

Il recente ciclo dell'attività fumarolica dell'isola di Vulcano

(Con 10 tavole)

SOMMARIO

I. — L'isola di Vulcano	pag. 86
II. — Le zone fumaroliche minori	» 90
Le Fumarole dei Faraglioni di Levante	» 90
Le Fumarole di Lentia	» 97
III. — Le Fumarole della Fossa.	» 98
Il Cratere della Fossa	» 98
Cronologia delle formazioni fumaroliche e delle variazioni termiche	» 100
Aspetti dell'attività solfatarica	» 109
Le emissioni di solfo liquido	» 111
IV. — Alcune osservazioni sulle caratteristiche dell'esalazione dell'isola di Vulcano	» 114
Della classificazione delle fumarole e dell'origine di alcuni gas della esalazione	» 114
Delle proprietà radioattive dei gas fumarolici.	» 124
Del vapor acqueo contenuto nell'esalazione.	» 127
Conclusione	» 129
Bibliografia	» 131
Tabelle	» 133
Indice delle Tavole.	» 138
Tavole da 1 a 10.	

Dopo l'intenso periodo eruttivo 1888-1890 le manifestazioni di attività dell'isola di Vulcano si ridussero a forme solfatariche che si andarono accentuando nel 1910; questa data segna anche una ripresa delle ricerche su Vulcano dove dal 1921 al 1923 passai quattordici mesi suddivisi in due diversi periodi: il primo, per uno scopo strettamente professionale essendo stato chiamato dalle

« Industrie Minerarie dell' Isola di Vulcano » a svolgere un ampio lavoro analitico sui materiali locali, il secondo invece ospite (sempre molto riconoscente) del Cav. Mario PIACENZA di Torino, animatore delle I. M., caratterizzato da ricerche di puro interesse vulcanologico e di mia esclusiva iniziativa.

I dati da me raccolti rimasero inediti finchè nel '37 ebbi occasione di ritornare a Vulcano (13). Fu quest'ultima escursione, mostrandosi palese l'affievolirsi dell'intensità dei fenomeni fumarolici, a farmi richiamare il precedente lavoro riferibile quasi all'epoca della massima attività solfatarica raggiunta dopo il 1910. Ho pensato perciò di fare cosa utile con il portare a conoscenza degli studiosi i risultati delle mie ricerche inserendole tra le altre condotte a Vulcano nel periodo 1910-1937 e che nel loro complesso costituiscono un assieme di cifre e di note molto significativo ed un evidente commento per un interessante intervallo della vita vulcanica della nostra isola, forse corrispondente ad un ampio accenno delle tensioni interne.

Per quanto le pagine seguenti si vogliono riferire più particolarmente al periodo anzidetto, ho trovato conveniente far precedere una breve descrizione dell' isola sufficiente a presentarne le caratteristiche più salienti, appoggiandomi agli studi geologici e morfologici, ampi ed illustrativi che ne ha fatto il DE FIORE e con acuto senso di indagine. Aspetti ed attività del passato sono stati ampiamente discussi sulle fonti dallo stesso A., al quale trovo utile riferirmi.

I. — L' isola di Vulcano

Secundo il MERCALLI (1) ed il DE FIORE (2) nell' isola si possono riconoscere quattro formazioni cronologicamente e morfologicamente ben distinte (v. tav. I).

La parte più antica sarebbe costituita da quella massa rocciosa detta di « *Lentia* » che si distacca a settentrione di M. Saraceno, allungandosi ancora in direzione nord accosto al M. della Fossa. Questo residuo della prima formazione, unitamente alle pendici settentrionali del Piano

(seconda formazione) cinge il Gran Cono (terza formazione) proprio come il Somma abbraccia il Vesuvio. Isolata a nord è la quarta formazione di Vulcanello. Il Gran Cono di Vulcano si è costruito quindi nell'area di sprofondamento di quel complesso vulcanico di cui la barriera lavica di Lentia è l'unico avanzo, molto scarso anzi per tentare una ricostruzione di questo edificio vulcanico.

Il secondo apparato eruttivo o cratere del « *Piano* » è una formazione poligenetica molto complessa risultante di più centri i quali avrebbero agito contemporaneamente o successivamente. Quando si compì lo sprofondamento della formazione di Lentia, la regione del Piano non solo era costituita ma entrata già nel declinare definitivo della sua attività: secondo il DE FIORE dopo lo sprofondamento su ricordato (il quale interessò parzialmente pure le pendici settentrionali del Piano) solamente il cratere di M. Saraceno (il più recente del complesso dei crateri del Piano) rimase ma per poco ancora attivo. Oggi chi percorre la valletta girante attorno al Gran Cono, può osservare le pareti interne quasi verticali tagliate dallo sprofondamento e contro le quali dovette battere il mare eolico finchè non sorse poco alla volta il Gran Cono.

Quest'ultimo detto pure *Monte della Fossa* è oggi centro degli interessanti fenomeni solfatarici dell'isola: esso avrebbe in tempi storici assunto gli aspetti attuali, cioè di un cono isolato la cui regolarità è rotta solo a settentrione dai due crateri avventizi della Forgia Vecchia (tav. VI, fig. I) spalancati uno sopra l'altro. Il DE FIORE riconosce più recente l'inferiore e pone la formazione del superiore a dopo il 1739 poichè l'apertura di questa bocca ha asportato parte della colata lavica delle Pietre Cotte che, secondo lo stesso autore, risale a quell'anno. Nonostante la sua regolarità il cono rivela due diversi edifici riconoscibili attraverso le corrispondenti formazioni crateriche ben identificabili sull'alto del Monte, potentemente slabbrato nel succedersi delle varie manifestazioni eruttive.

Del tutto storica è invece la formazione settentrionale dell'isola (tav. X, fig. 10). « *Vulcanello* » infatti mancava

avanti il III sec., prima di Cr.; il mare entrava tra la punta nord estrema di Lentia e gli attuali Faraglioni di Levante in una insenatura insaccata verso sud formante il cosiddetto Porto Punico frequente ancoraggio della squadra navale romana. Una serie di eruzioni sottomarine iniziatesi pare nel 183 av. Cr. e completatesi nel 126 della stessa era, portò alla formazione di un basamento lavico quasi circolare con due coni craterici: il terzo cratere più occidentale è di origine posteriore. L'edificio vulcanico si accrebbe successivamente con altre colate e continuò a sorgere isolato tra l'isola di Lipari e quella di Vulcano alla quale finì poi per unirsi. Vulcanello conservò fino al secolo passato una discreta attività fumarolica di cui rintracciai nel '22 debolissimi segni costituiti da una lieve esalazione idrocarbonica a 24° nel cratere dell'ultima formazione.

Si è accennato poco prima ai Faraglioni di Levante (tav. VI, fig. 2): si tratta di un piccolo rilievo alto alcune decine di metri, fortemente corroso dai fenomeni fumarolici, ultimo avanzo di un edificio vulcanico precedente forse la formazione dello stesso Gran Cono.

Uno sguardo alla carta dell'isola sulle diverse formazioni precedentemente tratteggiate rivela l'importanza che la direttrice N-S ha nello spostamento dei centri di attività. Ricostruita idealmente l'antica formazione di Lentia all'incirca sull'area della parte mediana dell'isola si ha prima uno spostamento verso Sud (Cratere del Piano), poi un movimento verso Nord dopo lo sprofondamento della formazione di Lentia e su questa stessa area, con tendenza ad un ampliamento ancor più settentrionale (Vulcanello).

Si è detto che M. Saraceno è l'ultimo cratere attivo del Piano: orbene è stato notato dal MALLADRA (6) e da DE FIORE (2) che quest'ultimo forma con la Fossa e con Vulcanello un unico allineamento sul cui ramo settentrionale, rispetto alla Fossa, si sono sviluppate le formazioni più recenti: gli stessi fenomeni fumarolici più importanti sono localizzati nel settore Nord del Cratere della Fossa, sul cui fianco nord sono pure i due crateri avventizi della Forgia Vecchia; il rilievo dei Faraglioni di Levante con

tutte le manifestazioni fumaroliche subaeree e sottomarine si sviluppa a Nord della Fossa.

L'allineamento nord-sud attraverso la Fossa è riconosciuto come una caratteristica dell'apparato eruttivo dell'isola che manifesta la sua funzione non solo nell'avvicendamento delle maggiori manifestazioni ma con una persistenza veramente singolare anche in fasi di minore ampiezza come quella di cui è oggetto il presente studio. Siamo perciò in presenza di una frattura le cui manifestazioni fenomeniche superficiali rivelano non solo un evidente legame locale profondo e non occasionale ma pure una spiccata tendenza della causa ad agire soprattutto in un determinato senso.

Il MALLADRA (6) considera l'allineamento nord-sud come la diagonale di un esagono regolare centrato sul cratere della Fossa sede delle più importanti manifestazioni fumaroliche: le altre diagonali vanno a tagliare le zone termali della spiaggia di Praja Longa, di Capo Grillo, di Punta Luccia, della Schicciola. Il MALLADRA ritrova così nell'apparato eruttivo dell'Isola di Vulcano un sistema di fratture radiali « a tipo esagonale ».

In questo lavoro sono descritte e studiate le formazioni fumaroliche le quali nel periodo 1910-1937 hanno avuto una funzione effettivamente preponderante sulle manifestazioni termali che però non credo siano rimaste insensibili a quel massimo delle tensioni interne che si è verificato verso il '24: sulla spiaggia di Praja Longa dove il DE FIORE riscontrò temperature da 34° a 40° sia nel 1916 che nel 1924, nel maggio 1922 io trovai invece valori da 50° a 54°; devo rammaricare di non aver visitato le altre plaghe che stando alle cifre riportate da DE FIORE possedettero in quelle epoche valori termici eguali od inferiori ai precedenti.

Riporto intanto le caratteristiche delle tre zone di esalazione fumarolica quali erano nel 1923 cioè pressochè all'apice dell'attività solfatarica attraversata da Vulcano (v. tav. II):

1.° Zona di Lentia: debole esalazione idrocarbonica a 100°.

2.^o Zona dei Faraglioni o del Porto di Levante : mediocre esalazione idro-solfidrico-carbonica a 100°.

3.^o Zona della Fossa: forte esalazione idro-solfidrico-solforoso-carbonica ad alta temperatura con pochissimo acido cloridrico.

Comune alle tre zone è l'emissione di tracce di acido fluoridrico.

Dopo le manifestazioni eruttive del triennio 1888-1890 rimasero (1) solo alcune fumarole nell'interno del cratere ed un'altra serie, già preesistente all'eruzione, si mantenne sotto l'orlo del cosiddetto Piano delle Fumarole (tav. VI, fig. 1) a temp. massima di 100°. Nelle zone periferiche oltre le manifestazioni termali nelle località ricordate sono citate più in special modo le fumarole dell'Acqua Calda sulla spiaggia a settentrione del Faraglione Piccolo sul Porto di Levante (tav. VII, fig. 3). Successivamente al 1910 si iniziò l'incremento della attività fumarolica, particolarmente nella zona craterica dove nel 1924 si toccano i 615° (8) e si raggiunge o si sta per raggiungere l'apice di questa manifestazione compiutasi attraverso aumenti di termicità e parallela estensione della distribuzione fumarolica. A lato di questo sviluppo si formavano nuove fumarole nella Zona dei Faraglioni di Levante: si nota questo incremento nel 1913 (2) e nel '21 si raggiunge la massima diffusione. Nella zona di Lentia, la minore, le fumarole sono state le ultime a comparire (1915) laddove nulla fin'allora esisteva, e nella fase generale di decrescenza sono scomparse per le prime giacchè nel '30 non vengono più segnalate (12) mentre ancora nel 1937 (13) ai Faraglioni si conserva una discreta distribuzione fumarolica.

II. — Le zone fumaroliche minori

Le fumarole dei Faraglioni di Levante

L'aspetto topografico della zona fumarolica dei Faraglioni di Levante, nel 1923, è stato da me abbozzato nello schizzo disegnato nella tav. III in base ai miei diretti ri-

levamenti: alle curve di livello equidistanti di 5 metri è stata aggiunta l'isoipsa due per dare maggiore risalto al rilievo rispetto alla parte piana (v. tav. VI, fig. 2).

I due Faraglioni sono legati da una più bassa sella allungata per un'ottantina di metri tra frane e cunicoli, sprofondamenti di grotte delle quali quella del Faraglione Grande è l'unica ancora rimasta; nel 1923 vi era sotto il Faraglione Piccolo la Grotta dell'Allume, ricchissima di efflorescenze e solfati multicolori dove dalla volta stillava un'acqua che in alcuni punti ho trovato che arrivava a contenere fino a 14 gr./litro di acido solforico. Questa grotta crollò nel 1925.

Scorrendo gli interessanti stralci bibliografici riportati dal DE FIORE nel suo volume su Vulcano (2), il primo accenno di un'attività fumarolica sottomarina nei pressi del Faraglioni è contenuto in una relazione del francese D'ORVILLE nel 1727. Da quell'epoca tutti i visitatori dell'isola non mancano di menzionare questa plaga. Il DE LUC nel 1757 riferisce che presso il mare la spiaggia fumava. DOLOMIEU nel 1787 parla di una grotta nei Faraglioni aperta a W con al fondo una pozza d'acqua a 53° attraverso la quale gorgogliavano gas tra cui l'idrogeno solforato; fumarole erano disseminate anche attorno ai Faraglioni, nè mancavano le manifestazioni sottomarine. La grotta che il DE FIORE ritiene essere quella dell'« Allume » nella quale i franamenti con il tempo nascosero il laghetto, è ricordata ancora da TROVATINI nel 1785 ($t^{\circ} = 56^{\circ}$ ed esalazione solfidrica), nel 1787 dallo SPALLANZANI il quale aggiunge non arrivare l'acqua agli 80° e parergli esserne il livello a pari di quello del vicino mare. Nel 1810 la stessa Grotta dal FERRARA è chiamata « Grotta del Bagno » e dallo stesso si fa menzione anche dell'« Acqua Calda » uscente dalla spiaggia. ABICH nel 1836 parla di sorgenti sottomarine tra i Faraglioni ed il piede del Monte della Fossa (Punta Lucia). A metà circa dell'ottocento l'Acqua Calda è riconosciuta solfidrica e a 94° (CALCARA e PESTANDREA) e nel 1856 S. C. DEVILLE ne parla come di un bacino circolare di qualche metro di diametro con l'acqua a 82°-84° da cui si svi-

luppavano numerose bolle di gas ; gas si svolgeva in mare presso la spiaggia ed entro terra a 200 metri ad ovest dell'Acqua Calda in un bacino d'acqua a 25°. Queste note sono confermate da FOUQUÉ nel 1865. Nel 1889 il MERCALLI dà all'Acqua Calda 95° ed accenna alle fumarole sottomarine. Nulla di più è segnalato fino all'incremento subito negli ultimi decenni.

In complesso nei sec. XVIII e XIX pare che le manifestazioni fumaroliche dei Faraglioni si siano mantenute su di una certa costanza : fumarole sottomarine e presso la spiaggia, fumarole interne nel sottosuolo messe a giorno dagli scavi delle grotte fatti probabilmente per creare ampie superfici di affioramento alle efflorescenze dei solfati di alluminio recuperati a scopo industriale. Bisogna arrivare al 1916 per trovare un deciso ampliamento della fumarizzazione specie a nord dei Faraglioni, allargatasi quindi sempre più fino al 1921 senza quasi lasciar traccia del verde giuncheto della casa CONTI-FAVALORO nè degli oleandri e delle agavi fiancheggianti il viale casa-mare ora ridotto ad un nudo e sterile viottolo.

