanza sia per la Fisica terrestre sia per la Geologia. Dissente però da Pilla sull'origine del calore, che aumentando così rapidamente con la profondità non può essere riferito solo al calore centrale. Savi ammette che l'aumento di temperatura con la profondità possa essere diverso in diversi punti della superficie della Terra, e in Toscana si spiega con la plutonizzazione dei terreni, che arriva in alto fino ai terreni giurassici, mentre nel nord Europa si trova sotto ai terreni carboniferi. In ogni caso, conclude che basandosi sull'unico dato del pozzo di Montemassi non possono farsi teorie, e attribuisce il calore a fenomeni chimici locali, come quelli che producono i soffioni boraciferi, le putizze o le sorgenti termali del Volterrano e del Massetano.

In seguito, anche Henri Coquand nel suo lavoro sulle solfatare, allumiere e lagoni della Toscana (Coquand, 1848) rifiuterà la tesi di Pilla, avanzando seri dubbi sulla provenienza profonda del calore. Osservando che l'anomalia termica del pozzo di Montemassi non si registra nelle misure compiute nei pur vicini pozzi minerari del Campigliese e del Massetano, egli conclude che il calore di Montemassi va collegato necessariamente ai fenomeni geotermici locali, come i lagoni e le allumiere.

IL PROFILO STRATIGRAFICO DEL POZZO TOSCANO

La colonna litostratigrafica delle rocce attraversate nello scavo del pozzo Toscano è stata conservata fino a oggi tramite una copia della carta originale di Pitiot, realizzata negli anni '30 dalla società Montecatini e conservata a Ribolla nell'archivio minerario Scapigliati.

In questo documento (Fig. 6), la caratterizzazione litologica del pozzo è molto dettagliata, anche se nella descrizione macroscopica dei 43 strati oltre alle indicazioni di colore e durezza vengono utilizzati alcuni termini fantasiosi o desueti, come ad esempio "pudino" per "puddinga".

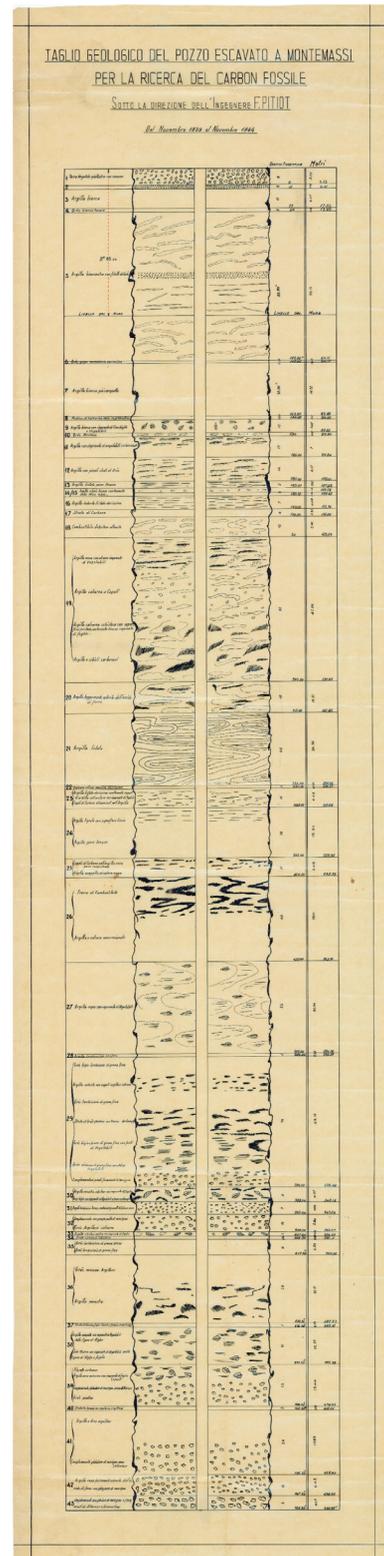


Figura 6. Colonna Litostratigrafica del Pozzo Toscano, copia dell'originale di François Pitiot, realizzata dalla Società Montecatini.

