

I tufi vulcanici della Tuscia romana, loro origine, diffusione ed età.

Memoria del Socio G. PONZI

letta nella seduta del 6 febbraio 1881.

Nel progresso della scienza geologica varie volte è accaduto che, o per insufficienza d'osservazioni, o per inesattezza di giudizi, o anche per semplice detto di qualche illustre autorità, si sono sollevate questioni, che hanno aperto il campo a lunghi e calorosi dibattimenti, i quali poi coll'andare del tempo, rettificata le idee, o sono per loro stessi scomparsi, ovvero si sono risolti col torto o colla ragione di tutti. Così fu al principio di questo secolo della celebre controversia fra i nettunisti e i plutonisti: così di quella dei crateri di sollevamento promossa da De Buch, e così anche accadrà dell'altra di più recente data, sulla origine ed estensione dei tufi vulcanici, che, sebbene contenuta in più ristretti confini, pure per non essere stata mai risolta è mestieri venga definitivamente eliminata dall'agone scientifico.

Quella fertile regione dell'Italia centrale, che al nord-ovest si estende in lunghezza dalla città di Roma al confine toscano, e in larghezza dagli Appennini al mare Tirreno, fu negli antichi tempi la contrada abitata dagli Etruschi, i quali vi mantennero la loro dominazione, finchè non venne conquistata dai Romani. Dopo la fusione di quei popoli il paese venne detto la Tuscia romana. Il suolo è per la più gran parte vulcanico; imperocchè nel suo seno si comprendono i tre centri di emanazioni terrestri, che si conoscono coi nomi di vulcani, Vulsinio, Cimino e Sabatino, i quali potrebbero dirsi anche etruschi come facciamo dei Laziali, Ernici, Campani ecc. A questi tre spiragli si diressero le forze eruttive del pianeta terrestre per compiere in ciascuno una lunga serie di tremende conflagrazioni, durante il passaggio dell'eccezionale periodo glaciale. I loro crateri rilevati sull'altitudine di tre larghissimi coni di deiezione, si seguono l'un dietro l'altro sulle pianure subappennine per dar principio a quella lunga catena di vulcani costituente la zona eruttiva italiana, che accenna al cammino d'una grande fenditura della crosta terrestre, scorrente su tutte le radici dei monti appennini del piovante tirreno.

Da tali crateri traboccò quella immensa quantità di materiali detritici, elaborati dal fuoco, che costituiscono i conglomerati o tufi vulcanici distinti da caratteri loro propri e ben pronunciati. Le loro assise sedimentarie, sovrastanti ai terreni terziari, sono diffuse per centinaia di chilometri quadrati, ed occupano una gran parte delle distese subappennine nell'Italia centrale. Basta dire che dal confine toscano i tufi vulcanici radendo le frastagliate radici dei monti maggiori s'introducono, oltre l'accennata area, a ricuoprire gran parte della valle del prisco Lazio percorsa dal fiume

Sacco, e all'esterno dalla catena lepina li vedi ricomparire sotto Cori e Norma, fino alle paludi Pontine.

Ma così grande estensione non dee far meraviglia, perchè riconosciuta di fatto da tutti i geologi. La quistione non è questa: la differenza delle opinioni concerne piuttosto il mezzo che la natura adoperò per isperdere quelle sostanze a così remote distanze dai centri di emissione, e alla età geologica a cui riferire la grande manifestazione vulcanica nell'Italia centrale. È questo appunto l'argomento che dobbiamo trattare. Ma prima d'affrontare un problema così importante, mi sembra pregio dell'opera fare una rassegna bibliografica di tutto quello che è stato scritto sui tufi vulcanici in questione. Per altro siccome una tale impresa sorpasserebbe i confini d'una Memoria, così conviene restringersi solo ai lavori di coloro che parlarono sulla origine dei tufi vulcanici, onde apprezzare la diversità delle opinioni emesse, e perchè il problema venga meglio compreso e risoluto con soddisfazione.

Erano già precedute le peregrinazioni scientifiche dello Spallanzani nelle estreme regioni dell'Italia ⁽¹⁾, e quelle del Santi sulle altitudini toscane del monte Amiata ⁽²⁾; quando al principiare di questo secolo la geologia, ancor minorenni, vide comparire due personaggi distinti, i quali si possono considerare come gl'istitutori della moderna vulcanologia. Questi furono Scipione Breislak delle scuole Pie, e Giovanni Brocchi ispettore delle miniere sotto il governo italico. Il primo di questi si occupò a preferenza dei vulcani della bassa Italia, ovvero della Campania, limitando il campo delle sue osservazioni al corso del Garigliano ⁽³⁾. L'altro fece soggetto dei suoi studi l'Italia centrale trascorrendo prima lo spazio che intercorre fra il Garigliano e il Tevere; poi vedendo che i terreni vulcanici si estendevano a nord-ovest molto al di là della città di Roma, passò il fiume e si spinse fino alla Toscana dove hanno termine quei terreni. Laonde esaminò diligentemente i vulcani degli Ernici nel bacino di Frosinone attraversato dal Sacco, e quelli del Lazio che lor succedettero, quindi i Sabatini, i Cimini, i Vulsinii colle rilevate cupole di Trachiti da esso chiamate Necroliti, alle quali si trovano associati. Paesi ancor vergini perchè fino a lui non erano stati mai trascorsi da veruno scienziato. Perito in tutti i rami di storia naturale, classificò le trachiti e le lave, le scorie e i lapilli, e gli altri ingredienti dei conglomerati, descrivendoli nel suo catalogo ragionato delle rocce italiane ⁽⁴⁾. Riconobbe i feldspati come proprietà di quei vulcani, e le pomici derivate dalla loro fusione, come caratteristiche dei tufi romani. Finalmente considerando 1° che le rocce tufacee sono regolarmente e per lunghissimi spazi stratificate e coordinate anche a considerevoli distanze dai crateri di origine; 2° che vi si contengono ciottoli di lave e calcarie rettonati per lungo attrito di trasporto; 3° che vi si racchiudono altresì spoglie di grandi quadrupedi, come sono le ossa elefantine; 4° che il suolo presenta la forma ondeggiante delle marne e delle ghiaie; 5° che i conglomerati

⁽¹⁾ *Viaggi alle due Sicilie, e in alcune parti dell'Appennino*, di Lazzaro Spallanzani. Milano 1825.