Nella tav. III la punteggiatura indica la frequenza delle fumarole quale notai dal 1921 al 1923 : nel '37 ho dovuto riscontrare (13) un decremento sensibilissimo per frequenza dei getti gassosi e ricchezza dell'esalazione in acido solfidrico ma le linee essenziali della distribuzione fumarolica erano le stesse. Mi soffermo a descrivere più particolarmente gli aspetti raggiunti nel 1923.

Nella tav. III l'esalazione idro-solfidrico-carbonica a 97°-100° è limitata dalla curva A; la fascia minore AB contiene i valori termici di 97°-30°; oltre la linea B e fino alla C si ha solo qualche debole esalazione idro-carbonica sotto i 30°.

Le prime fumarole si hanno al Porte di Levante (tav. III, a) a 80° a bassa marea; poi quelle della Sella (b) a 99°. Si scende quindi sulla piana e si trova il nucleo S (tav. VI, fig. 2) appena la brevissima parete nord della sella cede al più dolce declivio. Qui più frequenti sono i getti fumarolici ed i gas escono sibilando attraverso co-

netti alti pochi centimetri costruiti dal successivo depositarsi di cristalli aghiformi di solfo impastati con prodotti di alterazione; questi conetti veramente singolari, resistenti alla base, più fragili sull'orlo, si elevano all'incrocio delle numerose esilissime fratture che rigano la sottile crosta silico-gessosa ricoprente il terreno. Queste fumarole hanno una temperatura di 100°: a due metri di profondità ho trovato 102°.

Le fumarole si fanno quindi più rade finchè si incontra il nucleo N dove la maggior parte dei gas gorgoglia in numerose pozzanghere fangose che formano un vero stagno. Il gas esce dal fondo a 100°, scuote il liquido melmoso il quale conserva a seconda dell'ampiezza e profondità della fossetta una temperatura tra i 70° e i 90°. In corrispondenza di questo nucleo, per il cedimento dello strato superficiale del terreno, affiora la falda acquifera dell'isola rilevata altrove da numerosi pozzi sparsi sull'istmo. Quando nei periodi invernali il livello della falda è più alto, maggiore è la distesa acquitrinosa ma con il cessare delle piogge rimangono visibili solo i pozzetti più profondi: i gas fumarolici possono svilupparsi più liberamente, spruzzando il fango a maggiori altezze. In qualche parte l'orifizio di emissione rimane all'asciutto per cui si formano dei piccoli conetti fangosi attraverso i quali i gas sibilano più o meno fortemente. Tutto ciò può dare la falsa sensazione di una variazione di attività. Un effetto analogo ma ridotto viene provocato dal fatto che il livello dell'affioramento risente dell'azione di marea: ho potuto controllare, con tre giorni interi di osservazioni, che l'ampiezza di oscillazioni del livello delle pozzanghere si aggira sul 10-15% di quella marina.

Le fumarole più settentrionali di questo nucleo si portano a 70°-80° e più oltre vi è solo qualche lento gorgoglio a 26°-28° che non sconvolge neppure il fondo limaccioso e bianco di zolfo.

Dopo queste manifestazioni riprende la vegetazione a giunchi e solo più a nord vi sono le fumarole del Porticello (tav. VII, fig. 3) a 100° e più a settentrione ancora

(limite B della tavola III) un gas poverissimo in idrogeno solforato a 37°-40°. Ritornando indietro rimane da ritrovare le fumarole dell' « Acqua Calda » (tav. VII) a nord del Faraglione Piccolo e sulla spiaggia, dove durante i periodi di bassa marea si assiste sovente alla formazione di un conetto fangoso del diametro anche di mezzo metro nel cui interno il gas a 99°-100° erompe proiettando tutt'attorno sabbia fangosa (tav. VII, fig. 4); trovandosi la costruzione tra i due livelli di marea la sua esistenza è del tutto effimera e quando la fumarola è ricoperta dall'acqua del mare si rivela appena con un leggero gorgogliamento, del tutto simile agli innumerevoli che si scorgono nelle vicinanze della spiaggia sulla superficie marina.

Tanto all' « Acqua Calda » che al « Porticello » si notano durante la bassa marea dei rivoletti di acqua calda sgorganti tra mezzo strati di tufi e discendenti in mare. Questa acqua è clorurata ed ha tutte le caratteristiche di acqua marina diluita. La natura e l'origine di queste cosiddette sorgenti termali non sono state ancora sufficientemente studiate: per me ritengo trattarsi dell'acqua della locale falda acquifera che viene ad affiorare nella plaga dei Faraglioni e che risente, come si è detto, dell'azione di marea: durante l'alta marea si può benissimo verificare una clorurazione per infiltrazione di acqua marina; il defluire si verifica naturalmente durante il periodo di bassa. La cosa è però da precisare con più sicuri dati specialmente chimici.

Parallelamente poi alla spiaggia ed attorno ai Faraglioni sono visibilissime larghe fasce di fumarolizzazione sottomarina: in tempo di bonaccia si scorgono sul fondo, meglio dall'alto dei Faraglioni, i bianchi depositi di zolfo colloidale osservando l'aprirsi di numerose bolle di gas sulla superficie marina. Per certo i fenomeni solfatarici sottomarini sono i più antichi della zona giacchè di essi si fa principalmente cenno in passato; in conseguenza, per il MALLADRA (6) anche il locale centro di attività sembra da porsi in mare e nella parte meridionale del Porto di Levante dove sarebbe esistita una antica bocca distrutta

poi da un'eruzione sottomarina e di cui i Faraglioni sarebbero un avanzo. A parte questa interpretazione è convincente il ritrovare come la descrizione fatta della distribuzione fumarolica della zona verificata sulla carta della tav. III, richiami con molta facilità la tendenza allo sviluppo dei fenomeni vulcanici lungo la linea nord-sud passante per la Fossa. Non solo la zona in questione sta intermedia tra il recente Vulcanello a Nord e la non vecchia Fossa a sud ed anche tra la quiescenza del primo e l'intensa termicità della seconda, ma, cosa singolare, in esse le manifestazioni fumaroliche sono sviluppate ancora lungo la stessa linea nord-sud.

Nel suo complesso mentre io dall'autunno del '21 alla primavera del '22 e nell'inverno-primavera '23 ho osservato superficialmente una temperatura massima di 100° e solo di 102° a due metri di profondità nel nucleo S, il DE FIORE (con pirometro) trova nel 1916 (2) 104° all'Acqua Calda, laddove il PLATANIA (4) nella stessa epoca non trova temperature superiori ai 99°; il MORI (5) ancora alle stesse fumarole trova 103° nel 1918; nell'agosto '21 il MALIADRA (6) lungo la strada casa-mare trova 100°-110° ed in un punto nel fango a 60 cm. di profondità 112°. Parrebbe quindi dover supporre per quelle date delle temporanee eccezionali condizioni di natura particolare che avrebbero portato a far affiorare quei valori termici che presumibilmente esistono nel sottosuolo come è lecito dedurre dalle trivellazioni eseguite da DESSAU nel 1934 (10) ma che è difficile immaginare persistenti superficialmente in una zona acquitrinosa.

Nella tabella 6 sono riportati dei dati analitici raccolti nel marzo-aprile 1923 per il più alto e per il più basso contenuto in idrogeno solforato nei singoli nuclei. Come già aveva constatato il DE FIORE, l'esalazione è affatto priva di ossigeno eccetto nel gruppetto settentrionale dell'istmo dove il contenuto d'aria è stato con il calcolo eliminato giacchè parve ovvio che tale introduzione fosse legata alle condizioni di giacitura. Il contenuto in azoto è scarso e completamente assenti sono i gas idrocarburici

e l' idrogeno, l' acido cloridrico e l' anidride solforosa. Ho potuto qualitativamente riscontrare l' acido fluoridrico per le alterazioni prodotte su frammenti di vetro lasciati soggiornare a lungo nello stesso terriccio presso qualche fumarola. Molto abbondante il vapor acqueo: 160-180 gr. per litro di gas anidro a condizioni normali, pari cioè ad un massimo contenuto del 99,5%. È stata pure studiata la radioattività dei gas di alcune fumarole del gruppo S misurando intensità di 15-16 unità Mache esclusivamente dovute ad emanazione di radio in base ai dati di disattivazione dell' emanazione stessa e del deposito radioattivo.

La decrescenza dell' attività solfatarica dell' isola colpì anche questa zona: nel 1937 (13) la distribuzione della esalazione era ancora a 99°-100° ma presentava delle variazioni nella composizione dei gas: nella stessa fumarola che nel 1923 mi aveva dato 8,1 di H₂S trovai 5,7 pur mantenendo il getto gassoso una modesta forza, e tra le pozzanghere, dove sempre nel 1923 avevo avuto 8,4, tale valore, ancor più abbassandosi, s' era portato a 4,7: in quest' ultimo gruppo tra le pozzanghere, il Principe GINORI CONTI (14) ha eseguito nel 1938 un' analisi del gas trovando un tenore in H₂S del 4,26%, in perfetto accordo quindi con il valore da me trovato nell' anno precedente.

Un almeno semplice cenno mi resta a fare relativamente alle copiose efflorescenze a solfati di ferro e di alluminio che durante i mesi più secchi vengono lentamente trasudando dal terreno: basta però una leggera pioggia e spesso la sola condensazione notturna per fare più o meno scomparire le variopinte formazioni. Che il ferro e l' alluminio di questi sali derivino dalle stesse rocce ciò non è dubbio come egualmente che il radicale solforico sia in definitiva una trasformazione dell' idrogeno solforato. Ma come esattamente ciò avvenga non è facile a fissare anche se generalmente è ammesso il più semplice meccanismo per cui l' acido solforico, ovunque riscontrabile, intacca la roccia, forma i solfati che trasudano poi all' esterno sospinti dalla stessa esalazione la quale favorisce così il movimento ascensionale derivante da azioni di capillarità cui

sono soggette le soluzioni stesse che i sali vanno formando in equilibrio con la temperatura ambiente. Una sicura constatazione che mi è sembrato di poter fare è che i sali di ferro predominano nelle zone più calde cioè più vicine alle fumarole mentre generalmente il solfato di alluminio affiora da solo e purissimo nei terreni periferici meno caldi e più compatti come quindi se fosse questo il primo elemento ad abbandonare la roccia seguito poi dal ferro.

Le fumarole di Lentia

Si arriva al nucleo fumarolico di Lentia percorrendo la rettilinea strada che dalle case del Porto di Levante attraversa modeste colture a vigna, e trasformatasi in viottolo, porta dopo 1000 metri alle fumarole situate sotto gli scoscesi dirupi del M. Lentia, al piede di NW del M. della Fossa.

È però interessante strada facendo osservare la temperatura dell'acqua in alcuni pozzi che si trovano su quella direzione (tav. II): Il primo pozzo (FAVALORO) a 300 mt. dal nucleo S ed un po' spostato verso NW segnava (giugno 1923) una temperatura di 23°; 100 metri più avanti si trova un altro pozzo con acqua a 23° 4 e proseguendo per altri 200 mt. un terzo (proprietà JACANO) con temp. 26° 2: dopo ancora 400 mt. si arriva alle fumarole. Noto che altri quattro pozzi più a Nord dei precedenti danno temperature di 21°-21° 3. Sarebbe quindi da constatare un crescendo termico da Levante a Ponente: è da attribuirsi ad un effetto di riscaldamento di origine profonda che collegherebbe le due zone fumaroliche o si tratta di calore asportato attorno alla zona di Lentia per certo lambita ad W dalle acque del sottosuolo nel cammino che queste compiono verso l'istmo? La questione che non manca di interesse resta tuttavia insoluta.

Le fumarole di Lentia si manifestano specialmente sul contorno di una colata lavica attribuita verosimilmente alle prime eruzioni del Gran Cono quando questi era con ogni probabilità, simile all'attuale Vulcanello, schema delle

giovani formazioni, come il Piano lo è delle spente ed il grande cerchio di Lentia quello molto chiaro della futura sorte degli edifici vulcanici anche più complessi.

Secondo il DE FIORE (2) le fumarole di Lentia si sarebbero formate nel 1915. Furono notate nel 1916 da PLATANIA (4); nel '18 il MORI (5) trova 106°, il DE FIORE (2) nel 1921 100° ed il MALLADRA (6) 98°. Nel '21-'23 ho avuto sempre un massimo di 100° con una miscela idrocarbonica senza traccia di composti solforati ed altri gas salvo poco azoto; analogamente erano assenti le solite copiose efflorescenze a solfati salvo qualche minima traccia di solfato di calcio e qualche segno di incipiente alterazione lungo le sottili spaccature della compattissima roccia attraverso le quali il gas usciva con un leggero rumore sibilante che denotava una certa pressione.

Di giorno era difficile vedere i pennacchi fumosi delle fumarole: più facile al mattino presto. L'emissione piuttosto lenta nel suo assieme, era costituita da anidride carbonica ed azoto (2-2,5 %) accompagnati da vapor acqueo (150-200 gr. per litro di gas a condizioni normali). In alcune parti la roccia è cavernosa e da queste aperture sortiva a 50°-70° un gas ricco d'aria: ma il gas genuino di composizione come sopra, si poteva riconoscere dove era possibile raggiungere il vero punto di emissione.

La radioattività oscilla da 158 a 167 unità Mache ed è dovuta ad emanazione di Radio.

Queste fumarole diedero ancora 100° nel 1924 (8) ma nel '30-'32 (12) e nel '37 (13) non mostrano più alcun cenno di attività.

III. — Le fumarole della Fossa

Il Cratere della Fossa

La cima del Gran Cono possiede delle marcate accidentalità dovute a residui di altri anelli craterici per cui l'attuale orlo craterico non è la distinta corona terminale del monte.

La più recente cartografia della Fossa di Vulcano è opera dell'ing. DESSAU (II) che ci ha dato un rilievo ben dettagliato ed al quale rimando avendolo io solo parzialmente utilizzato nelle cartine delle tavole II e IV completate con i rilievi dell' I. G. M. che costituiscono la tav. I.

L'orlo craterico ha uno sviluppo di circa 1600 metri e passa secondo il DESSAU dalla quota più bassa di 281 (NW) a metri 391 (S-SF) mentre per l' I. G. M. le stesse quote sono di mt 270 e 386. La forma di questo rilievo risulta dal fatto che il basso orlo dell'attuale cratere a E-SF è tangente e si confonde ad altro più antico dello stesso edificio, rimasto potentemente slabbrato con un massimo da nord a ovest. Parzialmente tra i due orli ne è risultato un piccolo atrio che appunto da N verso W manca della vecchia parete e costituisce l'antico piano delle Fumarole (quota 242).

Un altro anello craterico è riscontrabile più a ponente ed interseca i due precedenti: esso è il residuo di una formazione più antica. Le particolarità morfologiche e geologiche, i rapporti eruttivi tra i diversi assi vulcanici identificabili nell'edificio vulcanico della Fossa, sono stati ampiamente descritti e delucidati da DE FIORE (2), la cui opera è ricca di dettagli in proposito.

Il DESSAU segna il fondo craterico a mt. 208 ed una profondità craterica di mt. 73 laddove nel '23 con un barometro olosterico servito da un Fortin come stazione, avevo trovato mt. 202 con una profondità di mt. 70. Il PLATANIA nel 1910 e nel 1916 misura le quote del fondo a 205 e 201 mt. con profondità di 65 e 70 mt.