Figura 7. Sezione Stratigrafica di Montemassi (da Pilla, 1843c). a) granitone (gabbro); b) ancora granitone (ipotizzato); c) conglomerato ofiolitico; d) strato inferiore di carbone; e) conglomerato ofiolitico; f) strato superiore di carbone; g) calcare bituminoso fossilifero; h) strati argillosi; i) grosso strato di carbone; k) strati argillosi; m) materie alluviali – La direzione degli strati e E-O e l'inclinazione è 34° S.

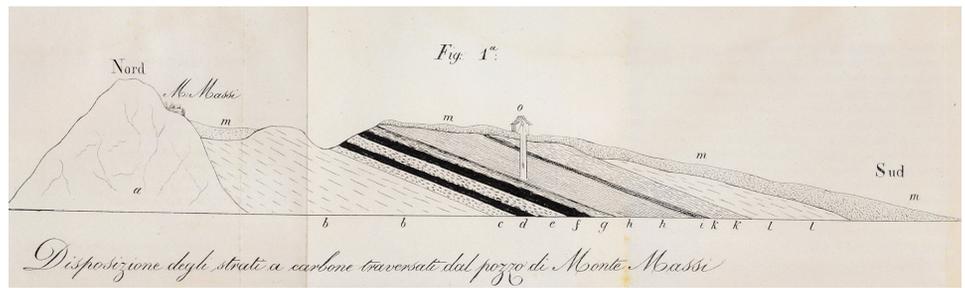
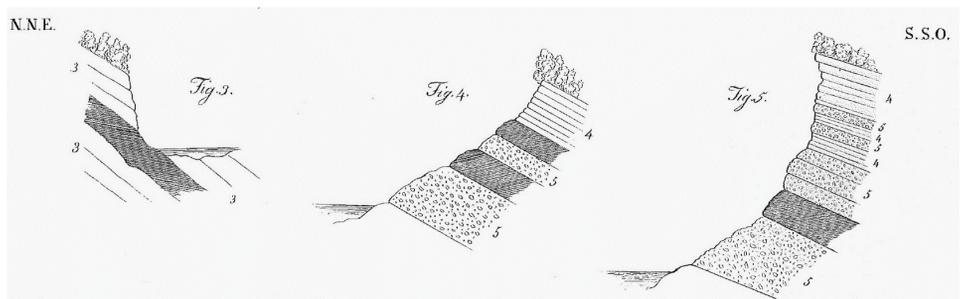


Figura 8. Sezioni geologiche degli affioramenti in Val di Bruna del fosso Raspollino (da Savi, 1843). In dettaglio: Fig. 3 Poggio Moretto, in cui lo strato di carbone è in mezzo alla Mollassa (3); Fig. 4 Vado all'Orto, con i due strati di carbone: l'inferiore è nel conglomerato ofiolitico (5), il superiore si trova tra il conglomerato e il calcare fetido conchigliifero (4); Fig. 5 Fonte al Tamburino, con un grosso strato di carbone racchiuso tra i banchi di conglomerato ofiolitico (5).



Pilla descrive il terreno di Montemassi (Pilla, 1843c) riportando la successione degli strati come rilevata negli affioramenti: argille, strati argillosi con grosso strato di carbone marcito, strato di calcare bituminoso (con *Mytilus brardii* e impressioni di frutti di conifere e foglie di acero, platano, salice), strato di carbone, conglomerato ofiolitico, strato inferiore di carbone ed infine uno strato inferiore di conglomerato ofiolitico a piccoli frammenti (Fig. 7).

Circa il pozzo Toscano, dice che dopo aver traversato gli strati argillosi, incontra a 195 braccia (113 m) uno strato di carbone spesso 4 braccia (2,3 m), quindi attraversa altri strati di argilla indurita con rare piccole vene carboniose e nel fondo, a 615 braccia (359 m), raggiunge un'arenaria feldspatica verdastra.

Savi (1843) descrive gli strati osservati risalendo il corso del torrente Raspollino (Fig. 8) e, quindi, elenca con maggiore accuratezza gli strati presenti nel pozzo Toscano. Egli ha veduto questo pozzo scavato fino alla profondità di 595 braccia toscane (348 m), e ha esaminato i saggi degli strati incontrati nello scavo, forniti da Pitiot.