⁽²⁾ *Viaggio al Monte Amiata*, di Giorgio Santi, professore di storia naturale nella università di Pisa. Pisa 1795.

⁽³⁾ Breislak, *Topografia fisica della Campania*. Firenze 1798.

⁽⁴⁾ *Catalogo ragionato di una raccolta di rocce disposte con ordine geografico per servire alla geognosia dell'Italia*, di G. Brocchi membro dell'istituto. Milano 1817.

di quei vulcani sono evidentemente impastati dalle acque, per cui risultano rocce dure e compatte da servire come pietre da fabbrica; 6° che in alcuni luoghi, tuttochè rari, pur sono stati rinvenuti rimasugli d'essere marini; ne deduce con ragione che quei vulcani sbucarono nel fondo del mare, allorchè questo ricuopriva ancora le colline subappennine. Tale fu l'opinione del Brocchi (') sulla origine dei tufi vulcanici.

Contemporaneo a questi era il mio suocero Francesco Saverio Barlocchi, professore di fisica sperimentale nell'archiginnasio della Sapienza di Roma, che coltivò anche la geologia, quando questa scienza navigava ancora in acque basse. Egli scrisse sulle cause probabili dei vulcani, e pubblicò una Memoria sul lago Sabatino, e sulle acque dei suoi dintorni. In essa (*), fatta la topografia della contrada, viene esaminata la profondità del lago, e riferite le esperienze a conoscerne la temperie e le arene. Si dà ragione delle sorgive, specialmente di quella termale di Vicarello e acide di Anguillara, e delle loro virtù. Sebbene in questi lavori non si parli della formazione dei tufi, tuttavia l'autore professava le stesse dottrine del suo amico Brocchi; al quale fu anche socio, insieme al prof. di chimica Morichini, nelle esperienze allora istituite sulla malaria di Roma al Campo Verano prima che fosse convertito in necropoli.

Nell'anno 1844 il mio amico marchese Lorenzo Pareto a cui fui compagno e guida nelle peregrinazioni sui monti Laziali, fece di pubblica ragione una Memoria in cui si contengono le sue osservazioni geologiche dal monte Amiata a Roma (*). Dopo aver data una descrizione geografica del distretto vulcanico circoscritto dai fiumi Fiora, Paglia e Tevere, dà ragione dei terreni che lo costituiscono. Passa in rivista le masse trachitiche che sotto forma di cupole o mammelloni vi si trovano sparse, i principali dei quali sono i monti Amiata, Cimino, Virginio, le prominente tolfe-tane e del Sasso, ad esso attinenti. Determinati quindi i crateri vulsinii prossimi al lago di Bolsena, il Cimino, e i Sabatini alle radici del Virginio, esamina le numerose correnti di lave che irradiarono attorno a essi, e la immensa quantità di materie sciolte, che conglomerate, vennero dalle acque diffuse su tutta la regione etrusca. Finalmente mette fuori il suo giudizio su questi vulcani apparentemente spenti, e rapporto ai tufi da principio si mostra dubbioso a quali acque abbiassi ad attribuire l'impasto dei conglomerati; ma poi non avendovi rinvenuta traccia alcuna di spoglie marine, è condotto ad una opinione contraria a quella di Brocchi; cioè avere quei vulcani spiegata la loro azione entro un gran lago rappresentato dalla stessa estensione dei tufi, che secondo questo modo di vedere sarebbero conglomerati d'acqua dolce.

Allorchè il progresso scientifico fece meglio conoscere la scala stratigrafica delle rocce nettuniane, e per mezzo dei fossili furono determinate le epoche della Terra,

(') Leggi la introduzione all'opera sopracitata, pag. XXII.

(*) *Ricerche fisico-chimiche sul lago Sabatino, sulle sorgenti delle acque minerali che scaturiscono nei suoi contorni e principalmente sulle acque minerali di Vicarello.* Memoria di Saverio Barlocchi professore di Fisica sperimentale nell'Archiginnasio della Sapienza di Roma e membro del Collegio filosofico. 3ª Edizione corretta. Anno 1843.

(*) *Osservazioni geologiche dal monte Amiata a Roma,* del marchese Lorenzo Pareto. Giornale Arcadico, tom. C, fascicolo di luglio. Roma 1844.

i tufi vulcanici dell'Italia centrale presero un posto fra i terreni terziari e particolarmente furono collocati da Lyell nel suo vecchio pliocene, precedente alle assise che chiamò nuovo pliocene, comprese in seguito nel periodo quaternario o postpliocenico. E poichè le assise dei tufi concordano nella giacitura colle marne turchine e sabbie gialle che gli formano letto, così furono giudicate come plioceniche di sedimento marino. Tale fu l'opinione adottata dal Murchison ⁽¹⁾ e da tanti altri che ancora la ritengono. Così anche io ne fui seguace come la più razionale, allorchè nell'anno 1863, diedi in luce una Nota sui vulcani sabatini ⁽²⁾; nella quale dopo aver accennati i numerosi crateri, taluni dei quali ancora incogniti, per la prima volta feci conoscere che il bacino del lago di Bracciano non è già un cratere eruttivo, come si era fino allora creduto, ma una depressione prodotta da sventramento di materie, riempita d'acque, e resa circolare dalle medesime: il qual fatto si è poi verificato anche per il lago di Bolsena. Cosicchè si mantenne ancor viva nella scienza la dottrina primitiva di Brocchi della origine sottomarina dei tufi vulcanici.

Però questo giudizio non piacque all'abate Rusconi di Monticelli per lo stesso motivo del non aver egli mai rinvenuti fossili marini nei tufi del suo paese. Quest'uomo abilissimo cercatore di fossili, rese utili servigi alla scienza per le ricche collezioni che ne fece. Ma le sue perlustrazioni non oltrepassarono i confini delle prominenze cornicolane, del monte Gennaro e parte dell'agro romano, circostanti al suo centro di ricerche. In vece di resti marini, non avendo raccolto nei tufi che una grande quantità di reliquie organiche di esseri terrestri, giudicò quei depositi derivati da vulcani atmosferici, e che le materie dei conglomerati, scorie, lapilli e ceneri eruttate e trasportate dai venti, fossero piovute dal cielo, e accumulate senza l'intervento d'acque di veruna specie.

