ATTI

DELLA

REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCXVI.

1919

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXVIII.

1º SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1919

Vulcanologia. — Sui vulcani Cimini. Nota del Socio CARLO VIOLA.

Quell'importante regione vulcanica dell'Italia centrale che prende il nome di Cimini, è un intreccio di terreni eocenici, pliocenici, quaternarî e di rocce eruttive tale che per dipanarne le età e la successione occorrono anni di escursioni di ricerche e di studî diligenti. Si viene a questa conclusione percorrendo la regione tra le difficoltà del terreno e rievocando le contraddizioni in cui sono caduti diversi osservatori. Anche la classificazione delle numerose varietà di rocce effusive di questa regione presenta non lieve difficoltà, principalmente perchè corredate di poche analisi chimiche, eseguite con metodi diversi, alcune incomplete o di diversa esattezza. Il R. Ufficio geologico affidando all'ing. V. Sabatini l'incarico di studiare questa regione vulcanica ha fatto bene di lasciargli piena libertà senza limitazione di tempo; ma forse ne avrebbe avuto maggior vantaggio se non avesse lesinato sulle analisi chimiche, essendo il contenuto chimico la base della sistematica. E il Sabatini pari all'incarico avuto ha fatto uno studio assai completo, assai minuzioso, assai esteso di questa regione vulcanica interessante, considerandola da molteplici punti di vista, e continuerò con Lacroix dicendo: " Egli ha voluto fare una monografia completa quanto era possibile, e vi è riuscito perfettamente ". Onde il lavoro sui vulcani Cimini presenta tutti i dati che si riferiscono ai problemi ad essi relativi e merita piena fiducia (1).

In vista di ciò mi accingo al seguente riassunto critico, avvertendo che molte affermazioni del Sabatini ho voluto controllare con osservazioni mie sul terreno.

La prima parte di questo lavoro fondamentale si inizia con lo studio del basamento sedimentario dei due vulcani Cimini. Questo basamento è costituito dall'eocene, dal pliocene e dal quaternario. La questione relativa alla presenza del miocene, su cui i geologi non sono stati concordi, dà luogo alla prima discussione importante sul calcare conchiglifero di Villa Ravicini e dell'Arcionello, in cui Carlo De Stefani aveva creduto scoprire dei lembi del miocene. Il miocene fu ripetutamente affermato in questa regione da autori diversi; ma Sabatini ritenne, a ragione, i detti calcari pliocenici, anzi dell'alto pliocene e sincroni del macco del litorale romano. Giovanni Di Stefano, geologo e paleontologo di altissimo valore, diede un giudizio sicuro per i detti calcari, e fu con ciò in pieno accordo con Sabatini nel negare il

⁽¹⁾ V. Sabatini, I vulcani dell'Italia centrale e i loro prodotti. Parte II. Roma, 1912.

miocene, come risulta da una Nota pubblicata insieme dai detti autori e riassunta nel volume sui vulcani Cimini (1).

Con ciò è risolto l'errore in cui è caduto il De Stefani; e col miocene di Viterbo è sepolto anche quello dell'argilla della Tolfa, già ammesso erroneamente da diversi autori. I giacimenti della Tolfa entrano appunto col loro estremo lembo orientale nella carta geologica annessa al volume sui Cimini del Sabatini. Accenuerò poi all'importantissima discussione sulle ghiaie che sottostanno alle formazioni vulcaniche dei Cimini e della Tolfa e sui criterî per distinguere in esse quelle dell'alto pliocene da quelle del quaternario, in cui si trovano sabbie vulcaniche (già scarsamente comparse nelle precedenti) oltre ad una cementazione per opera di acque cariche di calcare e di anidride carbonica. In questo modo appariscono i travertini, ora come impregnazione nelle ghiaie, ora in giacimenti intercalati alle ghiaie cementate, e che continueranno ad intercalarsi alle formazioni vulcaniche seguenti, e ad essi si sovrapporranno, arrivando a deporsi anche oggi sotto i nostri occhi. Inoltre le acque anzidette produrranno fenomeni pseudoeruttivi. dei quali uno notevole sussiste ancora nella maccaluba di Bassano in Teverina, descritta vel primo da Sabatini stesso (2).