Savi riferisce che fino a 170 braccia (99 m) il pozzo attraversa un'argilla giallino-rossiccia, poi incontra un'argilla indurita grigio-azzurra che si alterna con strati di ghiaia, ora più grossa, ora più minuta; in questi strati si trovano impronte di foglie di dicotiledoni e modelli mal conservati di bivalvi del genere *Cardium*. Quindi, l'argilla diventa più biancastra e a 200 braccia (116 m) incontra lo strato di carbone che affiora a Poggio Moretto, buono ma non così bituminoso

come quello di Montebamboli, che giace su un'argilla giallino-rossiccia con impronte di foglie, che sembrano di castagno o magnolia. A 320 braccia (187 m) si trova argilla grigia con ulteriori impronte, e sotto un calcare durissimo di aspetto dolomitico, con fratture riempite da cristalli di calcite. A 367 braccia (214 m) si ritrovano le argille ferruginose, povere di impronte, e a 372 braccia (217 m) un sottile strato di carbone. Fino a 393 braccia segue un'argilla bituminosa; quindi, continuano le alternanze di argille indurite azzurrine con arenarie e conglomerati, tranne a 414 braccia (241 m) con una roccia dura, nerastra, quasi silicea, e a 561 braccia (327 m) con un sottilissimo strato di carbone, sottostante a una roccia argillosa nero-lavagna, molto bituminosa.

Coquand dice semplicemente che si tratta di un pozzo quasi sterile che attraversa argille, arenarie e conglomerati (Coquand, 1848), con piccoli strati di carbone nel terreno terziario lignitifero.

Novarese, nel suo scritto sui terreni miocenici di Val di Bruna, afferma che i profili naturali accessibili in superficie sono tutti parziali, e sottolinea l'importanza del pozzo Toscano in cui è stato possibile esplorare a fondo la serie miocenica (Novarese, 1908). Egli esamina il profilo stratigrafico di Pitiot, all'epoca conservato presso le miniere, che riproduce graficamente tutta la serie dei terreni attraversati dal pozzo Toscano fino alla profondità di 440,92 m e afferma che da un altro documento esistente presso l'amministrazione delle miniere il pozzo Toscano avrebbe in seguito raggiunto la profondità di 463 m, veramente straordinaria per il

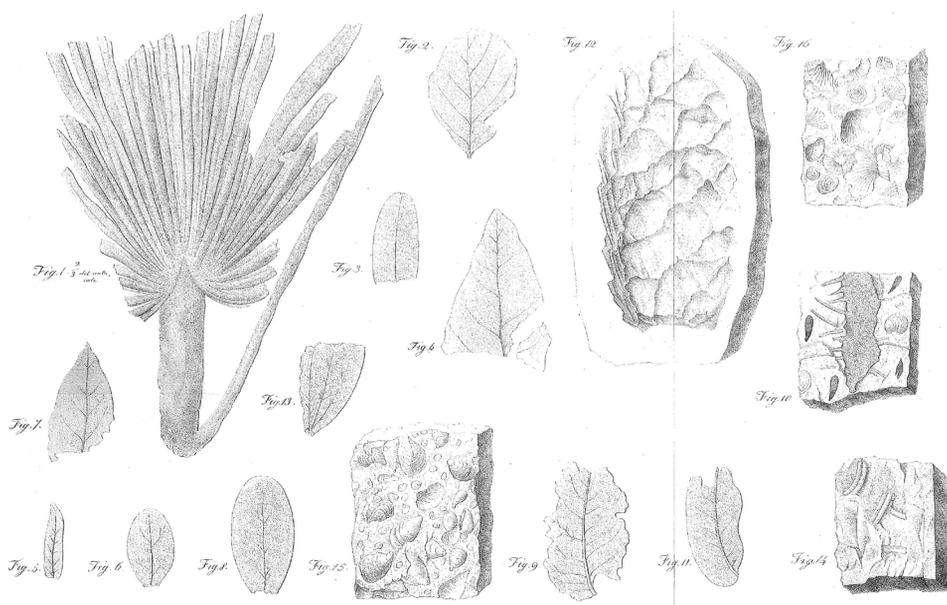


Figura 9. Fossili miocenici in Val di Bruna e Val di Cornia (da Savi, 1843). In dettaglio: Fig.12 Impronta di strobilo di conifera nella Mollassa del Pozzo di Montemassi; Figg. 3, 5, 6, 8, 13 Impronte di foglie di piante dicotiledoni dal Calcare fetido di Montemassi; Fig. 15 Calcare fetido con *Mytilus* e opercoli; Fig. 10 Conchiglia univale, probabilmente *Neritina*.

tempo. Quindi, riassume per sommi capi in sole sei grandi suddivisioni l'intera descrizione della serie lignitifera del pozzo.