Di tale scoperta l'autore divenne entusiasta. In una visita che io feci sulla faccia del luogo insieme al P. Secchi e al prof. M. S. De Rossi, guidati dallo stesso Rusconi, dopo un diligente esame dei tufi di quelle contrade, e riconosciuto che la roccia contenente i fossili terrestri era perfettamente identica a quelle descritte da Brocchi nei contorni di Roma col nome di tufi terrosi, composti di minuti elementi, procurammo fargli notare che i fossili in quelle circostanze perdono tutto il loro valore, al cospetto d'altri caratteri chiari e salienti, tratti dalla giacitura ed estensione dei depositi, onde persuaderlo a desistere dalla pubblicazione della sua nuova ipotesi, o almeno attendere ulteriori osservazioni per esternare un giudizio. Ma egli non accettando i nostri consigli il giorno 11 novembre 1864 nella Corrispondenza scientifica di Roma per l'avanzamento delle scienze, fece di pubblica ragione la sua Memoria col titolo: *L'origine atmosferica dei tufi della campagna romana trovata dall'ab. D. Carlo Rusconi* ⁽³⁾. In questa Memoria impiegò tutta la forza dell'argomentazione di cui seppe far uso per dimostrare il suo assunto, e perchè la sua nuova

⁽¹⁾ *On the geological structure of the Alps, Appennines, and Carpathians.* By Sir Roderick Impey Murchison: The quarterly journal of the geological society of London. 1849.

⁽²⁾ Ponzi, *Osservazioni geologiche sui vulcani sabatini.* Accademia pontificia dei nuovi Lincei; 3 maggio 1863.

⁽³⁾ Vol. VII, n. 19-20 1865.

dottrina venisse sostituita a quella di Brocchi. Però non ebbe il risultato desiderato non essendo stata letta che da pochi geologi.

Frattanto il dott. Bleicher, medico militare dell'armata francese d'occupazione in Roma, diede in luce le sue ricerche geologiche fatte nei contorni di questa città, nelle quali egli mostra professare l'opinione che i tufi vulcanici dell'Etruria siano pliocenici sottomarini, come si riteneva dalla comune dei naturalisti (*). Opinione che fu altresì ritenuta dal De Mortillet nella sua Memoria, *Sulla Geologia dei contorni di Roma* (*).

Ora viene in campo Frère Indes, sotto direttore delle scuole cristiane in Roma, con due lettere dirette all'insigne geologo francese M. De Verneuil inserite nel Bollettino della Società geologica di Francia. La prima in data di novembre 1868 ha il titolo: *Sur la formation des tufs des environs de Rome, et sur une caverne à ossements* (*). L'autore dopo aver parlato delle assise componenti la sezione del monte delle Gioje, rilevato presso la foce dell'Aniene nel Tevere, e di una caverna in esso scolpita, da cui ricavò un gran numero di ossa fossili e di conchiglie terrestri, conclude che i tufi della campagna romana sono prodotti subaerei perchè la comparsa del vulcanismo nell'Italia centrale avvenne dopo il ritiro delle acque subappennine. La seconda in data di gennaio 1870: *Sur la formation des tufs des environs de Rome* (*), conferma la medesima dottrina con argomenti tratti dai materiali contenuti, dalla deficienza dei fossili marini, e dalla presenza dei terrestri, come fece il Rusconi.

Il prof. G. Von Rath di Bonn nel 1868 mandava alle stampe i suoi frammenti mineralogici e geologici sull'Italia, nei quali ragionando dei tufi romani, attesa la loro diffusione e potenza, conviene che sieno d'età pliocenica, sebbene privi di fossili, e depositati da un mare profondo. Fa quindi osservare che la sommità dei con eruttivi soltanto emersi sulle acque sono costituiti da stratificazioni subaeree (*).

Il prof. Gosselet di Lilla dopo aver peregrinato in Italia, ritornato in patria, pubblicò le sue osservazioni geologiche fatte nel nostro paese. Dopo aver parlato dei vulcani ardenti dell'Italia inferiore, passa a dire del Lazio, e con teorica propria fa derivare i materiali dei tufi romani da crateri che non hanno mai esistito, e quindi depositati sotto le acque; senza dirci se queste erano dolci o salate. Perciò la sua Memoria non risponde al nostro problema (*).

Ma le viste dell'ab. Rusconi non furono del tutto dispregiate dal prof. A. Stoppani, il quale dimostra che sebbene quei vulcani sieno subaerei, pure le loro materie possono essere state depositate dalle acque marine, e ne dà ragione. « Quando, egli

(*) *Recherches géologiques faites dans les environs de Rome*, par M. le D. Bleicher, medecin aide-major de l'armée de Rome. Colmar. 1855.

(*) *Géologie des environs de Rome*, par G. De Mortillet. Atti della Società italiana delle scienze naturali, vol. VI, seduta del 26 giugno 1864.

(*) Bulletin de la Société géologique de France. Tom. 26, série 2^e, 1868-1869.

(*) Bulletin de la Société géologique de France. Tom. 27. Séance du 24 janvier 1870.

(*) Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. Vol. XX, 1868.

(*) *Observations géologiques faites in Italie*, par M. Gosselet professeur de géologie à la faculté des sciences de Lille. Lille 1869.

« scrive, eruppero le isole Giulia e Sabrina funzionarono, non v'ha dubbio, come vul-
« cani subaerei. Quando le eruzioni fossero avvenute in maggior prossimità del lido,
« ovvero fossero state più vigorose, avrebbero potuto piovere le ceneri, e le sabbie
« e i lapilli, l'una sulle coste di Sciacca, l'altra sulle isole Azzorre: i monti spor-
« genti dal mare sarebbero stati così ricoperti da un tufo vulcanico. Al tempo istesso
« però il fondo del mare riceveva i prodotti della eruzione subaerea che si disten-
« devano sul suo fondo fino a distanze ignote e si accumulavano talmente intorno
« al centro eruttivo, che ne nacquero due isole, l'una delle quali la Giulia vantava
« tre miglia di circonferenza. Possono dunque essersi formati contemporaneamente
« degli accumulamenti tufacei sulla terra asciutta e dei sedimenti d'immediata deje-
« zione vulcanica in mare. Se il secondo caso siasi veramente verificato nei vulcani
« di Roma io non saprei decidere » (').