A parte il forte dislivello dell'orlo, il cratere della Fossa ha due altre particolarità che ne caratterizzano l'aspetto: l'una è data dal dolce declivio della metà superiore della tazza mentre successivamente una più ripida parete porta al fondo; l'altra sta nella forma di questo ultimo la cui regolarità nella parte di NW è rotta dalla bocca dell'eruzione 1888-1890 centro, secondo DE FIORE, delle attuali formazioni fumaroliche della Fossa (tav. VIII, fig. 5).

**Cronologia delle formazioni fumaroliche
e delle variazioni termiche.**

Nel 1913 epoca in cui si notano i primi sintomi di un sensibile risveglio dell'attività fumarolica, il DE FIORE raggruppò le Fumarole della Fossa in nuclei topograficamente e morfologicamente delimitabili contraddistinti con numeri romani ai quali successivamente altri autori si riferirono e che sono riportati nelle tavole II e IV. Le cartine sono integrate dalle mie fotografie riprodotte nelle varie tavole.

Per meglio seguire l'evoluzione termica e morfologica della solfataria di Vulcano ho formato la tabella I dove sono riportate alla data di osservazione le principali misure di temperatura massima e le variazioni topografiche della diffusione dell'esalazione cercando di dare anche a queste ultime il più sicuro riferimento cronologico. Ancora a maggior complemento ho costruito un diagramma (tav. V) dove sopra una sezione nord-sud della Fossa sono segnate le fumarole e riportate in corrispondenza le principali misure termiche eseguite fino al 1937: questo allineamento N-S, come si vedrà, è il più importante ed il più interessante.

Dopo l'eruzione 1888-1890 rimase una discreta attività fumarolica distribuita entro e fuori il cratere ad una temperatura che nel 1898 era di 100°. Nel complesso le notizie sono piuttosto scarse fino al 1913 quando cioè il DE FIORE ci dà la prima relazione sul risveglio dell'attività solfatarica di Vulcano.

Il DE FIORE distingue nella zona craterica sette nuclei raggruppabili, secondo il MALLADRA (6) su due distinti allineamenti sezionanti il cratere attraverso la bocca 1889 in due direzioni perciò quasi diametrali: di questi uno, nord-sud, con 5 nuclei, l'altro SE-NW con gli altri due. Questi allineamenti già interessanti per sè stessi nei limiti della zona craterica, assumono un significato maggiore quando si ricordi che il primo, che possiede le manifestazioni fumaroliche principali, viene non solo a coincidere con la identica direzione lungo la quale si è verificata la

deambulazione dei camini eruttivi dei centri di attività dell'isola, ma trova nella zona fumarolica dei Faraglioni di Levante un suo punto avanzato; quanto al secondo, assai inferiore al precedente nelle caratteristiche fisiche e chimiche dell'esalazione, c'è da rilevare il fatto dell'incontro del suo prolungamento con il secondo dei gruppi fumarolici esterni al Cono cioè quello di Lentia, analogamente inferiore a quello dei Faraglioni.

Nel 1913 l'allineamento nord-sud è formato nell'interno del cratere da un gruppo V di fumarole a 112° assai vigoroso ed esteso orizzontalmente sotto quota 300 lungo la parete sud sullo spacco verticale di una serie di strati di pozzolana di diversi metri di spessore e su di una lunghezza di 150. Sulla parete opposta settentrionale a partire dal fondo in corrispondenza della bocca 1889 (fondo NW) si arriva sull'orlo con un'ampia fumarolizzazione a 110° - 112° che il DE FIORE suddivide in tre gruppi (I-II-III) di cui è evidente la reciproca dipendenza: esternamente al cratere infine vi erano esclusivamente a nord le fumarole a 110° del VI gruppo in numero di tre e vicinissime ma che erano seguite da altre meno intense verso ovest fino alla colata delle Pietre Cotte.

Due fatti sono da mettere in evidenza per il momento: l'uniformità di temperatura ed il legame della posizione dei gruppi fumarolici estremi con la forma strutturale della cima dell'edificio vulcanico. Per il primo non c'è da aggiungere in conseguenza che la constatazione di un equilibrio dell'emissione gassosa attorno al suo centro; per il secondo bisogna riconoscere che nella distribuzione fumarolica ha la sua parte anche la nascosta zona di contatto che l'esterno dell'attuale cono forma con quella interna del precedente. In questa zona di contatto si è fatta strada l'esalazione del V gruppo affiorando in una allungata distribuzione orizzontale interstratificata nel materiale pozzolanico dell'ultima formazione; alla stessa maniera a settentrione il gruppo VI si apre con forza immediatamente sul fianco esterno del monte dove cessa la cintura della vecchia formazione e prosegue con minor vigore verso la

colata delle Pietre Cotte orizzontalmente steso come il gruppo quinto.

Il secondo allineamento è quello di SE-NW ed è formato da due gruppi ambedue a 100° : il primo interno al cratere sulla parete di SE ancora sotto quota 250 e l'altro VII esterno alla stessa quota del VI del quale pare un proseguimento a ponente della colata delle Pietre Cotte.

Nel 1916 (DE FIORE e PLATANIA) la diffusione delle fumarole è in aumento sempre nell'ambito dei rispettivi gruppi e, cosa più importante, all'uniformità termica del 1913 subentra una più spiccata localizzazione di alte temperature. Sull'allineamento nord-sud il gruppo V scende a 100° mentre tra i gruppi I-II-III si formano due grandi fratture che chiamo A e B: la prima è allungata nell'interno del cratere sopra quota 250° con la temperatura massima di 416° ed è rappresentata da un assieme di « minute fratture correnti da E ad W e da numerosi spiragli dai quali i gas erano emessi con violenza » (2). La seconda « calcolando i livelli che gli estremi avevano esternamente ed internamente all'orlo craterico, evidentemente spaccava questo come un enorme taglio... Prolungandolo a sud si incontra il centro del cratere, a nord la batteria VI... La frattura era unica e distinta, poco ramificata, aperta per qualche centimetro... La temperatura era di 350° » (2). Esternamente il gruppo VI era passato a 140° . Accanto a queste notizie è da richiamare che a questa data risale l'ampliamento della fumarolizzazione al Porto di Levante e la formazione del nuovissimo nucleo di Lentia al quale non corrisponde nessun aumento termico nei gruppi dello allineamento NW-SE ma solo un aumento di fumarole tra il gruppo VII e Lentia lungo la stessa pendice del Cono.

Cinque anni dopo visitano l'isola il MALLADRA (agosto del 1921) ed il DE FIORE. Nell'ottobre del '21 sono a Vulcano e vi rimango fino al giugno 1922: durante questa mia permanenza ho eseguito alcune misure di temperatura con termometri graduati fino a 600° molto precisi, ma incomodi tanto che mi dovetti limitare alla frattura B. Inoltre le mie salite al cratere furono piuttosto rade im-

pegnato com'ero nei lavori delle I. M.: comunque posso dare delle esatte notizie.

La A, come notò già il DE FIORE nel 1913, è una fittissima rete di lesioni che interessa entro il cratere sopra la quota 250 una striscia di una cinquantina di metri di lunghezza per una quindicina di larghezza. L'esalazione è abbondantissima: il gas emana da tutto il reticolato ma più forti getti sono concentrati dove le fessure si incontrano; la densa nube s'accomuna con quella della B e secondo il vento turбина nel cratere rendendolo spesso impraticabile.

Il gruppo B ha veramente tutto l'aspetto di una grande frattura che tagli verticalmente l'orlo craterico. Si tratta anche qui di una striscia di terreno percorsa in tutti i sensi da esili fratture, complessivamente per una lunghezza di 66 metri di cui 18 formano il ramo interno. Si inizia da Sud, entro il cratere, con una larghezza di due metri circa che si raddoppia sull'orlo allargandosi sempre più fino a toccarne 8 a 30 metri sotto l'orlo, verso settentrione, dopo di che prende a restringersi fino a 4 metri all'altro estremo. Una caratteristica di questa spaccatura è quella di avere ognuno dei due bordi, di ponente e di levante, segnati da un netto taglio a labbra ben marcate. Ho avuto anzi l'impressione che si trattasse di una coppia di fratture che ha finito per interessare anche il terreno intermedio, fratture ravvicinate agli estremi ed allontanate al centro: quella di levante è spezzata in corrispondenza a questo punto. Questa supposizione mi sembra convalidata dalla stessa descrizione che ne fa il DE FIORE il quale nel 1916 parla di un'unica frattura larga pochi centimetri sicchè è da ammetterne all'origine una sola (con ogni probabilità il bordo di ponente dove più alta è la temperatura del gas) con i due rami all'incirca eguali, frattura in seguito allungatasi esternamente non solo ma anche ampliata con un secondo ramo all'incirca parallelo e discontinuo. Anche qui l'esalazione sortiva con forza e si condensava in una bianca nube che con quella della A formava un denso pennacchio.

Il gruppo VI è il più periferico sull'allineamento principale della zona craterica: su questo allineamento si tro-

vano a quota 230 due grosse fumarole ad alta temperatura sul dirupo che immediatamente sotto il vecchio Piano delle Fumarole precipita nella sottostante Forgia Vecchia, dove il recinto della precedente formazione craterica della Fossa è rimasto slabbrato. A queste fumarole però altre ne seguono di molto minore intensità verso ponente ma sempre sotto il Piano delle Fumarole seguendo l'orlo superiore del cratere avventizio della Forgia Vecchia, che ne è contornato anche verso il basso. La vetrosa colata del 1739 detta delle Pietre Cotte segna il limite della fumarolizzazione dopo di che questa riprende con quel gruppo VII che assieme al IV segna il secondo e minore allineamento fumarolico della Fossa. Su questo gruppo VII c'è poco da dire trattandosi di fumarole al massimo a 99°, formato da tre allineamenti che crescono di intensità ad est verso ovest ed anche in lunghezza verso il basso; ancora più in basso altre fumarole sono rintracciabili quasi a mantenere una distinta continuità fino al gruppo di Lentia che come s'è detto sta sull'estremo dell'allineamento SE-NW. La foto 1 della tav. VI mostra con chiarezza sia il VI che il VII gruppo.

Nel quadro della tabella 1 sono riportate tutte le misure termiche eseguite nell'intervallo 1913-1922: aggiungo solo che le ultime del settembre 1922 sono state eseguite sulla frattura B dal compianto Prof. Roccati il quale trovò, come cortesemente ebbe a comunicarmi personalmente, uno spiccato livellamento termico a 375°-390°.

Si chiude così il primo decennio della ripresa attività solfatarica di Vulcano. Riassumendo si ha in partenza un allineamento fumarolico diametrico della Fossa sulla direzione N-S termicamente uniforme, che nel 1916 spezza tale uniformità con la formazione del nucleo A e della frattura B nella parte settentrionale dell'allineamento sul quale si localizzano anche in seguito le maggiori manifestazioni. I due gruppi A e B negli anni successivi mantengono un crescendo che è esclusivamente termico per A mentre per B c'è pure un incremento termico ma questo è minore e compensato dall'ampliamento in lunghezza e larghezza subito dalla grande frattura. Per il gruppo VI l'aumento di tem-

peratura non è eccessivo, è però continuo. Complessivamente i 110° del 1913 si differenziano in dieci anni su di una serie di temperature decrescenti dal cratere verso la periferia cioè da A (416°) a B (352°) a VI (140°). A questo complesso di manifestazioni è da aggiungere l'allungamento verso il basso tanto del VI che del VII gruppo in corrispondenza del vasto ampliamento della zona fumarolica di Levante e della formazione del gruppo di Lentia.

Nel gennaio 1923 si inizia la mia seconda permanenza a Vulcano dove giunsi con copiosissimo materiale e con il fine esclusivo di compiere studi e ricerche sull'esalazione.

Subito ebbi a constatare nuove e più notevoli variazioni ed ancora unicamente sulla radiale nord del noto allineamento nord-sud determinatosi per uniforme testimonianza locale nel dicembre 1922. La fig. 9 della tav. X (1923) paragonata con la fig. 6 della tav. VIII (1922) presenta le nuove formazioni riportando frontalmente il ramo esterno della B e la nuova vasta fumarolizzazione disegnata quasi ad arco attorno a detto ramo accentuandosi in basso in un gruppetto di fumarole più vive una delle quali, che chiamo C, termicamente assai forte e quasi sul prolungamento nord della B. La foto del '23 è eseguita dalla pendice interna del penultimo recinto della Fossa, già più volte ricordato che con il recente forma una piccola valletta, sul cui fondo si seguono dirette verso il gruppo VI le nuove fumarole.

Non ripeto la descrizione dei vecchi gruppi, rimasti immutati. Le temperature da me misurate sono riportate come le precedenti nella tabella 1. Nell'aprile-maggio esegui diverse serie di determinazioni sul ramo di ponente della frattura B: nel Maggio trovai i seguenti valori seguendo la frattura dall'estremo nord a quello sud:

Estremo nord	210°	a 31 metri	420°
a 1 metro	340°	a 52 »	425°
a 3 metri	390°	a 56 »	385°
a 6 »	430°	Estremo sud	325°
a 24 »	480°		

Il nuovo gruppo C prima del 1922 era rappresentato da alcune poche fumarole insignificanti in una zona di terreno però di forte esalazione diffusa. Al 15 febbraio del 1923 la formazione consisteva in una fumarola C a 214°, ben visibile nella fig. 9 della tav. X in basso a sinistra e che al 7 di giugno si era portata a 240°. La serie completa delle misure eseguite alla C è raccolta nello specchietto seguente con l'indicazione dell'incremento medio giornaliero corrispondente alla prima determinazione: il decremento del ritmo ascensionale è palese:

15 Febbraio	214°		7 Aprile	228°	0°27
20 »	216°	0°40	16 »	233°	0°32
1 Marzo	220°	0°40	1 Maggio	234°	0°26
19 »	222°	0°25	12 »	236°	0°25
20 »	224°	0°30	26 »	238°	0°25
			7 Giugno	240°	0°23

Nelle altre fumarole dello stesso gruppo le temperature oscillano da 99° a 104°. Tutte queste nuove formazioni sono completate da tre lunghe e sottili fratture (a, b, c,) da cui esalava pochissimo gas e che irradiando da B in corrispondenza della cresta craterica si allargavano verso W lungo lo stesso orlo.

Esaminando i valori riportati nel quadro della tabella I e riferendoci al Giugno 1923, a quanto è stato detto per il primo decennio si può aggiungere che la A prosegue nel suo lento ma continuo incremento termico, che la B, fermatasi per diversi anni all'incirca alla stessa temperatura per svilupparsi maggiormente in estensione, prende a crescere di temperatura, mentre si viene a formare un nuovo gruppo abbastanza vasto la cui fumarola principale si trova sul prolungamento della direzione di B verso nord e tutto il nucleo manifesta a sua volta un preciso orientamento verso il VI anch'esso in sensibile ripresa termica: in definitiva nuova accentuazione verso nord e chiara interdipendenza dei diversi nuclei.

Le due fumarole principali del gruppo VI possedevano al 15/2 216° e 209°: al 7 giugno tali temperature erano aumentate di 19° e 16°. L'essere tale incremento minore di quello avuto dalla C (26°) è in evidente rapporto con la maggiore eccentricità del VI ma lo stesso ordine dell'incremento rivela lo stretto rapporto intercedente tra C e VI, che superficialmente si manifesta anche con l'allineamento delle molte fumarole che accompagnano la C in direzione di VI, seguendo cioè la direzione della superficie di appoggio dell'attuale cono con quello della formazione precedente: è già stato detto che dove tale formazione è cancellata dal grande slabbramento subito a NW dal vecchio edificio, quella superficie di appoggio affiora ed appaiono le grosse fumarole del gruppo VI.