PALEONTOLOGIA DEL POZZO TOSCANO

All'epoca, fu notevole anche l'interesse paleontologico del pozzo Toscano per gli studi sul Miocene, nonostante le notevoli alterazioni subite dai fossili per la pressione e le azioni plutoniche.

Infatti, Savi fa notare che è rarissimo trovare fossili ben conservati nei terreni carboniferi maremmani, perché i molluschi sono rotti o schiacciati, o ne resta solo il modello, mentre i vegetali sono spesso convertiti in masse bituminose e mancano dei caratteri indispensabili per determinare la specie (Savi, 1843).

Tuttavia, riferisce di aver trovato nelle argille arenacee del pozzo un femore e forse un'ulna di mammifero, molto alterati, probabilmente di un carnivoro. Tra i molluschi cita modelli ed impronte di *Mytilus brardii*, insieme ad opercoli di mollusco univale e frammenti di conchiglie forse del genere *Neritina*, molto abbondanti nei calcari fetidi, oltre a modelli di bivalvi anche nella molassa. Per i vegetali, sono presenti nel calcare fetido foglie di piante dicotiledoni tra cui querce, corniolo, ontano, platano, oltre ad una pigna di *Pinus pinea* e impronte di carpelle di pino (Fig. 9).

Savi conclude che, nonostante la difficoltà di identificazione dei fossili, all'epoca esistevano estese porzioni di suolo emerso con piante dicotiledoni e mammiferi terrestri, e che le acque in cui avvenne la sedimentazione erano marine o di stagni salmastri, come deducibile dalle conchiglie prevalenti.

Bunsen osserva che i terreni carboniferi maremmani non contengono resti di pteridofite o di altre piante caratteristiche delle formazioni carbonifere nordeuropee, ma invece sono ricche di impronte di foglie di piante dicotiledoni, appartenenti a periodi di gran lunga più recenti (Bunsen, 1844). Tra i molluschi cita oltre al *Mytilus brardii* anche il *Mytilus pygmaeus*, il *Mytilus antiquus*, un *Cardita*, un opercolo e squame di *Paludina*. Dopo questi iniziali e limitati dati forniti dal pozzo Toscano, gli studi paleontologici saranno notevolmente integrati negli anni seguenti con i ritrovamenti nelle miniere vicine, in cui saranno meglio identificati e studiati i fossili miocenici tra cui anche cheloni, rettili e mammiferi e soprattutto con il famoso primate *Oreopithecus bambolii*, scoperto a Montebamboli (Weithofer, 1888, 1889; Ottolenghi, 1898; Ristori, 1890, 1895, 1897; Merciai, 1907).

LA FINE DEL POZZO TOSCANO

Nell'appendice aggiunta al suo libro sulla ricchezza minerale della Toscana, Pilla (1845) si rammarica del crollo del pozzo Toscano, in conseguenza delle grandi piogge e inondazioni dell'ottobre e novembre 1844. Egli riferisce che il pozzo, che si trovava ad una quota di soli 48 m sul livello del mare, fu invaso da inondazioni improvvise e così abbondanti che causarono il suo crollo in meno di 4 giorni e che questa fu una grave perdita non solo per la compagnia mineraria, ma anche per la scienza.

Infatti, il pozzo si trovava alla sinistra idrografica e quasi alla stessa quota del fosso Raspollino, nei pressi del punto in cui questo riceve il fosso Vallone; il Ra-

spollino, notevolmente ingrossato dalle intense piogge dell'autunno del 1844, straripò e invase l'imboccatura del pozzo, di poco più elevato rispetto al corso d'acqua, allagandolo e provocandone il crollo.

Sicuramente, le continue e fortissime precipitazioni e le tempeste violente per tutto il mese di ottobre gonfiarono tutti i corsi d'acqua toscani e causarono il 3-4 novembre una disastrosa alluvione dell'Arno a Firenze (Anonimo, 1864) ma anche gravi danni nel bacino del Bruna, di cui il fosso Raspollino è affluente, come indicato nella mappa n. 437 del fondo Asburgo di Toscana (Benigni, 2008).