Ad un tal quesito noi risponderemmo affermativamente; conciossiachè i nostri tufi, oltre la giacitura in potenti strati leggermente ondulati, offrono tal carattere di compattezza lapidea, indicante un impasto acquoso, da farli servire come pietra da scalpello; mentre i depositi dei vulcani laziali sono costituiti da strati corti e così facili a disgregarsi, da essere adoperati come pozzolane.

Il prof. Paolo Mantovani nella sua descrizione geologica dell'agro romano asserisce che, percorrendo i contorni di Roma, in vari luoghi rinvenne nei tufi un gran numero di fossili d'acqua dolce, come al monte Verde, alla punta dei Nasoni, al Campo Verano ecc., quali sono linnei, paludine, planorbi insieme a vegetabili terrestri di cui conserva i saggi (*). Come avvenne all'ab. Rusconi, non avendo mai adocchiato in quelle rocce alcun fossile marino, riprodusse l'opinione del Pareto, cioè che i tufi vulcanici fossero stati depositati da acque dolci o salmastre nel fondo di laghi o paludi entro una grande area.

Il distinto geologo R. Ludwig nelle sue osservazioni geologiche sull'Italia, rispetto ai tufi accenna che quegli o sono stati depositati dalle acque del mare, ovvero sono subaerei, volendo forse alludere ai vulcani del Lazio (').

Parlando dei nostri tufi vulcanici, mi trovo condotto, mio malgrado, a ritornare sopra un involontario abbaglio preso dal distinto paleontologo microscopista il dott. Guglielmo Terrigi, nell'interpretare una sezione geologica del monte Quirinale, scoperta negli scavi di fognatura della via Nazionale presso la villa Aldobrandini. Io ringrazio il dott. Terrigi della stima che mi professa, e del conto che fa de' miei lavori; ma non per questo, per amor della scienza, posso convenire che la sezione scoperta al Quirinale sia la vera struttura geologica di quella prominenza. Egli nel 1877 presentò alla r. Accademia dei Lincei una Nota col titolo: *Considerazioni geologiche sul Quirinale* (*), nella quale considera come vera roccia del monte gli addossamenti alluvionali di marne e sabbie, con foraminifere, ricorrenti su tutta la fiancata della gran valle tiberina dal Pincio all'Esquilino. A tale Nota risposi con

(') *Corso di geologia*, del prof. Antonio Stoppani, vol. III, geologia endografica. Milano 1873, pag. 382.

(*) Mantovani, *Descrizione geologica della campagna romana*. Roma 1874.

(*) R. Ludwig, *Appunti geologici sull'Italia*. Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou. Année 1874, n. 1.

(*) Transunti, serie terza, vol. I, anno 1877.

altra mia alla stessa Accademia: *Sui lavori del Tevere e sulla variata condizione del suolo romano* ⁽¹⁾ facendo conoscere l'errore. Ma egli a confermare la sua opinione, nella prefazione della sua pregiata opera, *Sulla Fauna vaticana a foraminifere* ⁽²⁾, si appella alla descrizione del suolo fisico di Roma di G. Brocchi ⁽³⁾. E Dio volesse che egli l'avesse davvero consultata; imperocchè avrebbe da se stesso letto a pag. 131, che la massa del monte Quirinale è essenzialmente costituita da grossi banchi di tufa granulare e terroso con pomici, similissimo a quello del Pincio, di cui non è che la continuazione. Brocchi lo riscontrò nelle cantine dell'ora palazzo reale, alla via delle Quattro Fontane, a s. Carlino, al convento di s. Andrea detto del Noviziato, e sotto l'obelisco nel mezzo della piazza, ove anch'io lo rinvenni in occasione di un cavo per livellare la strada, e di cui conservo i saggi nel gabinetto della Università. Dunque il tufa del Quirinale è diverso dalle assise alluvionali esaminate dal Terrigi sotto la villa Aldobrandini; poichè il primo, secondo Brocchi, è marino e queste sono fluviali. D'altronde nutro speranza che il buon senso dell'autore e nuove osservazioni lo persuaderanno della verità, e così sarà tolto ogni ostacolo al libero progresso della scienza.

Il capitano del Genio militare Antonio Verri nell'anno 1878 pubblicava nel r. Istituto lombardo di scienze e lettere ⁽⁴⁾ una Memoria nella quale si mostra inclinato a riconoscere nei tufi litoidi, correnti fangose scaturite da bocche eruttive e diffuse in una laguna o maremma.

In quello stesso anno 1878, l'ingegnere Felice Giordano, sulla origine dei tufi, si tenne in una certa riserva. Nondimeno sembra disposto a considerarli depositati nel seno di un grande estuario, poi messo in secco per sollevamento del suolo ⁽⁵⁾.

Anche il Lotti nello stesso anno, parlando nel Bollettino del Comitato geologico italiano ⁽⁶⁾ sulle trachiti del monte Amiata, non ha creduto metter fuori alcuna opinione sulla formazione dei tufi che ricuoprono l'Etruria.

Ma eccoci giunti a questo 1880, durante il quale lo stesso capitano Verri ha presentato alla r. Accademia dei Lincei un'altra Memoria, *Sui vulcani Cimini* ⁽⁷⁾, da cui risulta che, dopo la eruzione sottomarina dei materiali feldspatici, che a modo di un'isola sollevarono il mammellone Cimino, il mare si ritirò da quelle regioni. Passato un certo periodo di tranquillità, per effetto sismico, si aprì una squarciatura in quel cono dando passaggio allo sbocco d'un cratere da cui scaturirono lave, e furono lanciate materie sciolte contenenti leuciti che trasportate dalla forza dei venti

⁽¹⁾ Transunti, serie terza, vol. IV.

⁽²⁾ *Sulla Fauna vaticana a foraminifere*. Atti dell'Accademia pontificia dei nuovi Lincei, Sess. II, gennaio 1880.

⁽³⁾ *Dello stato fisico del suolo di Roma*, di G. Brocchi. 1820.

⁽⁴⁾ Verri, *Sulla cronologia dei Vulcani tirreni e sulla idrografia della Val di Chiana*. Seduta del 21 febbraio 1878.