In più la fumarolizzazione ad arco, che la foto 9 della tav. X mostra con chiarezza, unita con il fascio delle deboli lesioni indica come la spinta ha trovato da realizzarsi con più tangibili e visibili effetti nel settore B-C-VI già interessato dal lavoro della preesistente esalazione diffusa, segno di una latente azione interna che se prima costituiva già un'indicazione del legame di B con VI nel 1923 si chiarifica e si precisa tale rapporto come passante per C: cioè la direttrice di spinta seguendo B porta ad urtare contro il vecchio recinto craterico (C) e lungo la corrispondente superficie di contatto con il nuovo Cono, trova agevolato il proprio cammino verso l'esterno.

Dopo il 1923 io sono ritornato a Vulcano solo nel '37.

Nel 1924 (ottobre) il DE FIORE (8) dà solo nuovi valori per la temperatura della A e B rimaste in persistente aumento e senz'altre misurazioni si arriva al 1930 (10) (12) alla qual data si rivela sia pure senza continuità l'affievolirsi dell'attività fumarolica della Fossa che le mie misure del '37 ampiamente confermano. L'IMBÒ (12) nel 1930-31 nota come dopo il 1924, in epoca però non precisabile, per la A almeno si deve essere verificata una diminuzione di temperatura seguita da un incremento, rivelato nel 1933 dalle misure di BERNAUER e DESSAU (10). Nel 1937 (13) la temperatura più alta della zona è stata

di 170° e l'ho trovata all'estremo sud della B che mi diede in altri punti i seguenti valori mantenendo per il rimanente della frattura 100°-99°:

estremo sud	170°
a 9 metri	138°
a 22 »	140°
a 26 »	120°
a 30 »	105°
estremo nord	105°

Alla stessa data nelle fumarole del gruppo C trovai 99°-98° ed in quelle più importanti del VI ritengo che la temperatura fosse dello stesso ordine giacchè l'esalazione era egualmente molto calma ed aveva perduto quel cupo rumore che ne era stata una caratteristica in addietro.

Ritornando invece sull'orlo craterico e risalendo dalla B verso est dopo una cinquantina di metri si segue per altri trenta una larga zona di fumarole (d) situate alquanto più in basso sulle pendici crateriche interne; a 150 metri dalla B l'orlo craterico è tutto tagliuzzato per 20 mt. da un reticolo (e) di sottili fratture in una direzione radiale che si prolunga di qualche metro dentro e fuori il cratere. Più oltre (una diecina di metri) altra lesione (f) lunga 32 metri giacente sull'orlo interamente e del tutto simile alle lesioni a, b, c del '22 ma dirette in senso opposto dalla B cioè verso ovest, e completamente cancellate nel '37. Ovunque l'esalazione tocca al massimo i 99° ed è appena solfidrica.

È interessante segnalare alcuni dati raccolti a Vulcano nel 1938 dal Principe GINORI CONTI (14) il quale sulla frattura radiale trova una temperatura di 140° ed in corrispondenza un'esalazione solfidrica (1,04 % di H₂S) con appena tracce di anidride solforosa e di acido cloridrico. Questi risultati confermano l'andamento di un costante progressivo decremento dell'attività locale.

Certo, è spiacevole notare come dopo il '24 l'attenzione degli studiosi si sia alquanto distolta da Vulcano

da rarefare i valori termici conosciuti dell'esalazione per quest'ultimo periodo nel quale si segue con incertezza l'andamento del fenomeno fumarolico le cui stesse oscillazioni racchiudevano un evidente fattore di interesse in previsione dei probabili sviluppi futuri dell'attività locale.

È intanto palese che nel 1924 perdurano almeno in A e B delle alte temperature e se pure queste hanno subito un ulteriore incremento, tale fase non può avere avuto una lunga durata nè i massimi si devono essere spinti troppo oltre i valori misurati nel '24, giacchè a quest'epoca già le grosse fumarole del gruppo VI (le più eccentriche) segnano una diminuzione ed in seguito saranno le prime (1930) a scendere anche sotto i 100° che nel '37 rappresentano il massimo dello stesso gruppo A, solo la B riuscendo a mantenere una temperatura più alta (170°). È da notare che questo abbassamento di temperatura dell'esalazione non ha cancellato i segni della distribuzione fumarolica raggiunta durante la fase di massimo sviluppo.

Nella fase ultima dell'affievolirsi dell'attività fumarolica di Vulcano è da rilevare tuttavia l'accenno di ripresa che la A presenta nel 1931 al qual tentativo sono da collegarsi le diverse, rade e non eccessivamente (per ora) importanti formazioni fumaroliche che ho descritto poco sopra per il 1937 a levante di B. divenuto il principale gruppo fumarolico della Fossa.

Aspetti dell'attività solfatarica

Nel suo complesso l'attività solfatarica di Vulcano sembra avere avuto dal 1913 ad oggi (1938) un andamento caratterizzato per oltre un decennio da una decisa marcia verso un massimo termico sulla radiale craterica nord e da un successivo decremento non però altrettanto decisivo giacchè framezzato da una ripresa termica, seguita quindi da un nuovo declinare, con accenni di ulteriori amplificazioni della fumarolizzazione in alcune nuove marcate lesioni. Non è perciò da ritenere senz'altro definitivo l'attuale affievolirsi dell'attività solfatarica, tanto più che nessun

segno dell' ampia fumarolizzazione raggiunta nel '22 è rimasta cancellato.

Questo andamento è stato abbastanza ben studiato con qualche dettaglio da DE FIORE, MALLADRA, PLATANIA e da me nel periodo 1913-1924 della fase ascensionale con la quale si sono venuti a superare i 600° in una esalazione ch' io ho ritrovato essere nettamente solfidrico-solforosa.

Gli specchi delle tabelle 7 e 8 presentano alcune delle analisi da me condotte alle fumarole ed eseguite applicando, con una apposita apparecchiatura ed opportune sostanze, un metodo di assorbimento immediato per l' idrogeno solforato e per l' anidride solforosa, riserbando al laboratorio l' analisi del residuo gassoso e delle soluzioni assorbenti. Mi è stato così possibile dosare quei due gas, che diversamente raccolti reagiscono reciprocamente lasciando, nel caso nostro, un residuo di anidride solforosa.

Si è confermata l' assenza dell' ossigeno come già aveva messo ben in chiaro il DE FIORE e si è mostrato con evidenza di cifre una forte coesistenza di due gas (SO_2 ed H_2S) che è ben raro trovare associati nelle già rare ed attendibili analisi di gas vulcanici. Debolissimo è il contenuto in acido cloridrico.

Nel 1937 (13) ho ripetuto alcune analisi (v. tabella 9) raccogliendo valori in armonia all' affievolimento dell' attività solfatarica locale pur conservando l' esalazione il tipico carattere idro-solfidrico-solforoso-carbonico.

Un altro punto che è stato ben precisato e sul quale si ritornerà più avanti, è il forte contenuto acqueo della esalazione anche ad alta temperatura. Nel 1923 ho raccolto per litro di gas anidro alla B ed alla C da 22 a 38 gr. di acqua.

Anche la radioattività dei gas fumarolici è stata studiata con i seguenti risultati :

Fumarola B	480°	=	Unità Mache	22,43
»	C 237°	=	»	» 21,64

Le proprietà radioattive dei gas sono dovute anche in questa zona esclusivamente ad emanazione di radio.

Le emissioni di zolfo liquido

Per completare il quadro della fenomenologia verificatasi a Vulcano mi resta solo da parlare di un interessante e raro fenomeno ripetutosi alla Fossa tra il 1913 e il 1922 e dovuto alle emissioni di zolfo liquido che in numero di quattro a diverso intervallo fornirono complessivamente oltre 800 quintali di purissimo prodotto e sempre dalla parte alta del cono tra le fumarole del gruppo VI cioè nella parte esterna rivolta a nord della zona craterica. Quivi già nell'estate del 1916 il DE FIORE aveva raccolto una stalattite compatta di zolfo purissimo. Nel 1918 nella stessa località si verificò in pochi giorni la fuoriuscita di circa 40 tonn. di zolfo e di questa riferisce il MORI (5).

Altra replica del fenomeno ebbe inizio nella notte tra il 20 ed il 21 settembre del 1922 (7): nota il ROCCATI come la temperatura dello zolfo fosse di 98° mentre il vapor acqueo sovrastante e che si sprigionava contemporaneamente allo zolfo era a 104°: in un mese fluirono circa 10 tonn. di zolfo appena leggermente selenioso, contemporaneamente fluiva pure zolfo ma in poca quantità da una cavità nell'interno del cratere sulla parete settentrionale ma che non fu raccolto per la sua pochezza e per la difficoltà a raggiungerlo.

La stalattite trovata nel 1913 dal DE FIORE è certamente il residuo di una prima effusione, il cui scarso prodotto fu probabilmente utilizzato dagli isolani.

La quarta ed ultima emissione si ebbe il 26 maggio 1923 e diede una produzione di circa 30 tonn. di zolfo. Nella mattinata di quel giorno mi trovavo tra le fumarole crateriche occupato nell'analisi dei gas quando alle 10.30 udii un breve e cupo rumore. Poco prima aveva controllato le principali temperature, che ricontrollate non mostrarono nulla di eccezionale. Solo più tardi, verso mezzogiorno, discendendo dalla Fossa, notai nella solita alta zona nord, una larga chiazza gialla la cui formazione, come seppi poco dopo, era stata preceduta da un ruzzolare di pietre lungo la ripida parete precipitante per una cinquantina di metri

quasi a picco sulla Forgia Vecchia : al tonfo di alcuna più grossa era da riferire il rumore da me udito.

Nel pomeriggio e nei giorni successivi visitai la località dove l'effusione si compiva. Lo zolfo sgorgava in un esile getto di materiale rossiccio fuso, tanto sottile da non riuscire possibile di misurare la temperatura. Dalla spaccatura orizzontale della roccia larga poco più di un metro, alta e profonda la metà erano contemporaneamente emessi vapor acqueo a 99° con anidride carbonica e minime tracce di composti solforati. Quando lo stesso 26 maggio verso le due pomeridiane risalii alla Fossa trovai che l'ampia distesa di zolfo si stendeva sotto la bocca di emissione per 4-5 mq. : ed era possibile valutare a 1000-1500 Kg. lo zolfo venuto a giorno e che tuttavia non poteva essersi depositato per lo sgorgare di un sottile filo di zolfo, quale io constatavo, la cui portata si aggirava sui 40-50 litri ora. Penso perciò che agli inizi sia in una sola volta traboccato lo zolfo accumulatosi nella cavità per il cedimento della parete che lo tratteneva, formata di frammenti pietrosi appena cementati da altro zolfo, con il conseguente ruzzolare delle pietre notato dal basso. Dallo zolfo non si sviluppava nessuna bolla di gas e l'emissione tranquillissima era accompagnata da poco gas, da poco vapor acqueo neppure a 100°. Non è il caso di mettere in gioco delle manifestazioni di energia eruttiva direttamente collegate con il condotto centrale quasi che si trattasse senz'altro di solfo originario segregato dal magma. Per me l'origine di questo solfo è secondaria e sono convinto che essa sia da collegarsi alla contemporanea presenza nell'esalazione della Fossa dell'anidride solforosa e dell'idrogeno solforato, che, sfuggendo nelle cavità e nei meandri della roccia cavernosa, vi circolano più lentamente, si raffreddano e si riducono reciprocamente con conseguente formazione di solfo, il quale va accumulandosi negli interstizi liberi del terreno. La rifusione poi e la fuoriuscita di questo solfo è fenomeno legato al caratteristico svolgimento dell'attività fumarolica locale.

Dal punto di vista esclusivamente termico un vulcano

va considerato (BRUN A. — *Recherches sur l'exalation volcanique* — Genève 1908) come una serie di superfici isogeotermiche la cui temperatura è mantenuta dalla conducibilità termica delle rocce e dai gas che circolano dove è facile ad essi insinuarsi per fratture o per la natura frammentaria del terreno. Queste superfici isogeotermiche curve, si seguono eccentricamente al centro di massima temperatura con valori decrescenti: vi sarà perciò una superficie isogeoterma che diremo Fs corrispondente alla temperatura di fusione dello zolfo: lo zolfo formatosi ed accumulatosi esternamente alla Fs si manterrà solido e tale resterebbe se l'isogeoterma in questione non subisse degli spostamenti centrifughi; in tal caso lo zolfo rifonde, cola attraverso gli anfratti della roccia stessa e può affiorare all'esterno.

Effettivamente a Vulcano il singolare fenomeno delle effusioni di solfo si è verificato nelle circostanze volute dalle precedenti considerazioni. L'ampia trattazione fatta sullo sviluppo della manifestazione fumarolica, deve oramai aver reso familiari i suoi punti più salienti: decrescenza termica dal centro (A) verso la periferia (VI) e crescendo termico sulla stessa radiale per oltre un decennio dopo il 1913, fino cioè alla fase discendente.

Ora tutte le effusioni di solfo risalgono a quel decennio e perciò sono legate al corrispondente crescendo dei fenomeni fumarolici. Tale rapporto può ancora essere reso evidente nei suoi particolari riassumendo la tabella 1, per quanto ci riguarda, nelle seguenti proposizioni:

- | | |
|---------------------|--|
| 1° — 1917-1918 | Allungamento verso nord ed allargamento di B dopo un generale fortissimo incremento termico. |
| 1918 marzo | Sgorgano 40 tonn. di solfo. |
| 2° — 1922 settembre | Sgorgano 10 tonn. di solfo. |
| 1922 dicembre | Si formano le fumarole del gruppo C dopo un precedente generale fortissimo aumento termico. |
| 1923 maggio | Sgorgano 30 tonn. di solfo. |

Mi limito alle tre manifestazioni più note : la prima è legata all'ampliamento di B ed alla prima fase dell'incremento termico, le altre due rientrano nel ciclo che portò alla formazione del gruppo C nella fase successiva : l'inevitabile conseguente allontanamento centrifugo di superfici isogeotermiche è dunque causa ultima delle « fontane di solfo » come elegantemente chiama il ROCCATI queste non comuni manifestazioni, strettamente e solamente legate nell'origine alle caratteristiche chimiche dei gas ed a quelle dell'attività solfatarica di Vulcano.

IV. — Alcune osservazioni sulle caratteristiche dell'esalazione dell'isola di Vulcano

Della classificazione delle fumarole e dell'origine di alcuni dei gas dell'esalazione

Le manifestazioni dell'attività endogena di Vulcano sono state notate fin dall'antichità : le notizie però si vanno ampliando e facendosi sempre più numerose con il sec. XVII: fanno da allora epoca il viaggio del DE LUC (1757), di DOLMIEU (1787), dello SPALLANZANI (1788). Nel sec. XIX Vulcano diviene oggetto di ricerche più scientifiche tra le quali emergono quelle di Charles SAINT-CLAIRE-DEVILLE e di FOUQUÉ : costoro studiando tutte le principali manifestazioni vulcaniche d'Italia visitarono l'isola rispettivamente nel 1855-56 e nel 1865 interessandosi delle caratteristiche di composizione dei gas fumarolici ; questi studi, com'è noto, contribuirono all'enunciazione di alcuni principi oltre i quali poi le nostre conoscenze sulla chimica dei gas vulcanici non hanno progredito eccessivamente.