Ormai reso inagibile dalla frana il pozzo Toscano, la società mineraria dovette procedere con costi notevoli allo scavo di nuovi pozzi che, nonostante l'aumento di capitale compiuto anche per realizzare la strada ferrata carbonifera di Montebamboli, portarono la società al fallimento.

Terminati i capitali disponibili intorno al 1848, i lavori furono interrotti e così anche i nuovi pozzi e gallerie, privi di manutenzione, lentamente franarono. I lavori minerari nella zona ripresero solo 10 anni più tardi, nel 1858, con l'impulso dell'imprenditore Luigi Ferrari Corbelli.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'interesse del Granduca Leopoldo II e la sua azione di stimolo all'attività mineraria e industriale determinarono la nascita di numerose società private per la riattivazione delle miniere metallifere e la ricerca del carbone. A causa però del lungo periodo di inattività mineraria precedente fu necessario ricorrere a tecnici francesi come L. Porte, F. Pitiot, L. Simonin, A. Cailiaux, H. Coquand e tedeschi come K. Pohl, A. Schneider, T. Haupt, provenienti dalle scuole minerarie di Parigi, Saint Étienne e Freiberg.

Tuttavia, pur assicurato l'indispensabile livello di conoscenze minerarie, anche a causa della scarsità di capitali, la tecnologia estrattiva era ancora di transizione, basata sulla semplice forza umana e macchine a trazione animale e non ancora a vapore. Le miniere di lignite ebbero quindi, dalla loro scoperta e per circa un ventennio durante il quale la Toscana fu governata dal Granduca Leopoldo II, uno scarso sviluppo con relativa limitata produzione di combustibile.

In questo quadro, il carbone di Montemassi trovò un uso prevalentemente locale, per alimentare fornaci di laterizi o per calce da calcare. Infatti, il trasporto del minerale era difficoltoso, perché svolto con barrocci, carri trainati da bestie da soma che potevano trasportare solo una tonnellata di minerale, e che percorrendo circa 30 km di strade dissestate raggiungevano il mare. Quindi, il carico doveva essere trasferito sui battelli per il porto di Livorno, industrioso punto di consumo e confronto col prezzo del litantrace inglese, importato in grandi quantità e di

migliore qualità rispetto alla lignite picea toscana. Per questo motivo nel 1846 la Società costruì una ferrovia, anch'essa a trazione animale (con cavalli) da Montebamboli al mare, mentre solo nel 1892 il bacino carbonifero di Montemassi-Ribolla sarà collegato alla stazione di Giuncarico della linea ferroviaria tirrenica.

Il pozzo Toscano, nonostante il relativo interesse industriale, con i suoi 463 m fu allora e per lungo tempo il pozzo minerario più profondo mai realizzato in Italia. Nonostante la sua breve vita, conclusa in seguito alle alluvioni del 1844, lo scavo del pozzo fu molto importante per lo studio scientifico della geologia del Mioocene toscano, per gli studi sul calore terrestre e una migliore comprensione dei fenomeni geotermici toscani. Le migliori qualità tecniche (potere calorifero e ceneri) della lignite picea di Montemassi rispetto alla lignite xiloidale del Valdarno, pur tenendo conto delle interpretazioni paleoambientali, furono spiegate come un effetto prodotto dalle intrusioni magmatiche che avevano provocato un metamorfismo anomalo, trasformando la lignite in un "quasi litantrace", uno dei carboni migliori d'Italia.

Tuttavia, il giudizio posteriore di Haupt (1889) sul pozzo Toscano è severo: egli indica il gran pozzo di Montemassi tra gli "stabilimenti intempestivi" e di conseguenze dannose, perché assorbivano il capitale sociale delle imprese e ne ritardavano lo sviluppo, che in seguito avrebbe potuto effettivamente maturare l'opportunità di quei stabilimenti. Inoltre, egli affermava che nell'industria mineraria è l'opportuno che conta, il poco a poco, il graduale, il proporzionale; il minerale non sempre è in profondità più ricco, ma molto spesso più povero, e così vengono spesi grandi capitali senza alcun frutto, sperando invano nella profondità.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano per le utili informazioni sulla scuola mineraria di Saint-Étienne e François Pitiot il Prof. Marco Bertilorenzi dell'Università di Padova e il Prof. Michel Cournil dell'École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne; Laura Colombi della Biblioteca Labronica F.D. Guerrazzi di Livorno per i numerosi consigli e il notevole aiuto nella ricerca di documenti. Si ringrazia in particolare per la ricerca bibliografica e iconografica tutto il competente personale della Biblioteca dell'ISPR.