Riepilogando, il basamento sedimentario dei Cimini è costituito da calcari e arenarie eoceniche, da argilla con sabbie e ghiaie intercalate e coronate da calcari conchigliferi e quindi da altre ghiaie e sabbie con pochi elementi vulcanici del pliocene. Chiude la serie il quaternario con alluvioni di ciottoli e con travertini. Su questo basamento si deposero le formazioni vulcaniche, che sono dapprima i peperini cimini, dimostrati da Sabatini essere sincroni delle rocce trachitiche della Tolfa e dell'Amiata. La loro provenienza da un magma unico viene poi pienamente dimostrata nella seconda parte del volume, mercè dell'analisi microscopica e dei relativi magma elementari.

È questa la famiglia delle necroliti, nettamente quaternarie. Circa la roccia della Tolfa, contrariamente a quanto affermarono i fautori del miocene, essa poggia su formazioni plioceniche confermate da Giovanni Di Stefano. La discussione sul peperino è lunga ed esauriente. Diversi autori erano rimasti incerti sulla sua natura, ed arrivarono a conclusioni contraddittorie, persino Washington lo ritenne prima tufo, poi lava. L'inganno derivò da una mascheratura secondaria, che spesso si manifesta in tutti i fenomeni naturali. Sabatini fece su questo soggetto molteplici ricerche, e io credo perciò che le sue conclusioni godano piena fiducia; egli raccolse i caratteri della roccia, li mise a raffronto, ne spiegò l'apparente contraddizione, e dimostrò la natura tufica della roccia stessa. Non escludo che altri osservatori po-

⁽¹⁾ Bollettino Comitato geologico 1899.

⁽²⁾ V. Sabatini, La Marcaluba di Bassano in Teverina. Boll. com. geol., 1907.

tranno aggiungere nuovi elementi alla discussione, ma la natura del peperino tipico rimane acquisita alla geologia. Gli inclusi poi di questa roccia sono, nella massima parte, falsi inclusi, dovuti alla alterazione meno avanzata; ciò risulta da numerose osservazioni, minuziose ed esatte, consegnate nel volume in esame. Un'altra roccia vulcanica, anteriore al peperino tipico, ha qualche analogia con questa, e ne fu separata col nome di peperino delle alture. La distinzione dei due peperini è certamente fondamentale per la rappresentazione di fasi diverse dell'attività vulcanica costruttrice. Il peperino delle alture sembra una lava e tale fu sempre ritenuto, ma circa la sua vera natura l'autore solleva serì dubbì, che si trovano poi sviluppati in una nota posteriore (1)

L'autore passa quindi a parlare delle lave distinguendo le non leucitiche dalle leucitiche. Di tutte dà i caratteri macroscopici, delimita le colate. fa le valutazioni volumetriche. Quest'ultima ricerca ch'egli estende anche ai tufi, si era già iniziata sulle lave del vulcano laziale, in quella parte dell'opera del Sabatini che precede il volume sui vulcani Cimini (2). È una ricerca che non ha soltanto un'importanza in sè, ma che è la continuazione di un buon metodo per dimostrare l'inesistenza dei grandi sprofondamenti vulcanici, almeno nella maggior parte dei casi. Segue la descrizione delle formazioni tufiche (oltre il peperino descritto a parte come si è visto) con un primo tentativo di classificazione di queste rocce. Notevole pure è lo studio delle azioni erosive sui tufi e sulle lave. L'autore segue tali azioni dalle semplici spaccature fino alla divisione a palle, e dei diversi stadî di tale processo dà delle bellissime fotografie. Un lungo capitolo potrebbe comporsi con i gruppi di sezioni geologiche disseminati in questa prima parte, e dai medesimi l'autore deduce con molta chiarezza la successione cronologica delle eruzioni cimine, che vengono poi riassunte in un quadro. E quindi con sintesi serrata l'autore tesse la storia dei due vulcani, del vulcano andesitico del Cimino propriamente detto e del vulcano andoleucotefritico di Vico. Questa serie si chiude con lo studio delle manifestazioni attuali, che dalle sorgenti calde vanno fino alle eruzioni fangose della Maccaluba di Bassano in Teverina, e si chiude così anche la parte geologica dello studio sui Cimini, condotto con mirabile unità, a raggiungere la quale tutti i singoli particolari sono ad essa coordinati; onde non è a meravigliarsi se a questo proposito Brögger scrive che « questo lavoro conserverà il suo valore ancora « quando saranno seppelliti i criterî litologici sui quali esso si basa, e che sono mutevoli ..