All'epoca della visita di S. C. DEVILLE la distribuzione fumarolica dell'isola era formata da alcune manifestazioni comprese nelle attuali : la principale consisteva in un aggruppamento di fumarole sulla parete nord dell'interno del cratere, la cui temperatura doveva essere superiore ai 327°, poichè il piombo vi restava fuso ; ci troviamo perciò nello stesso settore craterico nel quale oggi si ri-

scontrano due notevoli gruppi fumarolici (A e B) che, se non un'identica forma, ripetono però sostanzialmente il fenomeno in condizioni di spiccata analogia. Allontanandosi da questa zona in direzione nord il DEVILLE incontrava esternamente al cratere, al cosiddetto « Piano delle Fumarole » in località Portella, una serie di centri esalanti a 94° nettamente identificabili con le fumarole del gruppo VI; infine ancora più a nord presso il mare trovava le fumarole dell' « Acqua Bollente » a 94° e 200 metri più oltre le ultime manifestazioni a 25°, le une e le altre ancor oggi presenti: in altri termini si ripete palesemente l'allineamento Fossa-Faraglioni cioè N-S.

Il DEVILLE analizzò i gas sul posto: nella tabella 2 sono raccolti i dati delle principali analisi che il DE FIORE (2) ha molto discusse tanto da trovarne alcune del tutto ed altre solo limitatamente accettabili, sia per la mancanza di anidride carbonica « trovata costantemente da altri nelle identiche condizioni » (in (2) a pag. 203) sia per i forti residui in azoto dovuti ad ossidazioni postcaptazione. Il DEVILLE collega i dati raccolti a Vulcano con i diversi ordini di esalazione riscontrati al Vesuvio ed all'Etna deducendo che una classificazione delle fumarole può farsi distribuendone i vari tipi in sei gruppi, non sempre tutti riscontrabili, ciascuno dei quali in funzione di una temperatura determinata è caratterizzato da prodotti di esclusiva pertinenza. Secondo questo criterio l'anidride carbonica « deve » comparire solo a basse temperature, dalle quali procedendo verso le più alte, questo gas è sostituito dall'idrogeno solforato, cui successivamente subentra l'anidride solforosa: è quanto si dimostrerebbe con la tabella 2 se i dati raccolti non dessero luogo a incertezze.

Le stesse fumarole furono analizzate da Fouqué nove anni più tardi con risultati (tab. 3-4) che non sono una completa conferma dei precedenti, poichè alle alte temperature si ritrovano gas che divengono esclusivi di fumarole a temperatura più bassa. Il DE FIORE fa giustamente osservare come le analisi di Fouqué siano migliori di quelle di DEVILLE e come per il minor tenore in azoto rappresen-

tino un progresso : si rilevano però alcuni dati dubbi tra i quali notevole quello per la prima delle due fumarole a 250° con anidride solforosa, in cui vien dato in un primo tempo $\text{CO}_2 = 22$, valore successivamente sdoppiato in $\text{H}_2\text{S} = 10$ e $\text{CO}_2 = 12$. Tale incertezza e le difficoltà che si sono sempre avute ad ammettere l'esistenza dell'idrogeno solforato accanto a quella dell'anidride solforosa, fecero porre in dimenticanza le analisi con i dati riferiti a questi due componenti. Il CLARKE ad es. nei suoi « *The data of geochemistry* » accetta la forma $\text{CO}_2 = 22$ della prima analisi e trascura la seconda, sicchè in questa moderna e tanto interessante pubblicazione non è possibile trovare un esempio di esalazione con H_2S ed SO_2 associati.

In accordo con le proprie esperienze il FOUQUÉ stabilì una nuova classificazione modificando il concetto base della classificazione di DEVILLE nel senso che le sostanze caratteristiche di ogni gruppo (il FOUQUÉ ne fece quattro) sono tali in quanto mancano nei gruppi inferiori.

Dopo queste analisi si hanno alcune ricerche di scarsa importanza compiute da COSSA (1887) e da SILVESTRI (1888): bisogna arrivare al 1916-1921 per trovare con le analisi DE FIORE del materiale interessante.

Le analisi di DE FIORE rivelano una cura meticolosa nel tentativo riuscitissimo di eliminare costantemente la simultanea captazione nei tubi di aria atmosferica con i gas fumarolici; ma pur essendo condotte sotto questo punto di vista con rigoroso metodo, devo per le ragioni che dirò più avanti fare le mie riserve sui dati analitici dei gas della frattura B e del gruppo VI. Le analisi furono eseguite nel 1916 e nel 1921, ma solo queste ultime riporto (v. tab. 5), perchè più complete e più vicine cronologicamente alle mie del 1923.

Nel complesso il DE FIORE trova la SO_2 sopra i 100°, sostituita sotto tale temperatura dall' H_2S il quale poi scompare molto presto, rimanendo l'esalazione a più basse temperature formata da gas carbonico già presente in tutte le forme anche più calde dell'esalazione. Queste analisi sono

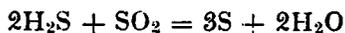
perciò in accordo con la legge di DEVILLE per i gas solforati, ma nell'insieme ammettono pure la legge di FOUQUÉ.

Più ristretti sono i dati analitici che il DE FIORE riporta per la zona dei Faraglioni, raccolti analizzando esclusivamente le fumarole lungo la spiaggia dell'Acqua Calda e trascurando quelle più importanti e più ricche in idrogeno solforato dei nuclei interni.

Le mie analisi risalgono al 1923 e sono raccolte nelle tabelle 8 e 9, delle quali la prima corrisponde all'allineamento radiale nord del cratere della Fossa fino ai Faraglioni di Levante, la seconda a quell'altro minore, allungato secondo la radiale di NW dalle fumarole del gruppo VII a quelle di Lentia. Sono così collegate tutte e tre le zone fumaroliche di Vulcano con l'aggiunta di alcune fumarole sparse sulle pendici del cono tra la Fossa e gli aggruppamenti esterni ed estremi. Non mi trattengo sull'argomento inerente al modo di condurre il prelievo e le analisi dei gas dovendone discutere piuttosto a lungo: per mantenermi più vicino all'oggetto del presente studio dovrò trattarne a parte e qui limitarmi solo a ricordare che per le emissioni solfidrico-carboniche e carboniche ho seguito i comuni metodi di captazione per aspirazione di gas essiccati in tubi di raccolta immediatamente analizzati in posto, avendo provveduto a portare con me una completa idonea attrezzatura; per le miscele solfidrico-solforose-carboniche, ho invece utilizzato metodi di assorbimento immediato per i gas solforosi, utilizzando un'apparecchiatura speciale ed opportuni reattivi.

Tra i dati presentati dal DE FIORE ed i miei per la Zona Craterica si rivela concordanza esclusivamente nelle percentuali di azoto, concordanza qualitativa vi è per l'anidride solforosa ed il gas carbonico, ma fortissimo è invece il divario per la notevole percentuale da me data in idrogeno solforato completamente assente nelle analisi del DE FIORE, il quale pure a proposito delle fumarole del gruppo VI già nel 1916 ebbe a dire: « le fumarole emettono SO_2 dominante, H_2O abbondante, CO_2 notevole, H_2S presente » (in (2) a pag. 272).

Io sono convinto che le analisi del DE FIORE contengono solamente l'anidride solforosa residua alla reazione di reciproca riduzione tra i due gas solforati avvenuta nei collettori (molto lunghi) e nei tubi di raccolta non essendo i gas anidri. A prova di ciò vi è qualche cosa di più del semplice fatto dell'aver constatato personalmente nelle fumarole della Fossa fin dal 1922 i due gas solforati: resta infatti la possibilità di portare una correzione ai dati del DE FIORE per cui alcuni divengono abbastanza nettamente confrontabili con i miei. Il criterio per cui tale correzione è possibile deriva dall'aver trovato contenuti in idrogeno solforato ed anidride solforosa ancora a 104° tanto vicini da lasciar pensare che le due percentuali possano essere in origine eguali e che la lieve divergenza se non preesiste sia solo causata da un forse inevitabile inizio della nota reazione compiutasi invece integralmente negli apparecchi DE FIORE. Questo supposto « equal valore » è calcolabile in base all'equazione



poichè la semplice differenza tra i valori sperimentali dà il volume di anidride solforosa distrutta ed il doppio di questa cifra quello dell'idrogeno solforato che ha reagito: sommando queste due cifre ai corrispondenti valori sperimentali si ottiene una identica cifra che rappresenterebbe quello che si può chiamare il « valore di eguaglianza » delle percentuali dei due gas nella miscela esalante: naturalmente per poter considerare questo valore come una nuova percentuale è d' uopo apportare ad esso un'evidente correzione.

Oltre ai dati raccolti nella tabella 8, posso presentare le seguenti analisi :

t°	SO ₂ %	H ₂ S %	Valore di eguaglianza	% corretto
sulla frattura B :				
480°	21,20	20,00	22,40	21,6
420°	19,10	18,20	20,00	19,5
390°	19,50	18,60	20,40	19,8
210°	19,20	17,50	18,90	18,5

ed in una vicina fumarola a 104° :				
104°	18,20	17,00	19,40	16,4
e nel gruppo VI :				
217°	15,40	13,40	17,40	16,4

Questi dati mostrano una discreta costanza di composizione su una scala abbastanza ampia di temperature sicchè non posso spiegarmi perchè il DE FIORE trovi sulla sola frattura B una percentuale di SO₂ del 75,2 accanto ad altre del 20-16-15 (v. tab. 5) ; ora tenendo in considerazione solo questi ultimi tre valori più concordanti, supponendo che l'idrogeno solforato sia andato completamente distrutto nelle operazioni di raccolta e che nell'esalazione SO₂ ed H₂S fossero in percentuali identiche, ho calcolato i valori di eguaglianza, che riportati in percentuale nella miscela totale del gas diventano in corrispondenza 25-20, 9-20, 5 con una media di 22,13 contro quella di 19,8 ricavabile dalle mie quattro analisi della frattura B soprariportate. Tra i dati corretti del DE FIORE ed i miei viene quindi ad esserci un discreto accordo che conferma le supposizioni avanzate. Certo che devo escludere il valore della prima analisi (75,2), sia per l'accordo che gli altri tre dati possono raggiungere con i miei, sia perchè le mie analisi mostrano in un intervallo termico di 270° composizioni gassose molto vicine.

Nel gruppo fumarolico VI il DE FIORE dà assenza di H₂S ed un contenuto in SO₂ del 12 % che ci porta, corretto, ad un valore di eguaglianza di 17,6 contro 18,2 risultante dalle mie analisi.

Tra le mie analisi (come tra quelle del DE FIORE) mancano dati riferibili ai gas emessi dalla frattura A (555°) che per essere tutta interna al cratere creava seri ostacoli ad un tranquillo lavoro per la massa dei gas turbinanti e frequentemente avvolgenti l'operatore. Tuttavia la vicinanza di composizione dei gas di B con quella di gas a più basse temperature lascia pensare anche per i gas di A una composizione press' a poco identica, non essendo in definitiva la A molto termicamente distante dalla B.

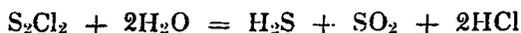
Nel complesso perciò posso ritenere le mie analisi come le più complete e del tutto rispondenti alla esalazione gassosa delle fumarole di Vulcano. Anche la zona dei Faraglioni di Levante è rappresentata in tutti i suoi nuclei, che, come è stato detto a suo tempo, si seguono in prolungamento sulla solita radiale nord della Fossa.

La composizione dunque dei gas emessi lungo i due allineamenti fumarolici principali, esposta nelle tabelle 8 e 9, è ben espressa ed è conferma dell'idea del Fouqué per il quale la classificazione delle fumarole va fatta in base al concetto che le sostanze caratteristiche di ciascun gruppo, in un elenco a valori termici decrescenti, sono tali in quanto mancano nei gruppi inferiori. Questo principio però non permette di dedurre la possibilità di fissare dei limiti termici inferiori di esistenza dei vari componenti: ad es. a 100° si hanno fumarole esclusivamente carboniche (Lentia), fumarole solfidrico-carboniche ricchissime (gruppo C) e poverissime (gruppo VII) di composti solforati; ed ancora a 104° si ha una composizione di gas quasi identica a quella riscontrata a 480°. Il principio di Fouqué si limita dunque ad una interpretazione qualitativa.

Le analisi dei gas raccolti alla Fossa mostrano indiscutibilmente come possono coesistere forti quantitativi di idrogeno solforato e di anidride solforosa ancora a 104°. Il MERCALLI (1910) interpretando l'opinione dei vulcanologi del tempo i quali molto dipendevano dalle prime idee sviluppatesi nel secolo passato e non corrette successivamente, non ammette che quei due gas possano coesistere in forti quantitativi ma fa derivare il primo dall'ossidazione del secondo in virtù dell'aria penetrante nell'interno della montagna vulcanica: la reazione sarebbe agevolata dall'alta temperatura e dall'azione catalittica delle rocce porose, trovando così una spiegazione la presenza nei gas fumarolici di aria disossigenata. L'idrogeno solforato a sua volta sarebbe originato dall'azione riducente dell'idrogeno o dalla azione scomponente del vapor acqueo sopra i solfuri metallici.

Più recentemente l'argomento è stato ripreso dal DE FIORE (2), che avvicinando ai gas solfidrico e solforoso pure lo solfo, accogliendo tra le sue anche le idee del BRUN (op. citata) pensa che l'ossigeno disponibile nel magma si distribuisca tra carbonio e solfo, quest'ultimo a sua volta derivato dal protocloruro di solfo, dal BRUN estratto nelle lave rifuse. Il DE FIORE rileva ancora come al Kilauea l'esalazione a 1200° contenga ancora dell'idrogeno solforato: ciò in unione alla constatazione nell'esalazione raccolta nel vuoto (PONTE, Etna 1906) dell'esistenza contemporanea dell'anidride solforosa e dell'idrogeno solforato, lascia ammettere che i due gas possano coesistere nelle condizioni magmatiche.

E ciò è quanto le mie analisi eseguite a Vulcano danno ragione maggiormente di pensare: ritengo anzi che esse aiutino a farci accettare l'idea dell'esistenza del protocloruro di solfo nel magma; secondo me i due gas derivano da una reazione tra protocloruro di solfo e vapor acqueo per effetto di una variazione dell'equilibrio fisico-chimico interno nel magma o dell'esalazione sovrastante al magma. Che questo vapor acqueo sia commisto nel magma o sia di origine extramagmatica è questione che per ora non interessa giacchè mi basta l'aver constatato che a Vulcano questo vapor acqueo non manca ed è presente in forti quantità (96-98 % in volume): la reazione sarebbe allora la seguente:



e spiegherebbe la formazione dei due composti solforati i quali potranno benissimo coesistere fino a che non verranno a trovarsi in presenza di H₂O in fase liquida: ciò è stato dimostrato da BAKER (Chem. News. 1909, vol. 99, pag. 126 e 1911, vol. 103, pag. 173). Ma quello che è altrettanto importante è la formazione di eguali volumi di H₂S e di SO₂ come è stato appunto riscontrato da me a Vulcano ed all'Etna dal PONTE (*Ricerche sull'esalazione dell'Etna*).

Atti della classe di Scienze della R. Acc. dei Lincei, 1914),
il quale trova :

SO ₂	1,2 %	3,8 %
H ₂ S	1,6	tr.