Questo lavoro è stato incoraggiato dalla Sezione di Storia delle Scienze della Società Geologica Italiana.

BIBLIOGRAFIA

- ANONIMO, 1841. *Atti relativi all'associazione tra i signori De Mailand e Caillon e Gianjacopo Formigli e diversi somministratori di capitali per ricerca e cavamento in comune di carbon fossile ec.* Tipografia Giulio Sardi, Livorno, 29 pp.
- ANONIMO, 1864. *Inondazioni in Firenze del 3 e 6 novembre 1844 e 1864, Provvedimenti e soccorsi del governo granducale e dell'italiano.* A spese dell'Editore, Guerrini, Firenze, 40 pp.

- BENIGNI P., PANSINI G., 2008. *Le Mappe del fondo Asburgo di Toscana nell'Archivio Nazionale di Praga*. Archivio di Stato di Firenze, Firenze, 273 pp.
- BRIANTA D., 2007. *Europa mineraria. Circolazione delle élites e trasferimento tecnologico (Secoli XVIII-XIX)*. FrancoAngeli, Milano, 449 pp.
- BUNSEN R., 1844. Über das steinkohlenführendererrein der Toscanischen Maremma. *Annalen der Chemie und Pharmacie* 49(3): 264-274.
- CANTÙ I., 1844. *L'Italia scientifica contemporanea, notizie sugli italiani ascritti ai cinque primi congressi*. Vedova di A.F. Stella e Giacomo Figlio, Milano, 513 pp.
- COQUAND H., 1848. Sur un filon antimonifère, les Solfatares, et les Lagoni de la Toscane, et sur l'accroissement de température en profondeur. *Bulletin de la Société Géologique de France Série II*, 6: 91-160.
- FABBRONI G., 1790. *Dell'antracite o carbon di cava detto volgarmente carbon fossile: compilazione fatta per ordine del governo*. Per Gaetano Cambiagi Stampatore Imperiale, Firenze, 359 pp.
- Giornale dell'Associazione Agraria della provincia di Grosseto (1848). Al Gabinetto Scientifico-Letterario di G.P. Vieusseux, Tipografia Galileiana, Firenze, 152 pp.
- HAUPT T., 1843. Sulla riattivazione e sui modi di far stabilmente prosperare le miniere toscane. Rapporto manoscritto dell'Archivio di Stato di Firenze, Segreteria di Gabinetto, Appendice, 245, ASF Capirotti di Finanze, 68, 4 febbraio 1843.
- HAUPT T., 1847. *Delle miniere e della loro industria in Toscana*. Tipografia Le Monnier, Firenze, 251 pp.
- HAUPT T., 1889. *Rendimento di conto del mio servizio in Italia*. Tipografia dei Successori Le Monnier, Firenze, 169 pp.
- HENRION F., 1792. *L'italiano istruito sopra tutte le specie di carbon fossile e della turfa. Sopra le rispettive loro miniere e turfieri*. Nella Stamperia di Pietro Allegrini, Firenze, 182 pp.
- MATTEUCCI C., 1843. Note sur la température du fond d'un puits de la Maremma Toscane – Extrait d'une lettre de M. Matteucci à M. Arago. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences de Paris* 16(17): 937-938.
- MERCIAI G., 1907. Sopra alcuni resti di vertebrati miocenici delle ligniti di Ribolla. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie, Serie A* 23: 79-86.
- NOVARESE V., 1908. I terreni miocenici di Val di Bruna (Maremma Toscana) ed i loro giacimenti di lignite. *Bollettino del Regio Comitato Geologico d'Italia* 39(1): 4-41 e 39(2): 85-114.
- OTTOLENGHI F., 1898. Nota sopra una scimmia fossile italiana. *Atti della Società Ligustica di Scienze Naturali e Geografiche* 9: 399-403.
- PILLA L., 1843a. Sur la température d'un puits ouvert à Monte-Massi. Près de Grosseto, en Toscane. Lettre de M. Léopold Pilla à M. Élie de Beaumont. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 16(23): 1319-1327.