⁽¹⁾ Lave che sembrano tufi e tufi che sembrano lave. Congresso della Società geologica italiana, settembre 1911.

⁽²⁾ V. Sabatini, I vulcani dell'Italia centrale e i loro prodotti. Parte I, Roma, 1900.

Se le osservazioni sul terreno sono importanti per lo studio della regione, atteso che ogni studio geologico di qualsiasi genere incomincia sempre con tali osservazioni, di gran lunga più importanti sono le osservazioni petrografiche, consegnate nella seconda parte del volume. Sono ripresi i due peperini; peperino tipico e peperino delle alture, la cui distinzione è fondamentale, come si disse, per la rappresentazione di fasi diverse dell'attività vulcanica costruttrice. I fenocristalli del peperino tipico sono principalmente di mica nera, di augite, di ipersteno e di feldispati, sulla cui determinazione possiamo fidarci per due ragioni: prima perchè le misure sono eseguite generalmente su sezioni aventi date orientazioni, sia col metodo di eguale illuminazione, sia coi metodi ordinari; in secondo luogo perchè le numerose misure eseguite sullo stesso soggetto sono controllabili a vicenda. Altrettanto dicasi della massa del peperino, che serve a controllare la determinazione fatta sul terreno della natura tufica della roccia. Azioni secondarie mascherano ordinariamente la natura sua; ma l'apparente fluidalità viene spesso in aiuto col mostrare brusche interruzioni sulla sua direzione e bruschi passaggi dalle parti fluidali a quelle non fluidali; così pure è degno di essere rilevato l'accordo fra la natura dei pseudoinclusi, quale è osservabile sul terreno e quale risulta dallo studio al microscopio. Da questo studio comparativo è messa in rilievo nettamente e nuovamente la natura tufica del peperino tipico; mentre nei lavori precedenti di altri autori si incontrano solo opinioni, e non di rado contradditorie fra di loro.

Circa la natura del peperino delle alture, le difficoltà sono anche maggiori e dovute alla alterazione della sua massa. Per questa ragione l'autore ebbe di mira di raccogliere copiosi argomenti, che si rendono necessarî per una discussione approfondita. Da un lato infatti apparisce la stretta simiglianza microscopica con la roccia precedente, che è tufo, dall'altro emerge il carattere macroscopico di natura lavica; di più l'autore dimostra che le lave e i tufi non sono due tipi distinti di rocce, poichè esistono fra essi tutti i passaggi da tufo a lava. Ricordiamo per esempio lo stato di frantumazione e di vera triturazione delle lave in certi punti al momento della loro emissione, e in altri la perfetta continuità della lava, come osserva giustamente il Sabatini.

Mi pare interessante notare il paragone di queste roccie col piperno dei campi Flegrei; specialmente perchè trovo qui per la prima volta dimostrata la natura lavica di questa ultima roccia, mentre altri autori la mettono in dubbio per la stretta analogia di simiglianza con certe forme di peperini. Ancora più importante è vedere risultare dal lavoro dell'autore la identità del peperino con le rocce dell'Amiata e della Tolfa, identità che viene inoltre confermata nel capitolo delle classificazioni magmatiche. Altri autori vorrebbero qui attribuirsi la priorità mentre non hanno fatto altro che