⁽⁵⁾ *Condizioni topografiche e fisiche di Roma e campagna romana*. Cenni dell'ing. Felice Giordano. Nella monografia archeologica e statistica di Roma e campagna romana, presentata dal governo italiano alla Esposizione universale di Parigi nell'anno 1878 pag. 31.

⁽⁶⁾ B. Lotti, *Not. sul monte Amiata*. Bollettino del Comitato geologico italiano. 7-10. 1878.

⁽⁷⁾ *I vulcani cimini*. Memoria di Antonio Verri capitano del Genio militare. R. Accad. dei Lincei, Memorie della classe di scienze fisiche, matematiche e naturali. Vol. VIII. 7 marzo 1880.

caddero in forma di piogge di sabbie e lapilli, e in ultimo traboccarono correnti di fango, che seppellirono il paese per un 10-14 chilometri di raggio. Alla consolidazione di queste masse fangose si deve attribuire la formazione dei tufi gialli con leuciti, diffusi sopra un' area immensa.

Tali sono le opere messe fuori dai geologi che hanno trattato della origine dei tufi vulcanici: però a rendere completa una rassegna di questa specie mi sembra abbiassi ad aggiungere anche quelle che ancora non videro luce, ovvero sono in via di lavoro. A queste appartiene la carta geologica della provincia di Roma da me costrutta, impiegandovi buona parte di mia vita a fine di pagare il proprio tributo con illustrare il paese nativo. In essa chiaramente apparisce l'immensa area occupata dai tufi vulcanici spinti alle più remote distanze dai centri eruttivi. L'espressione grafica credo sia il miglior mezzo a concepire una giusta idea per giudicare del mezzo impiegato dalla natura onde effettuare il loro trasporto. Questa carta, premiata alla esposizione universale di Parigi del 1878, trovasi presso il Comitato geologico italiano come materiale per servire alla grande carta geologica della intera penisola.

Finalmente possiamo annunciare una nuova carta che speriamo in breve sarà fatta di pubblica ragione, e che l'avv. Tommaso Tittoni sta rilevando sui monti trachitici del Sasso, sovrastanti alla via Aurelia e sul litorale che si distende alle loro radici. La diligenza e l'impegno che l'autore impiega in questo lavoro ci fanno sperare che sarà per riuscire utilissimo alla scienza e all'incremento della nostra geologia.

Premessa la rassegna bibliografica, entriamo in argomento.

Allorchè le materie detritiche sono scaraventate da un vulcano subaereo per la semplice forza di esplosione, sono sottoposte ad una legge alla quale costantemente obbediscono. Circoscritte entro un' area pressochè circolare il cui raggio è in ragione della forza eruttiva impiegata, i loro materiali sono distribuiti secondo il proprio peso. Imperocchè dai più sottili e leggieri periferici, come le ceneri e i minuti lapilli, passano successivamente ai più gravi del centro, come sono le scorie, che presto si arrestano per l'innalzamento dei coni di dejezione e per la formazione dei loro crateri. Le lave che con meno impeto risalgono contro la legge di gravità, filtrando nelle pareti del cratere ne costituiscono l'ossatura e debordando all'esterno, scendono in correnti prolungate a modo di fiumi raggianti all'intorno in ragione diretta della loro fluidità. Così anche le correnti di fango, le quali o scaturite dai crateri, ovvero originate esternamente dalle dirotte acque degli uragani vulcanici, si spandono sul suolo circostante per rivestirne le estreme pendenze. Abbiamo esempî di tutte queste forme di prodotti nei vulcani del Lazio, i quali avendo spiegato il loro periodo vitale dopo il ritiro delle acque, sono restati inalterati, e si mantengono tali, onde il geologo può esaminare tutte le fasi eruttive da essi spiegate.

Ma se le materie si rinvergono a grandi distanze dalle bocche d'uscita, rimescolate e disordinatamente diffuse, sorge subito spontaneamente l'idea che altre forze espansive vi si associassero per ispingerle a più lontane contrade. Tali potenze addizionali possono essere spiegate o dalle acque, specialmente marine in gran movimento ondoso, ovvero da venti impetuosi e gagliardi. In questi casi però i depositi stessi chiaramente dimostrano il mezzo di trasporto, e il modo d'agire della sua

forza; e il trasferimento acqueo ci si fa manifesto per gli effetti d' un rimescolamento di materiali diversi e per l'attrito da essi sofferto, non che per l'impasto, dal cui disseccamento risultarono poscia rocce dure e compatte alle quali diamo il nome di tufi vulcanici e ce ne serviamo nell' arte edilizia come pietre da scalpello. Chè dove il trasferimento fu causato da correnti aeree, ivi le deposizioni, costituite da materie sottili cadute sotto forma di piogge, non alterate dall'attrito, e non avendo subito rimaneggiamento sono restate incoerenti e polverose, come si vede nelle pozzolane delle quali ci serviamo eziandio nell' arte edilizia per comporre le malte. A questi prodotti utilizzabili si aggiungono altresì quelli dei versamenti fangosi che sotto forma di conglomerati più o meno lapidei non lungi si rinvennero dai crateri d' origine, con tutti i caratteri dello scorrimento in masse sopra un suolo asciutto. Questi sono i peperini pietrosi che similmente ai tufi sono adoperati per fabbricare come pietre da taglio, e di cui fecero tanto uso i Latini e i Romani. Fra tutti questi prodotti vulcanici intendiamo parlare solamente dei tufi, perchè sono quelli sui quali caddero differenze di giudizi, e formano l' argomento speciale di questa Memoria.

Tutti conoscono i tufi vulcanici che comunemente si dicono romani, perchè sono stati meglio studiati presso questa città, ma che potrebbero piuttosto appellarsi etruschi per l' area che occupano. Sono rocce composte, o conglomerate d' elementi diversi, di color rossastro, giallastro o bigio, più o meno tenaci e compatti, ovvero lapidei, risultanti da un' accozzaglia di scorie, lapilli e ceneri associate a pomici, a pezzi di lave ora solide ora scoriacee, e a rocce erratiche; tutti conditi di cristalli di anfigeni per lo più farinosi, di pirosseni, di sanidina, dalla cui fusione derivarono le pomici, di lamine di mica e di altri minerali vulcanici, evidentemente rimaneggiati e impastati da acque in agitato moto ondosio. La giacitura di questi sedimenti è in genere orizzontale, ma così largamente ondulata da indicare onde gigantesche liberamente scorrenti sopra un vastissimo fondo.