- PILLA L., 1843b. Osservazioni circa la temperie del pozzo di Monte Massi in Maremma. *Miscellanee di Chimica, Fisica e Storia Naturale* 1(7-8): 97-108.
- PILLA L., 1843c. *Notizie geologiche sopra il carbon fossile trovato in Maremma*. Tipografia Galileiana, Firenze, 27 pp.
- PILLA L., 1845. *Breve cenno sulla ricchezza minerale della Toscana*. Tipografia Rocco Vannucchi, Pisa, 226 pp.
- PITTIOT F., 1842. *Rapporto generale sulle miniere di carbone, e sopra i lavori eseguiti nelle località di Monte Massi, e di Monte Bamboli nella Maremma Toscana, dal novembre 1841 fino al luglio 1842 ai signori amministratori della compagnia di ricerca per l'escavazione del carbone fossile*. Tipografia Giulio Sardi, Livorno, 11 pp.
- PITTIOT F., 1844. *Sui lavori eseguiti nelle miniere di carbon fossile di Monte Bamboli e Monte Massi nella campagna dal 1843 al 1844*. Tipografia Giulio Sardi, Livorno, 5 pp.
- REPETTI E., 1839. *Dizionario geografico fisico storico della Toscana contenente la descrizione di tutti i luoghi del Granducato, Ducato di Lucca, Garfagnana e Lunigiana*. Vol. III. M-O. Presso l'Autore e Editore coi tipi Allegrini e Mazzoni, Firenze, 711 pp.
- RIPARBELLI A., 1989. *I Lorena e la politica mineraria in Toscana*. In: *La Toscana dei Lorena, riforme, territorio, società*. Atti del Convegno di Studi, Grosseto, 27-29 novembre 1987, a cura di Z. Ciuffoletti e L. Rombai: 99-121, Leo S. Olschki Editore, Firenze.
- RISTORI G., 1890. Le scimmie fossili italiane. *Bollettino del Regio Comitato Geologico d'Italia* 21(5-6): 178-196.
- RISTORI G., 1895. I cheloniani fossili di Montebamboli e Casteani. Con appendice sui cheloniani fossili del Casino (Siena). *Pubblicazione del Regio Istituto di Studi Superiori Pratici e di Perfezionamento in Firenze, Sezione Scienze Fisiche e Naturali*. Vol. 21: 1-104. Tipografia G. Carnesecchi e Figli, Firenze.
- RISTORI G., 1897. Osservazioni sull'età e sulla genesi delle ligniti del Massetano (Montebamboli, Casteani e Ribolla). *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie* 15: 106-119.
- SAMMURI P., 2015. *La nascita della Geologia pisana. Geoitaliani*. <http://www.geoitaliani.it>, Società Geologica Italiana, Sezione delle Geoscienze, Roma, 9 pp.
- SIMONIN L., 1867. *La Vie souterraine. Les mines et les mineurs*. Hachette, Paris, 607 pp.
- SAVI P., 1843. *Sopra i carboni fossili miocenici della Maremma Toscana*. Tipografia Nistri, Pisa, 78 pp.
- TARGIONI TOZZETTI G., 1768-1779. *Relazioni d'alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana per osservare le produzioni naturali, e gli antichi monumenti di essa*. Edizione seconda con copiose giunte. 12 Volumi. Nella Stamperia Granducale per Gaetano Cambiagi, Firenze.
- VANZON C.A., 1844. *Monte-Bamboli. Monte-Massi*. In: *Dizionario universale della lingua italiana, U-Z*. Appendice, ossia giunte e correzioni al dizionario universale della lingua italiana: 737-738, Nella Stamperia di Ferd. Cristiani, Livorno.
- WEITHOFER K.A., 1888. Alcune osservazioni sulla fauna delle ligniti di Casteani e di Montebamboli (Toscana). *Bollettino del Regio Comitato Geologico d'Italia* 19(11-12): 363-368.
- WEITHOFER K.A., 1889. Über die tertiären Landsäugethiere Italiens. *Jahrbuch der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt* 39(1-2): 55-82.

(ms. pres. 11 maggio 2021; ult. bozze 8 settembre 2021)