esprimere delle opinioni. Naturalmente alle conclusioni del Sabatini non si potrebbe arrivare senza la minuziosa precisione con cui sono determinati gli elementi del peperino. Le roccie eruttive propriamente dette sono le lave non leucitiche e le lave leucitiche; quelle comprendono le trachiti, le trachioligoclasiti con passaggio alle oligoclasiti di S. Lucia, di Loreto, della Quercia; le oligoclasiti, le oligolabradoriti con passaggio alle labroligoclasiti di Montecchio, di Monte Torello, della Cima di Monte Cimino, della Trinità, e le labradoriti della Montagna vecchia. La vetrallite, ossia la Vulsinite di Washington, sta a capo delle trachioligoclasiti; dalla descrizione completa di questa roccia risulta che trattasi di una forma speronacea per l'ingiallimento dei pirosseni (passaggio all'egirina) dovuto ad arricchimento di soda, come dimostrano le analisi chimiche. Notevole e complessa è la costituzione delle oligotrachiti nelle parti meridionali del cratere Vicano, contenenti sanidina e feldispati triclini dall'albite all'anortite. Una forma di piperno fu rinvenuta con la trachioligoclasite di Caprarola. La Ciminite di Washington è risultato essere una oligoclasite ricca di olivina nei fenocristalli e con feldispati generalmente basici. Le altre forme di queste lave delimitate sul terreno non hanno la stessa importanza; il lettore le vedrà descritte nel rispettivo capitolo con precisione. Le lave più basiche che si trovano a Montecchio, a Monte Torello e in Cima al Cimino, con zircone, olivina e iperstene, chiudono la serie delle lave non leucitiche in sito.

Certe rocce erratiche conosciute dai precedenti autori come fonoliti, sono invece fonotefriti, che l'autore determina con precisione. Esse contengono haŭina, e possono essere poste al principio della serie eruttiva del vulcano di Vico, con sufficiente probabilità.

Ampiamente trattate sono le lave leucitiche, che l'autore divide in tipi acidi e tipi basici, quelli comprendenti le leucofonoliti e le leucotefriti acide, questi le leucotefriti basiche. Ognuno di questi tipi si presta ad una sotto-divisione, non scientifica, ma pratica e utile per l'industria, secondo la grandezza delle leuciti che variano circa da un massimo di 2 cm. a un minimo inferiore a 0,01 mm. Le leucotefriti con grandi e medie leuciti sono sfruttate dall'industria per la produzione di potassa e allume.

In queste rocce è stato notato un minerale verde simile al pirosseno, che da altri Autori fu come tale riconosciuto. Ma si tratta invece di uralitizzazione del pirosseno come risulta esaurientemente dallo studio del Sabatini. Le leuciti del secondo tempo di certe leucotefriti dette « petrisco » non furono riconosciute da molti, perchè alteratissime, e quindi fu sbagliata la determinazione di questa roccia, che ora Sabatini ha definito.

Dirò in ultimo una parola sui tufi della regione, di cui l'autore dà una classificazione metodica. Basandosi sugli inclusi, i tufi cimini sarebbero andesitici e leucotefritici, perchè naturalmente i frammenti lavici in essi contenuti appartengono alle due categorie di roccie; e basandosi sulla massa

fondamentale occorre distinguere i tufi andesitici dai tufi leucotefritici, risultando dimostrato dall'autore che tale massa è autogena.

Fra i tufi leucotefritici, quello con scorie nere è il più importante, sia per estensione, sia perchè segna un notevole momento nelle manifestazioni cimine, con la demolizione del grande cono Vicano e con l'allargamento del suo cratere, come risulta dimostrato già nella prima parte della Memoria. È questo un materiale largamente adoperato come pietra da costruzione; ad esso principalmente sono associati i giacimenti di pozzolana. Le scorie nere contenute in questi tufi sono bombe e frammenti di bombe leucotefritiche, le quali quando scendono a piccole dimensioni sono alterate e ingiallite per ossidazioni di sali ferrosi.