Essendo gli ultimi nella scala delle rocce subappennine si trovano diffusi per costituire il sottosuolo della grande area che a destra del Tevere raggiunge il confine toscano. Altrettanto sarebbe a sinistra se i vulcani del Lazio eruttati in tempi posteriori non li avessero celati colla sovrapposizione delle loro materie. Nondimeno i tufi si manifestano sottoposti a queste dove le erosioni li misero allo scoperto, ovvero là dove non giunsero a ricuoprirli, come lungo le radici dei monti Appennini. Così si vedono alla valle degli Arci presso Tivoli, a Cave vicino Palestrina, sotto Paliano, Anagni, Montelanico nella valle latina, a Cori e a Norma, alla base della catena lepina, e in altri luoghi notevolmente distanti dalla loro origine.

I vulcani della Tuscia romana dai quali uscì tanta quantità di materiale dovettero avere una vita lunghissima, protratta per molti e molti secoli, accusata dalla grande potenza di quei depositi, dalle numerose loro stratificazioni, che in qualche luogo hanno uno spessore di 30-40 metri senza vederne il fine, sotto forma di rupi scoscese. Ne abbiamo esempi a Civita Castellana, a Borghetto, e dovunque le frane o le erosioni spiegarono su loro la più potente azione.

Ora conviene mettere sott' occhio del lettore i diversi giudizi pronunciati dai geologi sul mezzo di trasferimento adoperato dalla natura nella diffusione dei tufi

vulcanici. Dalla esposta rassegna bibliografica facilmente si desume che tali differenze possono ridursi a quattro, cioè:

1.° Il giudizio dato prima di tutti gli altri al principiar del corrente secolo dai celebri vulcanologi Brocchi e Breislak, i quali considerata la potenza, forma e giacitura orizzontale, proclamarono i nostri tufi vulcanici essere stati trasportati e sedimentati dalle acque d'un mare agitato.

2.° Quello del marchese Lorenzo Pareto che pensò di attribuire lo spandimento dei tufi al moto ondoso d'un gran lago, come deposizioni di acqua dolce, opinione avvalorata dai fossili raccolti dal Mantovani.

3.° L'origine subaerea dell'ab. Rusconi di Monticelli che dice essere i tufi costituiti da lapilli e ceneri trasportate da venti impetuosi sotto forma di piogge cadute sopra un suolo emerso ed asciutto.

4.° Finalmente l'opinione del capitano Verri che riconosce nelle regioni circostanti al cono Cimino, tanto gli spandimenti sottomarini, quanto le correnti fangose traboccate dai crateri nel seno dell'atmosfera e corse in secco a causa delle oscillazioni sismiche del suolo.

Di ciascuna di queste opinioni si rende necessaria un'analisi critica e speciale, onde respinte le altre per eliminazione, resti in fine quella che dotata di maggiori probabilità merita d'essere con soddisfazione abbracciata e ritenuta come la più verosimile. Così lasciata indietro la prima, della quale si parlerà in seguito, ci si presenta la dottrina del marchese Pareto.

Considerando questo illustre geologo che i tufi vulcanici da lui esaminati si presentano sotto la forma di conglomerati orizzontalmente stratificati duri e pietrosi, evidentemente impastati dalle acque, in principio dubitò a quali acque attribuire quella vastissima sedimentazione. Ma poi sedotto dalla mancanza delle reliquie organiche d'esseri marini, si decise per una formazione d'acqua dolce fatta da un lago, niente meno così grande da comprendere tutta la Tuscia romana. Eppure accompagnò la sua Memoria con un abbozzo di carta geologica che abbraccia tutto il campo delle sue osservazioni, distinguendo in essa la diversa natura delle parti costituenti. Che se nel rilevare quella carta il marchese Pareto avesse avvertito alla mancanza d'un rilievo necessario a cingere e chiudere un bacino lacustre; ma in vece avesse notato tutto il lato meridionale aperto ad un libero mare: se allorchè marcava il confine dei tufi vulcanici si fosse accorto che disegnava la linea delle spiagge di un immenso golfo, al quale serve d'antemurale il gruppo dei monti Ceriti e della Tolfa, nel mezzo del quale comparisce un arcipelago d'isole eruttive, spettanti ai tre vulcani Vulsinio, Cimino e Sabatino: se in fine il marchese Pareto nelle sue peregrinazioni di ricerca fosse giunto a raccogliere colle sue proprie mani quegli stessi tufi dell'Etruria alle radici dei monti lepini tanto distanti dalla loro origine, io credo che, nella dubbio in cui era, avrebbe abbracciata più volentieri la dottrina di Brocchi, e si sarebbe schierato tra quelli che sostengono la formazione marina come la più veritiera.

Quanto ai fossili lacustri e fluviali dell'amico Mantovani e di Frère Indes, raccolti nei tufi delle vicinanze di Roma, non devono far meraviglia, quando si faccia attenzione al gran seno di mare in cui si scaricava tanta quantità di fiumi discesi

dagli Appennini, e alle loro piene, conducenti a dovizia materie di trasporto di ogni specie. Il Fiora, il Paglia, la Chiana, il tronco superiore del Tevere, arricchito delle acque del Chiascio, e del Maroggia, il Nera reso superiore a tutti gli altri per la immissione del Velino, del Salto e del Turano, il Farfa e finalmente l'Aniene, con tutti gli altri torrenti di minor conto, ora concorrenti a far parte del gran sistema tiberino; i quali tutti erano tante vie aperte, per le quali anche conchiglie d'acqua dolce poteano raggiungere la sedimentazione marina dei tufi. Per questa ragione li vediamo qua e là seminati di tronchi e foglie di piante terrestri, insieme ad elici bulimi, ciclostome ecc., specialmente nella periferia dei loro depositi ove li raccolse l'ab. Rusconi, e a quelle d'acqua dolce che determinarono il Mantovani e Frère Indes a stimare i tufi quali prodotti lacustri.