La reazione implica una evidente forte produzione di acido cloridrico, sostanza che le mie analisi danno appena scarsamente presente; poichè però nelle fasi di parossismo eruttivo l'acido cloridrico ed i cloruri alcalini abbondano, è possibile ammettere un assorbimento nel magma dell'acido formatosi nella precedente fase di esalazione. Tutto ciò è ancora chiaramente ipotetico mancando maggior copia di fatti constatati e conferme: tuttavia l'ipotesi è attendibile più che non lo sia l'idea dell'ossidazione dell'idrogeno solforato ad anidride solforosa, giacchè in realtà l'azoto e l'aria disossigenata trovata in passato nei gas era semplicemente dovuta al pessimo sistema di captazione, per cui si raccoglieva aria atmosferica, che successivamente andava a distruggere i gas ossidabili: tanto a me che al DE FIORE, come ed altri (FOUQUÉ nel 1865 e DE LUCA nel 1871 a Pozzuoli, BUNSEN in Islanda) è stato possibile raccogliere gas del tutto privi di ossigeno e poveri assai di azoto.

La coesistenza alle alte temperature dell'idrogeno solforato e dell'anidride solforosa lascerebbe supporre che allontanandosi dal centro di maggiore attività fumarolica verso temperature più solitamente di 100°, si dovrebbe arrivare a fumarole esclusivamente solforose: in realtà si osserva esattamente il contrario; già nella zona craterica si assiste al passaggio da fumarole altamente e pressochè egualmente solfidrico-solforoso a fumarole con eccesso di idrogeno solforato (fumarole 98°-99° del gruppo C, v. tab. 7) quindi a solo idrogeno solforato (gruppo VII, v. tab. 8), fenomeno quest'ultimo che ha la sua più vasta importanza e diffusione nelle fumarole della zona dei Faraglioni di Levante dove dei gas solforati è esclusivamente presente il solfidrico.

Il DE FIORE che, come si è detto, si è molto interessato dell'origine dei gas vulcanici, pensa che l'idrogeno

solforato delle fumarole situate lungo la spiaggia del Porto di Levante sia dovuto a reazione dell'acqua marina sull'anidride solforosa. L'ipotesi troppo limitata alle particolari condizioni di una sola zona mi sembra sempre del tutto gratuita; del resto lascia perplesso lo stesso autore, il quale aggiunge non potersi « negare un' ignota reazione interna »; e su questo punto ci si può trovar ben d'accordo, spiacenti solo che le nostre conoscenze sul chimismo dell'esalazione vulcanica siano tante limitate da non permetterci alcun proficuo approfondimento della questione.

Su di un altro fatto egualmente constatato sul terreno si può invece arrivare ad una interpretazione soddisfacente. Nella zona centrale più strettamente collegata al centro di attività si osserva un decremento parallelo nel contenuto in gas solfidrico e solforoso, tanto che le corrispondenti percentuali si portano a valori assai bassi come in due fumarole a 100° del gruppo VII (tab. 8): questo fenomeno che si palesa in armonia ad una più eccentrica posizione delle fumarole in questione si manifesta nel tempo nelle stesse fumarole della frattura B: in questa infatti nel 1922 si sono trovati alti valori per i due componenti solforati ridottisi nel 1937 a poche unità percentuali (tab. 9), pur mantenendosi quella decisa tendenza all'eguaglianza dei corrispondenti valori.

L'interpretazione che può darsi a questo fatto è possibile pensando ad iniezioni magmatiche dipartentisi dalla colonna centrale, variamente ricche in protocloruro di solfo, spinte attraverso fratture irradianti da quest'ultima nell'edificio vulcanico: proporzionata al contenuto in protocloruro di solfo sarà la produzione dei due gas solforati sempre in quantità press'a poco identiche. Nel tempo verificandosi un decremento nella attività fumarolica, è logico pensare ad una diminuzione, sia nella colonna magmatica principale che nelle ramificazioni, del contenuto di quelle sostanze dalle quali dipende la composizione dei gas fumarolici.

Delle proprietà radioattive dei gas fumarolici

Le proprietà radioattive dei gas fumarolici di Vulcano sono dovute esclusivamente a quantità variabili di emanazione di Radio.

Queste ricerche sono state condotte nel 1923 con un apparecchio Elster e Geitel, di mia proprietà, costruito dalle Officine Galileo con alcune modificazioni sul modello originario suggerite dal Prof. NASINI. Con questo apparecchio si sono controllate a distanza di ore le proprietà radioattive di due campioni di gas raccolti simultaneamente: il primo due ore al massimo dopo la raccolta, il secondo dopo tre giorni, avendo così modo di dedurre in base a note costanti il valore della corrente di ionizzazione derivata dalla massima radioattività dei gas all'istante della raccolta, corrente che espressa in Unità Mache è riportata nella tabella 10 per le singole fumarole studiate, per ciascuna delle quali è pure indicata la temperatura, assieme ad altri dati che ci interesseranno nel prossimo paragrafo.

I valori misurati in tal modo sono proporzionali al contenuto in emanazione di Radio, giacchè eventuali quantità di emanazione di Torio o di Attinio non possono essere svelate o misurate per la rapidità di disintegrazione di questi prodotti. Si può però avere una conferma dell'assenza di essi o individuarne la presenza con lo studio della curva di disattivazione del deposito radioattivo raccolto sulle pareti interne della campana dell'apparecchio, mantenendo in questa per qualche ora il gas aspirato secco direttamente dalla sorgente. Anche questo studio è stato fatto e per le caratteristiche differenze delle curve di disattivazione dei depositi radioattivi provenienti dalle tre diverse emanazioni radioattive, si è potuto confermare l'esclusiva presenza dell'emanazione di Radio.

Nella tabella 10 con i valori sopra indicati ne sono riferiti altri sulla idricità dei gas, che ci interesseranno nel prossimo paragrafo, oltre alcune cifre indicative sulla portata oraria presumibile in gas anidro a 0° e 760 mm, per

cmq., nonchè sulla superficie totale rappresentante l'effettiva apertura allo sbocco dell'esalazione. Le misure di portata furono dedotte in base alla velocità massima limite, per cui aspirando del gas fumarolico era ancora possibile raccogliarlo privo di aria. I valori poi della superficie di emissione rappresentano un apprezzamento piuttosto soggettivo, che solo la lunga permanenza nell'isola e le frequenti visite ai centri di esalazione mi autorizzano a fare: tengo però a far ben presente che tutti questi valori sono rappresentati da cifre di orientamento e che come tali vanno solo considerati.

Per spiegare la diversità delle intensità radioattive riscontrate nelle tre zone, la prima idea è quella di rapportare tali valori alle corrispondenti caratteristiche chimiche attraverso la legge Fouqué, che presuppone la scomparsa di alcuni costituenti nel passare dalle alte alle basse temperature, spostandosi eccentricamente rispetto al maggior centro di attività. Sotto questo punto di vista si arriverebbe alla conclusione che la variazione della intensità radioattiva dovrebbe compiersi in ragione inversa di quella termica e direttamente all'eccentricità dell'esalazione.

Poichè in ogni singola zona si sono avuti valori abbastanza vicini, possiamo assumere per gli ulteriori raffronti i valori medi corrispondenti.

Zona craterica	U. M.	22,7
Zona dei Faraglioni di Levante	»	15,7
Zona di Lentia	»	161,5

Assumendo ora le 22,7 U. M. misurate al Cratere come punto di riferimento, e tenendo presente che nell'esalazione della Fossa vi è in media il 37,7 di composti solforati contro 5,6 ai Faraglioni e zero a Lentia, si sarebbero dovute misurare nelle zone periferiche le seguenti intensità radioattive:

Zona dei Faraglioni.	U. M.	32,8
Zona di Lentia	»	34,8

Contrariamente alle previsioni si è trovato ai Faraglioni un valore basso ed a Lentia un valore assai più alto.

Dare a questi fatti una decisa interpretazione non è possibile: si può solo indagare per trovare in particolari caratteristiche delle varie zone qualche plausibile idea chiarificatrice, che possa rendere conto degli spostamenti che la radioattività originaria dei gas magmatici può subire durante il cammino percorso per affiorare all'esterno. Per il momento l'unica idea accettabile, e che solo in parte spiega le anomalie accertate, è la seguente: nelle zone periferiche, specie a fumarole carboniche, l'esalazione si trova a percorrere un cammino molto lungo e con una certa lentezza; da ciò la possibilità di arricchimento in emanazione estranea raccolta tra le rocce attraversate. Questo effetto è maggiormente sentito quando il materiale roccioso è alterato dal chimismo dei gas e se per di più è di natura elastica anziché compatta. Con tale presupposto possiamo benissimo concepire una radioattività riferita a pari volumi di gas anidro, maggiore in zone fumaroliche eccentriche. Nel nostro caso particolare ci possiamo così rendere conto delle 161,6 U. M. delle fumarole di Lentia, contro le 22,7 dei gas della Fossa.

Nessuna idea ci spiega invece l'anomalia riscontrata ai Faraglioni dove per la seconda volta tale zona o meglio tale tipo di emissione sfugge al controllo di semplici deduzioni suggerite dai fatti: è ancora sufficiente richiamare il carattere sottomarino dell'esalazione o pochi sono i nostri punti di appoggio?

Ritornando alla diversa radioattività dei gas di Lentia e della Fossa, è ancora da notare come sarebbe del tutto arbitrario dedurre che la radioattività si manifesta in più alto grado nella prima anziché nella seconda. È facile dimostrare la fallacità di una simile interpretazione: con ogni verosimiglianza i gas emessi nella zona fumarolica della Fossa trascinano all'esterno tutta la emanazione radioattiva che viene espulsa dall'identico volume magmatico che emette i gas; è da escludere un sensibile arricchimento di emanazione in corrispondenza all'intervallo di tempo

impiegato per il percorso sotterraneo. Tenendo ora presenti le probabili portate medie orarie in gas anidro (tab. 10) per varie zone e le corrispondenti effettive superfici di emissione libera, si hanno per le singole zone i seguenti quantitativi di gas anidro emesso all'ora e, segnata accanto, l'intensità radioattiva di tale complessiva emissione espressa sempre in Unità Mache :

Zona Craterica	mc/ora	2500	U. M.	6 675 000
» Faraglioni	»	7	»	109 900
» Lentia	»	2,5	»	403 750

Queste cifre che, ripeto, vanno prese come indicazione approssimata di un ordine di grandezza mostrano come l'alta radioattività di Lentia, pur tenendo conto di quanto è stato detto, abbia in definitiva un'importanza molto relativa.

Del vapor acqueo contenuto nell'esalazione

Nella tabella 10 sono raccolti anche i valori relativi al contenuto in acqua per i gas delle tre zone fumaroliche dell'isola. Richiamo l'avvertenza già fatta per i dati relativi alle portate ed alla superficie esalante, i quali vanno presi come cifre di orientamento ; aggiungo che la determinazione sul terreno è stata fatta aspirando il gas, raccogliendo a parte l'acqua di condensazione, quella lasciata negli essicatori finali e tenendo conto nel conteggio dell'acqua che si veniva formando (alla Fossa) per il verificarsi della reazione di riduzione tra i due gas solforati.

Il punto evidentissimo è dato dalla constatazione che a Vulcano ad alta temperatura vi è ancora nell'esalazione vapor d'acqua con una portata approssimata di Kg. 1,1 cmq/ora. Tali valori si sono mantenuti costanti indipendentemente dalla pioggia locale sicchè quest'acqua non è il prodotto dell'evaporazione d'acqua di pioggia penetrata nel terreno e subitamente respinta con l'esalazione gassosa, come vorrebbe il BRUN per la esalazione umida oltre

i 350°, l'isogoterma oltre la quale secondo questo A. l'essalazione è ovunque anidra normalmente e se acqua è constatata, questa dipende esclusivamente dalla pioggia che cade direttamente su questa superficie.

Mancando ora a Vulcano questo rapporto, è da pensare che l'acqua sia o di origine magmatica o fornita dall'esterno, forse dalla falda acquifera esistente nell'isola messa in evidenza dai numerosi pozzi scavati nella bassa pianura circostante il cono. Una dimostrazione diretta dell'una o dell'altra ipotesi è impossibile; piuttosto è da vedere con altri elementi fin dove è possibile portare un qualche contributo alla questione.

Per me vi è una maggiore possibilità ad ammettere una origine magmatica od almeno molto profonda piuttosto che una sottrazione di acqua alla falda acquifera superficiale.

Dai dati pluviometrici delle stazioni meteorologiche della costa settentrionale siciliana e da quelli da me raccolti a Vulcano sembra di poter stabilire tra il 1921 ed il 1923 una precipitazione annua di 400 mm. La superficie dell'isola è di kmq. 21,3: il bacino idrografico dal quale si può far derivare la locale falda acquifera non ha però quest'ampiezza poichè i fianchi esterni del Cono del Piano, il dosso roccioso di Lentia, la metà orientale del Cono della Fossa, Vulcanello, sono costituiti da rocce compatte o comunque pendenti verso il mare, oppure da pozzolana ricoperta da una salda crosta indurita, sicchè l'acqua va a finire direttamente in mare. Per questo ammetto che solo i $\frac{2}{5}$ della superficie dell'isola alimentino il sottosuolo: fissando quindi a 400 mm. l'altezza delle precipitazioni atmosferiche annue si avrebbe un totale di 3,5 milioni di mc. dei quali è calcolabile che 700 000 possano essere definitivamente assorbiti dal terreno accettando il coefficiente di assorbimento di 0,20 (KULBACH).

D'altra parte è calcolabile (v. tab. 10) in 500000 mc/anno l'acqua emessa dalle fumarole con calcoli che devo ritenere molto prudenziali. Ne consegue che $\frac{7}{10}$ dell'acqua esistente nel sottosuolo verrebbero vaporizzati. A me sembra questa una percentuale troppo elevata che poco

marginale lascia anche alle sorgenti dell'isola le quali numerose se non imponenti vanno a sgorgare in mare in diversi siti e che per la debole mineralizzazione e per la bassa temperatura sono da ritenere legate alla falda acquifera ed alle manifestazioni fumaroliche come certamente appare per le sorgenti del porto di Levante.

Escludere perciò l'origine dell'acqua fumarolica in quella della falda acquifera superficiale, significa riconoscere un'origine diversa, per es., in un'acqua di circolazione profonda oppure significa ammettere un'acqua magmatica. Poichè gli elementi locali non sono sufficienti a chiarire il problema che viene in conseguenza ad assumere un carattere generale e teorico, non è possibile mantenerlo di più in discussione in queste pagine.

Conclusione

Le notizie ed i dati numerici raccolti nei paragrafi precedenti letti con l'aiuto delle numerose cartine e delle fotografie offrono attraverso un esame abbastanza particolareggiato una sufficiente visione dell'attività fumarolica di Vulcano ripresasi dopo il 1910, culminante nel 1924 o poco dopo, già nel 1930 in una fase di discesa, divenuta ben netta nel 1937.

Di questa fenomenologia una chiara sintesi è offerta dai diagrammi della tavola quinta.

Questa fase dell'attività fumarolica di Vulcano può essere definita come un ampio respiro delle tensioni interne che manifestandosi superficialmente hanno portato alla formazione di lesioni e di gruppi fumarolici con un inizio più spiccato per intensità termica ed ampiezza morfologica nell'interno del cratere e più particolarmente nel fianco immediatamente vicino alla bocca 1888-90. In seguito le manifestazioni si sono svolte orientandosi sempre più verso l'esterno, mantenendone però il massimo all'origine dove i gas arrivarono a fuoriuscire ad oltre 600°. Di più tale amplificazione, anzichè limitarsi alla zona craterica della Fossa, s'allargò verso plaghe più periferiche pur sempre

contigue, con la formazione della nuova zona fumarolica di Lentia e con l'accentuazione delle manifestazioni già presenti lungo il Porto di Levante presso i Faraglioni.