Per la comprensione sintetica delle rocce eruttive si richiede una classificazione magmatica, che trovò grande seguito fra i petrografi esteri, e che rimase trascurata da noi, onde l'autore si accinse a tentare questo compito senza dissimularsi l'incertezza dei risultati ottenuti, benchè in essi non manchino notevoli controlli fra le ricerche sul terreno, le osservazioni al microscopio e le analisi chimiche.

Se l'autore cerca di spiegare in tal modo le relazioni fra i prodotti eruttivi del Vulcano di Vico e quelli del Cimino, non tralascia tuttavia di discuterne i risultati opponendovi le possibili obbiezioni, affinchè l'attenzione non si discosti dai fatti d'osservazione, a questi essendo principalmente dedicata la monografia, e mutevoli essendo le teorie.

Nemmeno a me sembra che i risultati finora ottenuti nel campo speciale della chimica fisica sulla cristallizzazione dei magma eruttivi a diverse temperature e pressioni siano applicabili allo studio delle rocce espansive e chiariscano l'analogia esistente fra rocce di due diversi centri eruttivi, sia pure vicini. "È certo" — osserva giustamente Lacroix — "che la "chimica fisica avrà in avvenire voce assai importante nello studio dei "magma eruttivi, ma finora questi dati sono ben incerti, e devono essere "utilizzati con grande prudenza nelle speculazioni teoriche della petrografia".

Il lettore troverà una apparente contraddizione in riguardo alla classificazione adottata dal Sabatini, che è la francese, mentre gli stessi petrografi francesi seguono la sistematica americana. È indubitato che il contenuto chimico deve essere la base di una sistematica razionale delle rocce, ma non si può disconoscere che la struttura e il contenuto mineralogico non ne siano dei fattori essenziali. Solamente per la sistematica americana si richiedono analisi chimiche numerose e complete con la separazione del ferro ferroso dal ferro ferrico. Chi non dispone di un tal materiale in una regione vulcanica che se è relativamente ristretta è ricca di varietà litologiche, deve rinunziare alla classificazione americana per non trovarsi con intere famiglie di rocce prive di analisi chimiche; ma può seguire la classificazione francese, la quale

non avendo bisogno di separare il ferro ferroso dal ferro ferrico permette di utilizzare anche le analisi in cui tale separazione non è fatta.

Bisogna purtroppo confessare che la sistematica americana delle rocce non ha avuto quella benevole accoglienza fra i petrografi d'Europa, che dovevasi attendere, stante l'alto pregio dei principî su cui si basa. Si è cercato di spiegare questa attitudine verso la scuola americana, attribuendone la colpa alla poco felice nomenclatura, e alla illusione che la sola composizione chimica elementare possa essere sufficiente per la classificazione delle rocce. Ora se da numerose pubblicazioni emerge che la nomenclatura è un carattere puramente accessorio della classificazione americana, e può essere sostitutita da qualsiasi altra, senza che la sistematica perda il suo principio fondamentale; si vede in secondo luogo che Washington (1), valendosi di migliaja e migliaja di osservazioni microscopiche, ha dimostrato essere il contenuto chimico delle rocce collegato con determinati nuclei magmatici (norme) quando la cristallizzazione avviene in modo normale. Cosicchè per rocce normali la sistematica americana si basa sulla composizione chimica elementare e sul contenuto mineralogico. Rocce non normali possono essere classificate con rocce normali se il loro contenuto chimico è lo stesso. La storia geologica di una regione eruttiva acquista speciale importanza quando ad uno stesso magma corrispondono rocce con contenuto mineralogico diverso, perchè ciò dipende dalle variazioni di temperatura e pressione durante il consolidamento del magma. Questo importante problema sarà forse completamente risoluto quando la chimica fisica avrà raccolto maggiori dati sperimentali di quanto ora non possieda; per ora esso è avvolto in speculazioni teoriche, che il petrografo deve evitare. Una eventuale discussione futura sarà fatta su dati di osservazione più numerosi ed esatti, e della loro raccolta il lavoro sui Cimini è un primo luminoso esempio. Ed è indifferente per chi voglia seguire sul terreno lo studio pregevole del Sabatini l'aver egli adottata la classificazione di Michel Levy piuttosto che quella americana, o quella di Rosenbusch con le rispettive considerazioni magmatiche e le differenziazioni che ne conseguono. L'importante è che egli ha tenuto conto dei risultati di Washington e li ha messi in paragone con le proprie osservazioni, di cui ho già parlato. E ciò perchè non si trattava di sviluppare delle teorie o di penetrare in speculazioni petrografiche che non potevano trovare posto in una monografia quale è quella di cui io parlo, e che uscirebbero dal compito prefissosi dal Sabatini, il quale invece è riuscito completo per quanto era possibile. Per questa ragione io mi associo in tutto ai giudizi di W. C. Brögger, mineralogista e pretrografo di Cristiania, che riporto integralmente per far conoscere all'Accademia quanto i lavori italiani siano apprezzati all'estero.