Passiamo ora ai depositi subaerei voluti dall'ab. Rusconi che per aver rinvenuti fossili terrestri nei tufi di Monticelli li credette prodotti da piogge di lapilli e ceneri trasportate dai venti. Ma l'ab. Rusconi non avendo mai estese le sue osservazioni nell'immenso campo vulcanico, fu il geologo speciale del suo paese nativo. Egli non rifletteva che il difetto dei fossili marini potea dipendere da cause fortuite contrarie alla vita degli esseri viventi nelle acque salse: non pensava alle violenti agitazioni di una sconvolta natura, nè allo stato tempestoso d'un mare nel cui seno venivano rimaneggiati dal trasporto materiali aridi, incapaci d'alimentare la vita vegetale sostenitrice dell'animale, fra loro inseparabili: non vedeva che i suoi fossili terrestri giacevano alle radici d'ardite scogliere dalle quali precipitavano i torrenti che li trasportavano. Che se Brocchi asserisce essere stati rinvenuti nei tufi rimasugli di corpi marini, questi accennano piuttosto alla distruzione operata dall'attrito entro acque potentemente agitate, a cui la vita non regge. Finalmente il Rusconi non avvertì all'impasto acqueo dei tufi litoidi di Monticelli, che dà alla roccia un carattere ben diverso dalla incoerenza delle materie piovute, come osserviamo nei depositi del Lazio caduti sulla terra secca. Che se l'ab. Rusconi, ascoltati i consigli, fosse uscito dal suo paese ed avesse aggiunto ulteriori osservazioni, forse non avrebbe precipitato il suo giudizio.

Ma che diremo delle correnti fangose del Verri? Questo modo di diffusione può essere applicato ai tufi della campagna romana? Che le emissioni di fango, come le piogge di ceneri, fra gli altri fenomeni eruttivi siano possibili, nessuno può negarlo; ma che l'origine fangosa si abbia a riconoscere nelle nostre rocce vulcaniche non mi sembra giusto. Imperocchè esaminate con attenzione non mostrano alcun segno di stivamento in massa, come le lave, nè si accavalcano le une sulle altre per assumere l'aspetto di strati irregolari e discordanti. Al contrario i nostri tufi, come abbiamo già detto, offrono i caratteri di materiali sciolti, trascinati e rimescolati dalle acque, e distesi sul fondo da grandi onde, in potenti banchi largamente ondulati e paralleli, ovvero abrasì, o tronchi dalle successive passate dei flutti in burrasca. Laonde per queste ragioni, e per tutto ciò che dicemmo di sopra, non potrei che confermare l'origine sottomarina dei nostri tufi.

Esclusa pertanto l'ipotesi del Pareto d'un gran lago esteso su tutta la Tuscia romana; respinta l'origine subaerea dei tufi di Monticelli immaginata dall'ab. Rusconi, e dimostrata improbabile quella delle correnti fangose del Verri, non resta

che la sentenza primitiva di Brocchi che opinò per una deposizione sottomarina. I più distinti geologi delle più colte nazioni l'abbracciarono; Lyell, Murchison, Beaumont, Rath, Ludwig e tanti altri rappresentanti l'aristocrazia della scienza, scesi in Italia, esaminarono coi propri occhi queste roccie sulla scala stratigrafica subappennina, e nelle loro opere tutti le indicarono come deposizioni marine e plioceniche. Io che a molti di coloro fui guida nelle peregrinazioni scientifiche non potrei essere d'opinione contraria a quella che professa la generalità dei geologi, ai quali fa eccezione qualcuno che per ispirito di distinzione ha creduto dover seguire l'esempio del defunto Rusconi.

Ma raggiunti i tempi che corrono, la scienza della Terra, in mezzo a tanto progresso, potrà mai restar soddisfatta, senza una perfetta cognizione di quei vulcani, che signoreggiarono l'Etruria fatta teatro di tremende scene sovversive e tutta inondata dei loro prodotti? Se quella regione dell'Italia centrale fu un gran golfo del mare subappennino: se nel suo seno si aprirono una via tre enormi vulcani: se fu messa a soqquadro da tremendi terremoti, che la sfigurarono e finirono di metterla in secco: se i fuochi, terminata la loro parabola d'azione eruttiva, scomparvero per trasferirsi altrove; egli è certo che quella regione ha una storia di stupendi fenomeni, alla quale si dovrebbero dirigere le investigazioni dei geologi, piuttosto che rivangare la questione dei tufi, oramai vecchia e inconcludente. Per quanto mi fu possibile io potei far la storia dei vulcani laziali; ma ora l'età e lo stato di salute non mi permettono più di muovermi alla scoperta di avvenimenti ignoti. Perciò queste imprese appartengono ai neogeologi che anelano a farsi onore.

Laonde per ragione di giustizia merita lode il capitano Verri, che primo diresse le sue osservazioni ad uno dei centri eruttivi della Tuscia romana. La sua Memoria sui vulcani cimini dà ragione dei diversi prodotti eruttivi, costituenti il gran cono Cimino, e delle loro giaciture e distribuzione attorno quel centro d'uscita. Ma il lavoro del Verri non è che l'abbozzo parziale d'un gran quadro su cui il pittore deve ancora esercitare la sua abilità, perchè tutte le parti costituenti meglio risultino visibili e definite nei loro contorni. Laonde ci lusinghiamo che il Verri vorrà proseguire i suoi studi, e che altri ne imiteranno l'esempio.

Frattanto per questi lavori e per le mie anteriori ricerche, possiamo oggi distinguere quel gran periodo di sovvertimenti tellurici in due grandi epoche. Nella prima si comprende tutto quel tempo in cui si sollevarono ed emersero dal mare i mammelloni trachitici, e sbucarono i primi crateri alla sommità dei cono di deiezione, i quali presto anch'essi si fecero subaerei. Le materie eruttate dalle loro bocche fatte preda di onde tempestose furono sparse a distanze notevoli, fino ad essere gettate sulle radici degli Appennini. Io sarei d'avviso doversi riferire a quest'epoca la deposizione dei tufi romani; imperocchè questi sulla scala stratigrafica si trovano succedere alle sabbie gialle plioceniche e alle breccie diluviali, vale a dire quando ancora le bassure subappennine erano sommerse.