Nel loro complesso, gruppi fumarolici e lesioni si sono manifestati principalmente sulla radiale nord del cratere, ampliandosi sempre più verso settentrione, rivelando ancora una volta l'importanza che per Vulcano ha questa direzione che rappresenta la continua deambulazione del suo asse eruttivo nel complesso degli edifici vulcanici dell' Isola e che alla Fossa ripete la sua funzione in minor proporzioni.

Vulcano a condotto chiuso e quindi a magma acido, il nostro presenta fenomeni solfatarici con particolarità di sviluppo ben differenti dai fenomeni compresi sotto lo stesso nome e presentati da centri basici. A Vulcano è da immaginare un magma vischioso, incuneatosi nell' edificio che resta mantenuto superficialmente in una fase di intensa esalazione gassosa finchè il raffreddamento chiude lo sbocco ai gas od i gas cessando di arrivare dal profondo aiutano il raffreddamento della massa lavica. L' intrusione magmatica si consolida nella formazione di un semplice dicco salvo quel verificarsi nella progressiva mutevolezza delle condizioni fisico-chimiche di una casualità capace di dar luogo ad un riacutizzarsi dell'attività con un seguito magari di fenomeni cosiddetti « esplosivi » con o senza fuoriuscita di magma probabilmente assai vischioso. A determinare un siffatto sviluppo può intervenire una nuova somministrazione energetica dal profondo.

Ritornando all' esalazione quale si è presentata allo studio si è visto come essa sia ricchissima di vapor acqueo e come questo vapor acqueo difficilmente pare di origine immediata superficiale ; si è visto come sia scarsa di acido cloridrico ed invece abbastanza solfidrico-solforosa con aliquote quasi eguali di questi due gas, tanto da far pensare di poterne riportare l'origine alla scissione del protocloruro di solfo per opera del vapor acqueo, reazione che soddisfa qualitativamente e quantitativamente. La presenza dei due gas facilmente reciprocamente riducibili è stata causa della formazione nei meandri interni di depositi di solfo che lo

spostamento centrifugo delle isogeoterme locali durante l'incremento dell'attività fumarolica (e solo in questa fase) ha fatto rifondere e quindi traboccare all'esterno. È stata pure constatata una discreta radioattività dei gas dovuta ad emanazione di Radio.

Nel raccogliere queste note frutto di un non lieve onere personale durante molti mesi di permanenza nell'isola, ho cercato nei limiti del possibile di elaborarle per dare ad esse maggiore unità. Aggiungo che con il mio modesto contributo ho voluto portare l'attenzione di un chimico in un campo dove i chimici non si interessano tanto come vorrebbe il carattere dei fenomeni, lieto di più che questa attenzione si sia rivolta ad un vulcano che all'interesse dello studio accomuna la bellezza di uno dei più meravigliosi paesaggi del nostro paese.

Torino, 1938 - XVII.

BIBLIOGRAFIA

- (1) MERCALLI e SILVESTRI. — *Le eruzioni dell'Isola di Vulcano incominciate il 3 agosto 1888 e terminate il 22 marzo 1890.* Annali Ufficio Centrale Meteorologia e Geodinamica. Volume X, P. IV, 1888.
- (2) DE FIORE O. — *Vulcano (Eolie).* Napoli, 1922.
- (3) PLATANIA G. i. — *Un'escursione a Vulcano ed a Salina.* Pubblicazioni dell'Istituto di Geografia Fisica e Vulcanologia della R. Università di Catania. N.º 8, Acireale, 1918.
- (4) ——— — *Vulcano (Eolie) nel settembre del 1916.* Boll. Soc. Sismologica Ital., 1920-21, Vol. XXIII.
- (5) MORI A. — *Un'escursione al Cratere di Vulcano.* Rivista Geografica italiana, Anno XXVI, 1919.
- (6) MALLADRA A. — *Etna, Vulcano, Stromboli nell'estate 1921.* Napoli, 1922.
- (7) ROCCATI A. — *Alcune osservazioni fatte nell'Isola di Vulcano.* Boll. Soc. Geologica Italiana, vol. 44, 1925.
- (8) ZAMBONINI F., DE FIORE O., CARÒBBI G. — *Su un solfobismutito di Piombo di Vulcano (Isole Eolie).* Rend. della R. Accad. delle Scienze Fisiche e Naturali di Napoli. Serie III, vol. 31, 1925.

- (9) DE FIORE O. — *Brevi note sull'attività di Vulcano (Isole Eolie) dal 1890 al 1924*. Bulletin Volc., 1924, n.º 2.
- (10) DESSAU G. — *Nuovi studi su Vulcano*. La Rivista Scientifica, Anno V, vol. I, n.º 11-12, Roma.
- (11) ——— — *Un rilievo topografico dell'isola di Vulcano*. Boll. Soc. Geologica Italiana, vol. 53, Roma, 1934.
- (12) IMBÒ G. — *Sulle osservazioni termiche di fumarole nell'Isola di Vulcano*. Annali del R. Osservatorio Vesuviano, Serie IV, vol. 3º, (1931-33).
- (13) SICARDI L. — *Stromboli e Vulcano nell'agosto 1937*. Atti Soc. Scienze Naturali. Vol. LXXIX, Milano, 1940.
- (14) GINORI CONTI P. — *L'attività endogena quale fonte di energia*. R. Accademia Lincei, 1938.

N. B. — Nel lavoro del DE FIORE (2) è raccolta una completa bibliografia dell' Isola.

TABELLA 1

Anno	Mese	AUTORE	GRUPPO II			Gruppo VI
			A	B	C	
1913	9	DE FIORE	110°	110°	—	110°
Prima emissione di solfo e formazione delle fratture A-B						
1916	10	PLATANIA	410°	373°	—	?
1916	10	DE FIORE	416°	352°	—	140°
Si allunga e si allarga il ramo esterno di B						
Seconda emissione di solfo						
1918	3-4					
1918	7	MORI	?	>335°	—	?
Terza emissione di solfo						
1921	8					
1921	8	MALLADRA	536°	373°	—	170°
1921	9	DE FIORE	550°	396°	—	145°
1922	1-5	SICARDI	?	385°	—	155°
1922	8	ROCCATI	?	390°	—	?
Formazione del gruppo C						
1922	12					
1923	2	SICARDI	560°	480°	214°	216°
Quarta emissione di solfo						
1923	5					
1923	6	"	580°	475°	240°	235°
1924	10	DE FIORE	615°	555°	?	210°
1430	11	IMBÒ	364°	?	?	99°
1932	5	"	388°	238°	?	97°
1933	3-4	DESSAU-BERNAUER	465°	227°	275°	103°
1937	8	SICARDI	100°	170°	100°	100°

TABELLA 2

(DEVILLE 1855-56)

Gas	ZONA CRATERICA						ZONA FARAGLIONI	
	Interno Cratere			Gruppo VI			Acqua Bollente	
	327°		200°	60°	94°		82°	25°
HCl								
SO ₂	39.13	27.50	6.8	6.5	62.3	89.2		
H ₂ S	—	—	—	—	—	—	83.1	
CO ₂	—	—	—	—	—	—	6.4	86.0
N	12.79	5.76	5.2	5.9	6.3	10.8	7.2	12.1
Aria	48.08	66.74	88.0	87.6	30.4		3.3	1.9

TABELLA 3

(FOUQUÉ 1865)

Gas	ZONA CRATERICA: INTERNO DEL CRATERE					
	360°	250°	250°	150°	100°	100°
HCl	73.80	66.00	34.0	27.19	7.3	
SO ₂						
H ₂ S	tr.	10.00	12.0	—	10.7	tr.
CO ₂	23.40	12.00	28.0	59.62	68.1	63.50
N	0.33	0.60	2.7	2.72	1.1	1.75
Aria	2.47	11.40	23.3	10.47	12.8	34.66

TABELLA 4

(FOUQUÉ 1865)

Gas	ZONA DEI FARAGLIONI				
	Acqua Bollente 86°	Spiaggia 40°-50°	mtr. 50 200 250 dall'Acqua Bollente		
			to ?	to ?	to ?
H ₂ S	17.55	tr.	tr.	0.00	0.00
CO ₂	77.02	97.12	86.76	72.34	38.79
N	2.10	0.60	4.25	17.52	43.17
Aria	3.33	2.28	8.99	10.14	18.04

TABELLA 5

(DE FIORE 1921)

Gas	ZONA CRATERICA						PENDICI EST DEL CONO		ZONA FARAGLIONI Acqua Calda			
	Frattura B				Gruppo VI		100°	98°	100°	65°	45°	40°
	396°	350°	350°	375°	145°	99°						
HCl	0.8	tr.	tr.	tr.								
SO ₂	75.2	20.0	16.0	15.0	12.0							
H ₂ S	—	—	—	—	tr.		3.0	tr.	2.0	tr.		
CO ₂	22.0	78.0	82.5	82.0	84.5	99.0	96.0	99.5	96.5	99.0	99.0	99.5
N	2.0	2.0	1.5	3.0	2.7	1.0	1.0	0.5	1.5	1.0	1.0	0.5

TABELLA 6

(SICARDI 1923)

ZONA FARAGLIONI	Temperatura		Analisi Max			Analisi Min.		
	Nuclei	Max	Min.	H ₂ S	CO ₂	N ₂	H ₂ S	CO ₂
a	80°	78°	1.4	96.7	1.9	0.4	97.6	2.0
b	99°	97°	5.9	92.1	2.0	0.5	97.7	1.8
S	100°	97°	8.1	90.2	1.7	4.2	94.3	1.5
N	100°	97°	8.4	90.1	1.5	4.2	94.0	1.8
Porticello .	100°	—	4.2	94.0	1.8			
Istmo (B) .	40°	—	3.8	94.0	2.2			
Acqua Calda	100°	96°	4.3	93.7	2.0	2.2	95.6	2.2

TABELLA 7

(SICARDI 1923)

Gas	ZONA CRATERICA					PENDICI N. DEL CONO
	480°	Gruppo C			Gruppo VI 217°	
		237°	104°	99°		99°
HCl	1.7	1.5				
SO ₂	21.2	18.9	18.2	6.3	15.4	
H ₂ S	20.0	17.3	17.0	11.0	13.4	2.9
CO ₂	55.2	59.6	62.4	80.6	69.6	95.2
N	1.9	2.7	2.4	2.1	1.6	1.9

TABELLA 8
(SICARDI 1923)

Gas	ZONA CRATERICA : GRUPPO VIII						PENDICI w DEL CONO 99°	ZONA DI LENTIA 100°
	99°	99°	98°	96°	86°	74°		
SO ₂	2.6	1.9						
H ₂ S	2.1	1.5	1.1	1.7	0.3			
CO ₂	93.7	94.7	96.9	95.9	97.8	97.9	98.0	98.2
N	1.6	1.9	2.0	2.4	1.9	2.1	2.0	1.8

TABELLA 9
(SICARDI 1937)

Gas	FUMAROLE		
	B		C
	170°	138°	99.5
HCl . . .	0.2	0.2	—
SO ₂ . . .	6.3	3.0	1.6
H ₂ S . . .	5.5	2.2	0.4
CO ₂ . . .	86.0	92.3	96.2
N . . .	2.0	2.3	1.8

TABELLA 10
(SICARDI 1923)

FUMAROLE	To	Unità Mache	Gr. H ₂ O litro gas andro	Portata media ora'cmq.		Superficie esalante mq.	MC H ₂ O emessi ora
				Gas l. andri	H ₂ O Kg.		
CRATERE.	480°	22.4	22	50	1.100	5.00	55.00
	237°	21.6					
FARAGL. LEVANTE.	100°	15.9	183	7	1.281	0.10	1.28
	100°	16.1					
	98°	15.0					
LENTIA.	100°	166.6	161	5	0.805	0.05	0.40
	100°	158.3					
	99°	169.6					

INDICE DELLE TAVOLE

TAV. I

L'Isola di Vulcano. — Scala 1 : 50.000. È una riduzione della carta appositamente ridisegnata dal DE FIORE sul rilievo dell'I. G. M., inserita nel volume « Vulcano » dello stesso autore.

TAV. II

Zona e gruppi fumarolici di Vulcano. La cartina è ricavata dalla precedente, salvo per il Cratere della Fossa disegnato completamente con la recente cartina del DESSAU (II).

TAV. III

La zona fumarolica dei Faraglioni di Levante. Cartina ricavata direttamente dall'A. e riportata in scala 1 : 2000.

TAV. IV

Le fumarole del Cratere della Fossa di Vulcano. La cartina è interamente ricavata dal rilievo del DESSAU. Su di essa sono riportati gli aggruppamenti fumarolici quali ho potuto io stesso riconoscere negli anni 1922, 1923, 1937.

TAV. V

Andamento termico delle fumarole della Fossa di Vulcano (1913-1937). Su di un profilo N-S della Fossa, costruito in base alla cartina della Tav. IV, sono stati riportati i principali aggruppamenti fumarolici della Fossa, entro e fuori il cratere. Le linee intiere disegnate nei diagrammi riportano la distribuzione delle temperature nella fase termica ascendente, per il mese ed anno di osservazione segnato in corrispondenza di ciascun diagramma.

Le linee tratteggiate si riferiscono invece alla fase di decrescenza dell'attività fumarolica.

TAV. VI

Fig. 1. — Il Monte della Fossa da Vulcanello. La foto è presa dal basamento lavico sud di Vulcanello e offre la visione di una parte del Monte della Fossa con i crateri avventizi della Forgia Vecchia. In basso l'arco del Porto di Levante

con le fumarole dell'Acqua Calda e del Porticello e con i Faraglioni. In alto, sulla Fossa, le fumarole del gruppo VI (a sinistra) e del gruppo VII (a destra), separate dalla colata delle Pietre Cotte. Più sopra ancora le fumarole della frattura B sulla pendice esterna del cratere.

Fig. 2. — **Le fumarole dei Faraglioni di Levante.** È riprodotto il nucleo S ai piedi del Piccolo Faraglione.

TAV. VII

Fig. 3. — **Le fumarole dell'Acqua Calda e del Porticello.** Le fumarole sono situate sulla spiaggia del Porto di Levante a nord del Faraglione Piccolo, che si scorge al fondo della foto.

Fig. 4. — **La fumarole dell'Acqua Calda.** È il conetto effimero di cui si fa cenno nel testo.

TAV. VIII

Fig. 5. — **Il Cratere della Fossa.** Foto panoramica presa dall'orlo sud del cratere sopra le fumarole del gruppo V. A NE, sul fondo craterico, la boeca 1888-1890 da cui partono le fumarole del gruppo I, accentuate poi nei maggiori aggruppamenti superiori A e B, del gruppo II.

Fig. 6. — **La frattura B ed il Gruppo VI.** Proseguimento oltre l'orlo craterico, verso l'esterno rispetto alla foto precedente. Si notano i residui degli antichi anelli craterici. La foto è del 1922, come le precedenti, sicchè manca il gruppo C nella prima valletta sul prolungamento di B.