⁽¹⁾ H. S. Washington, A description of the quantitative classification of ignevus rocks etc. Washington, 1918.

- « Le ricerche del Sabatini intorno ai Vulcani Cimini sono a mio parere, consegnate in un lavoro di grande pregio, il cui valore sta soprattutto nell'esame particolareggiato, multiforme e straordinariamente completo del
- piccolo territorio interessantissimo dei vulcani dell'Italia centrale. La de-
- * terminazione esatta dell'età e della successione delle singole eruzioni, le
- " ricerche eseguite con minuziosa cura, petrografiche e chimiche, dei singoli
- prodotti delle due bocche eruttive ciminiche, offrono senza alcun dubbio
- « un materiale copioso per comprendere le relazioni genetiche e magmatiche
- " bene precisate delle rispettive rocce, e per costruire il vero meccanismo « eruttivo, se mai questo sarà possibile un giorno ».
- Le nuove eccellenti osservazioni geologiche e petrografiche del Saba-« tini dànno al suo lavoro un alto e duraturo valore, e i rispettivi risultati " rimarranno acquisiti alla scienza ".
- Io non credo si possa dare oggi una spiegazione in certo modo plausibile delle relazioni di analogia fra i prodotti eruttivi di due piccoli
- vulcani. Ma per ciò che riguarda il valore della presente opera, poco
- monta se l'autore nell'ultimo capitolo traccia (in relazione con una ipotesi
- di Michel Levy) un tentativo in questo senso, a cui non posso associarmi.
- « Comunque sia di ciò, il lavoro del Sabatini mantiene tutto il suo pregio,
- grazie alla lucidità, con la quale è tessuta l'intera storia delle eruzioni

dell'interessante regione vulcanica ».

Finalmente è degno di essere rilevato l'accordo tra le osservazioni sul terreno, le analisi chimiche e la parte fondamentale della classificazione magmatica come risulta dal diagramma della tav. XVI. Da essa si vede che le rocce dei Cimini formano una provincia petrografica al pari di quelle dei Laziali, della Tolfa e dell'Amiata; e noterò ancora l'esattezza della carta geologica da me controllata in alcune escursioni fatte appositamente.

Matematica. — A proposito di una Nota del sig. A. Vergerio. Nota di Leonida Tonelli, presentata dal Socio S. Pincherle.

Il sig. A. Vergerio, nella sua Nota Sulla derivazione per serie (1), ha voluto occuparsi di alcuni risultati da me stabiliti nelle Note: Successioni di curve e derivazione per serie, pubblicate nei Rendiconti di questa illustre Accademia (2).

(2) 1916, 1° sem., pp. 22-30 e 85-91.

⁽¹⁾ Rend. della R. Acc. dei Lincei, 1916, 2° sem., pp. 65-68. La pubblicazione di questa Nota è avvenuta quando io ero già alla fronte, a compiere il mio dovere di cittadino e di soldato. Dalla fronte torno soltanto ora, per riprendere l'insegnamento e quindi anche gli studî da lungo tempo abbandonati; e soltanto ora prendo visione del lavoro del sig. Vergerio. Ciò spiega il ritardo con cui escono questi miei rilievi.