Alla seconda epoca appartiene tutto ciò che avvenne dopo il ritiro delle acque, per il quale scomparve il gran golfo e i vulcani furono fatti atmosferici. Allora i depositi dovettero rendersi più circoscritti, piogge di lapilli e ceneri e correnti di fango si dovettero spandere sopra un suolo oscillante, e dovettero aver luogo tutti

gli altri fenomeni accennati dal Verri nella sua Memoria. Quando sarà occupato il vuoto che tuttora esiste nella geologia italiana, sarà meglio conosciuto a quale immenso cataclisma vulcanico andò soggetta tutta intera la nostra penisola.

Benchè altre volte io abbia parlato dell'età dei vulcani etruschi e dei loro prodotti, pur nondimeno giova ritornare sullo stesso argomento, sia per aggiungere ulteriori osservazioni, sia per completare il concetto della loro origine. Allorchè Brocchi scriveva la sua Conchigliologia fossile subappennina, la geologia era ancora bambina e la Paleontologia appena nello stato rudimentario. Però fin da quel tempo le scienze della natura presero così rapido incremento, che presto incominciarono a diradarsi le tenebre dei secoli, e la scala stratigrafica incominciò a delineare la storia fisica del nostro pianeta, e le diverse epoche trascorse comparvero coi fossili in essa contenuti. Fu allora che i tufi vulcanici insieme alle altre assise sottostanti presero un posto nella serie, essendo stati considerati siccome le ultime deposizioni marine del gran periodo terziario, distinte da Lyell col nome di pliocene, ove si conservano tuttora da una gran parte dei moderni geologi, per non aver mai portato su di essi un esame critico.

Ma nell'anno 1868, essendomi occorso di fare un confronto fra la scala stratigrafica subappennina dei contorni di Roma, accettata qual tipo di quella serie di rocce, e la subalpina, tanto ben definita dai geologi lombardi, trovai fra loro quella corrispondenza che non potea mancare essendo l'una continuazione dell'altra. Se non che mi avvidi allora che i tufi romani sostituivano esattamente il terreno morenico, che non comparisce sui nostri più prossimi monti Appennini, e perciò manca nella serie delle nostre assise quaternarie.

Allorchè era in gran voga lo studio dei ghiacciai e delle loro morene si domandava dai geologi perchè la gronda tirrena degli Appennini mancasse di quei depositi, e solo se ne mostrassero tracce negli ultimi recessi dei monti? Il problema restò insoluto fino a tanto che non si venne a conoscere l'accennata sostituzione. Allora, alzato il sipario, si scuoprì nella Italia la coincidenza del periodo glaciale col gran cataclisma vulcanico che precedette i tempi nostri. Il fuoco terrestre scorazzava furioso saltando dall'uno all'altro dei numerosi crateri schierati in catene, specialmente lungo il piovente Tirreno, dai quali scaturivano fiumi d'infuocate lave. Tanti centri d'emanazioni telluriche, o per dir meglio tanti centri d'irraggiamento calorifico, doveano produrre certamente i loro effetti: moderare cioè gli eccessivi rigori del freddo straordinario ond'era invasa la terra, fino ad arrestare la formazione dei ghiacciai e delle loro morene; la qual formazione ci rappresenta quell'abbassamento di temperatura che recò al globo terrestre sì notevoli cangiamenti da ridurlo allo stato geografico attuale. Tale a me sembra essere la spiegazione della differenza che si osserva nella nostra scala, e che mi portò al riordinamento geologico dei terreni subappennini (¹), e a distinguere quell'avvenimento cosmico col nome di vulcanico-glaciale.

Le umane reliquie raccolte tanto nelle breccie marine, che rappresentano il diluvio appennino, quanto nei tufi che sostituiscono le morene, dicono abbastanza che

(¹) *Sopra un nuovo ordinamento geologico dei terreni subappennini.* Nota del prof. G. Ponzi. Atti della Società italiana di scienze naturali, vol. XI. Milano 1868.

l'uomo esisteva già sulla terra avanti il periodo vulcanico-glaciale. Tali anticaglie consistono in ischeggie di pietra focaia ridotte, talune per servire da taglio come piccoli coltelli, altre da punta come piccole frecce di rozzo lavoro. La loro provenienza è probabilmente quella stessa dei fossili terrestri rinvenuti dall'ab. Rusconi, ovvero d'acqua dolce del Mantovani; scesi cioè colle piene dei fiumi nel mare sottostante. Laonde ne deriva che al principiare del gran periodo vulcanico l'uomo primigenio era scorridore delle foreste appennine e lottava colle belve per la conquista d'una spelonca di asilo, onde ripararsi dalla sferza d'una sconvolta natura. Uscirei d'argomento se volessi parlare più diffusamente dell'uomo in quella sua prima età infantile; a me basta far notare la sua coincidenza coi vulcani della Tuscia romana; e che mentre era spettatore sulle altitudini dei monti delle loro formidabili conflazioni, sotto i suoi piedi, nel seno del mare, si deponevano i nostri tufi vulcanici.

Giunti alla fine di questa narrazione, quali ne saranno le conclusioni? Eccole: i tufi vulcanici, così ben conosciuti dai geologi italiani e stranieri, sono costituiti dalle materie detritiche eruttate dai vulcani Vulsinio, Cimino e Sabatino surti nel mezzo del gran golfo di mare subappennino, che comprendeva tutta la Tuscia romana.

Le materie eruttate date in balla d'onde tempestose furono travolte e diffuse su tutto il fondo marino, che venne ricoperto d'un potente strato fino alle più distanti spiagge.

Le condizioni del mare che rimescolava tali materie si trovarono così contrarie alla vita degli esseri abitatori delle acque salse, che i tufi stessi mancano affatto della loro propria fauna e flora; ma solamente contengono quei fossili che vennero ivi condotti dalle piene dei fiumi scaricantisi nel gran golfo.

Per la deficienza dei resti organici, l'età dei tufi vulcanici viene determinata dalla loro compattezza che accenna ad impasto acquoso, dalla loro potenza e stratificazione, dalla giacitura ed estensione dei loro depositi; ma specialmente dalla loro successione e concordanza colle più vecchie assise della scala stratigrafica già conosciute, che li collocano al posto del terreno morenico, o dell'epoca glaciale.

Finalmente, allorchè si svolgevano i primi fenomeni della manifestazione vulcanica in Italia, l'uomo primigenio già esisteva sulla terra e già abitava le selvose balze degli Appennini, per essere testimonio dei grandi avvenimenti di natura che si compivano nella nostra penisola.