TAV. IX

Fig. 7. — **Le fratture A e B.**

Fig. 8. — **Le fratture A e B.**

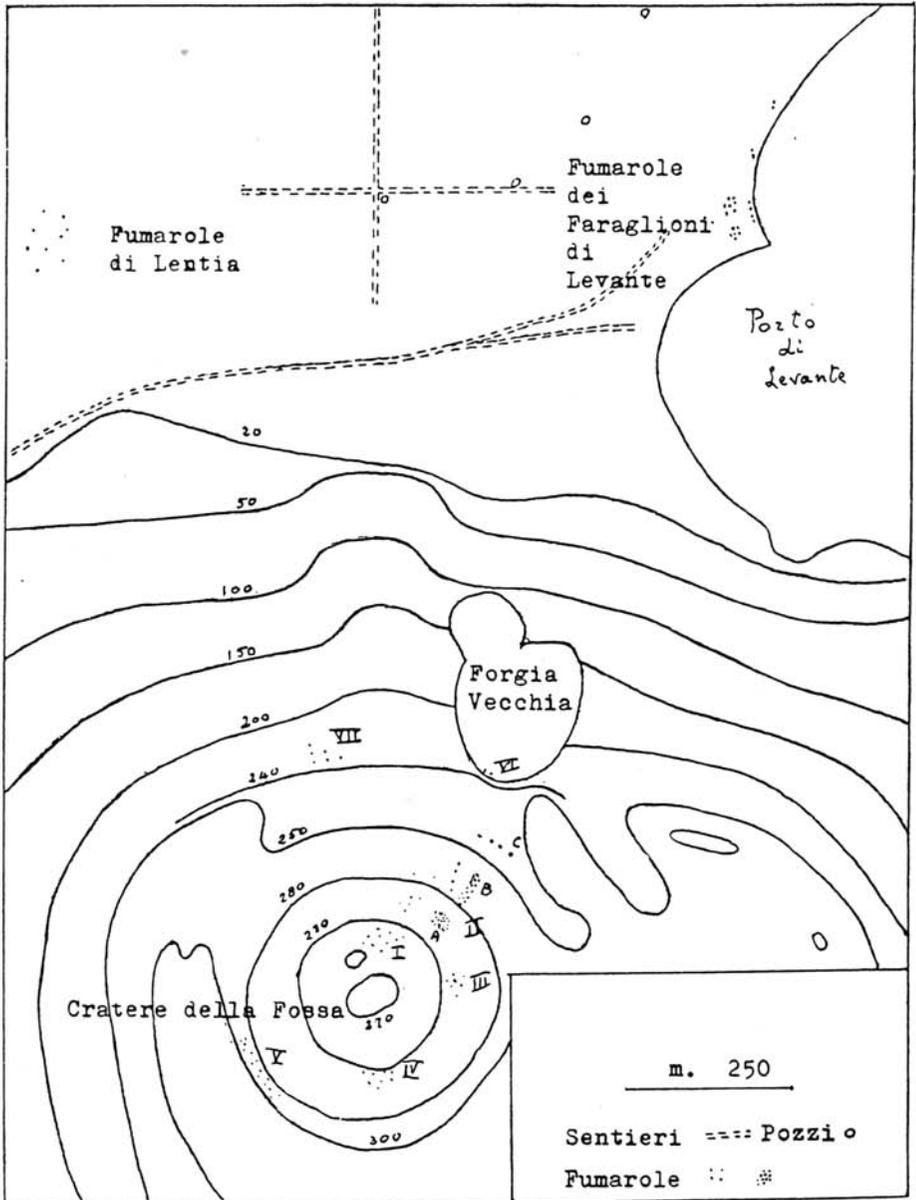
Vedute dall'interno W del cratere (1922).

TAV. X

Fig. 9. — **La frattura B ed il gruppo C (1923).** Ramo esterno della frattura B con il gruppo C in basso ed altre fumarole sparse quasi a corona attorno alla frattura B.

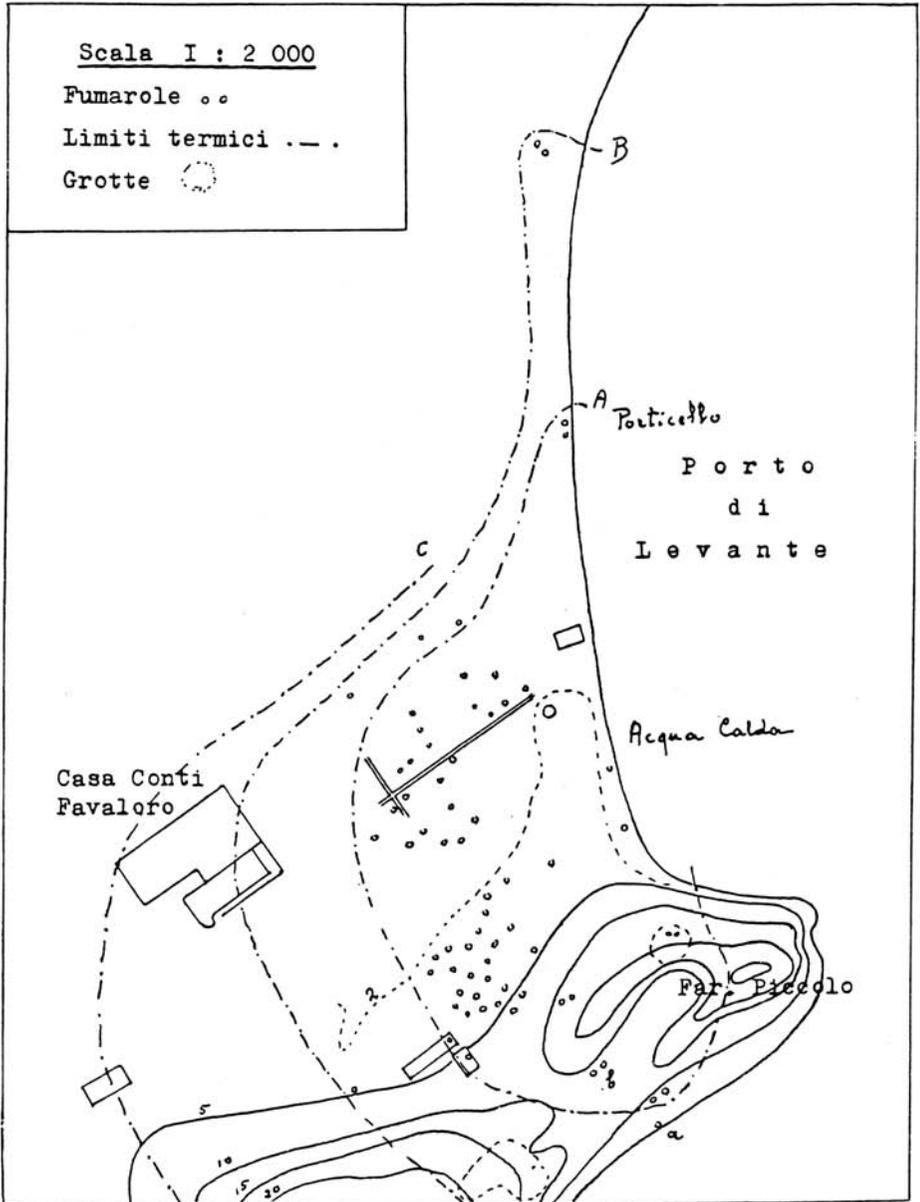
Fig. 10. — **Vulcanello e l'Isola di Lipari dalla Fossa.** La foto nella sua visione panoramica comprende in basso la zona coltivata, i Faraglioni, i due Porti di ponente e di levante e Vulcanello più a Nord. Oltre il canale delle Bocche di Vulcano si scorge l'Isola di Lipari.

Sul monte a destra le fumarole del gruppo VII.

L. SICARDI — *Il recente ciclo dell'attività fumarolica dell'isola di Vulcano.*

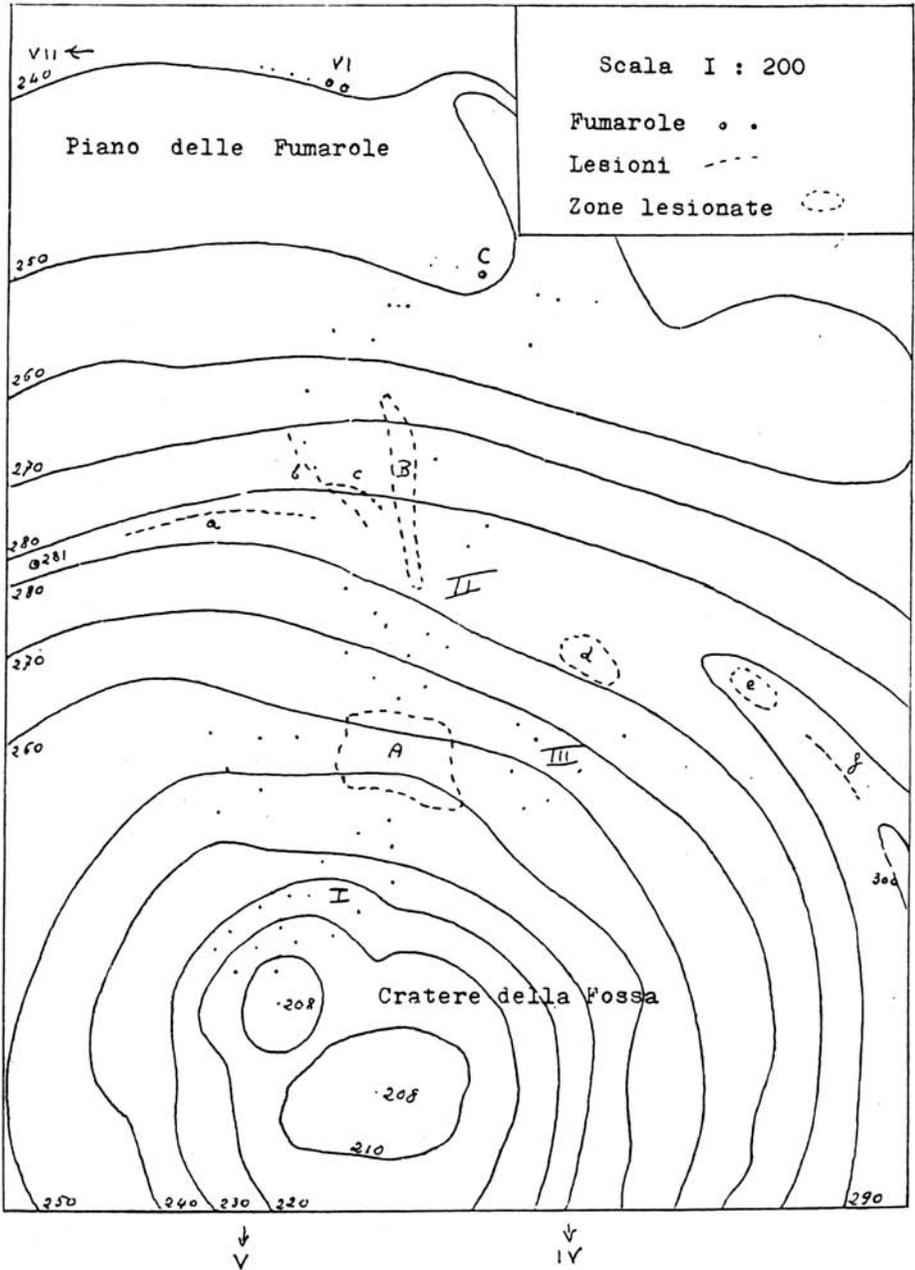
Zone e gruppi fumarolici di Vulcano.

L. SICARDI — *Il recente ciclo dell'attività fumarolica dell'isola di Vulcano.*



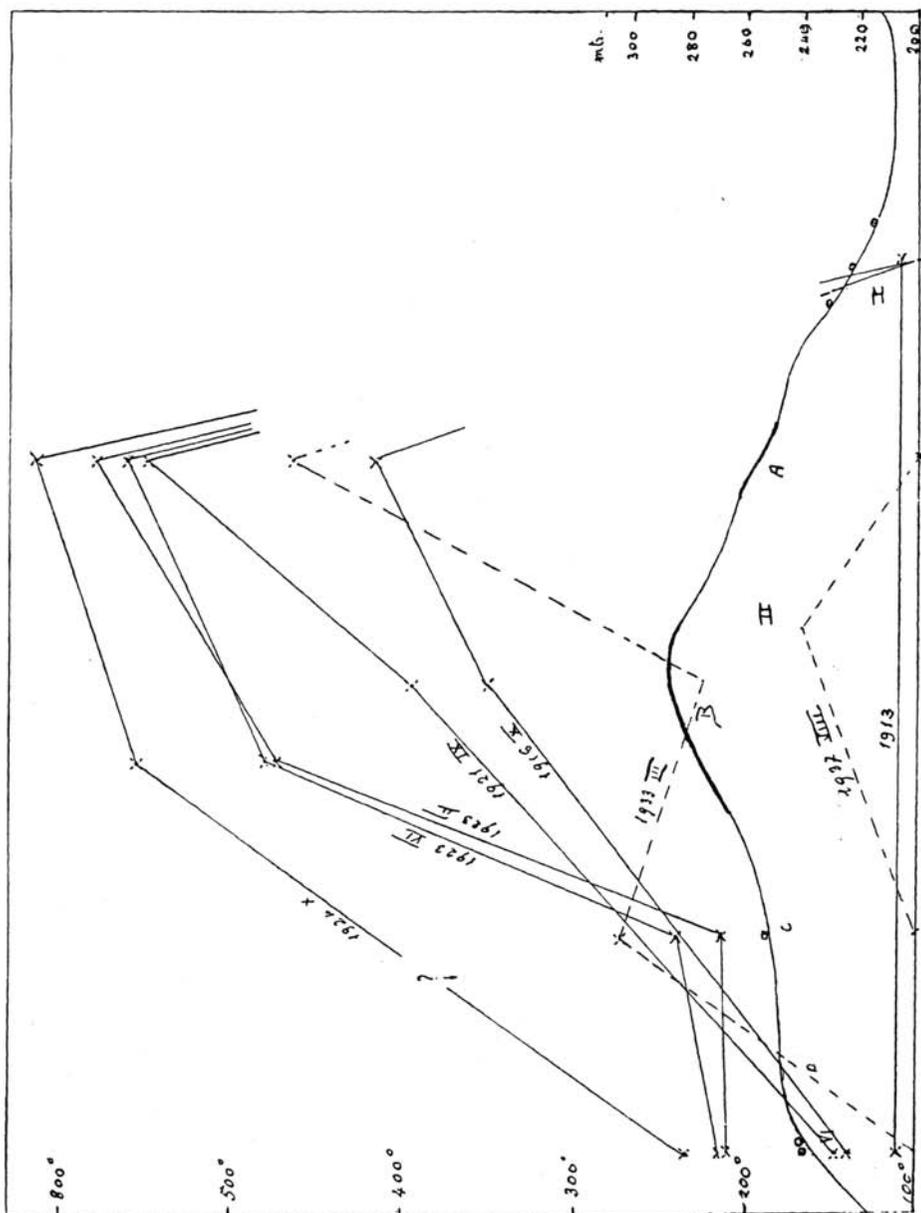
La zona fumarolica dei Faraglioni di Levante.

L. SICARDI — *Il recente ciclo dell'attività fumarolica dell' isola di Vulcano.*



Le fumarole del Cratere della Fossa di Vulcano.

L. SICARDI— *Il recente ciclo dell'attività fumarolica dell'isola di Vulcano.*



Andamento termico delle fumarole della Fossa di Vulcano (1913-1937).

L. SICARDI — *Il recente ciclo dell'attività fumarolica dell'isola di Vulcano.*



Fig. 1. — Il Monte della Fossa, da Vulcanello.



Fig. 2. — Le Fumarole (S) dei Faraglioni di levante.

L. SICARDI — *Il recente ciclo dell'attività fumarolica dell'isola di Vulcano.*



Fig. 3. — Le Fumarole dell'Acqua Calda e del Porticello.



Fig. 4. — La Fumarole dell'Acqua Calda.

L. SICARDI — *Il recente ciclo dell'attività fumarolica dell'isola di Vulcano.*

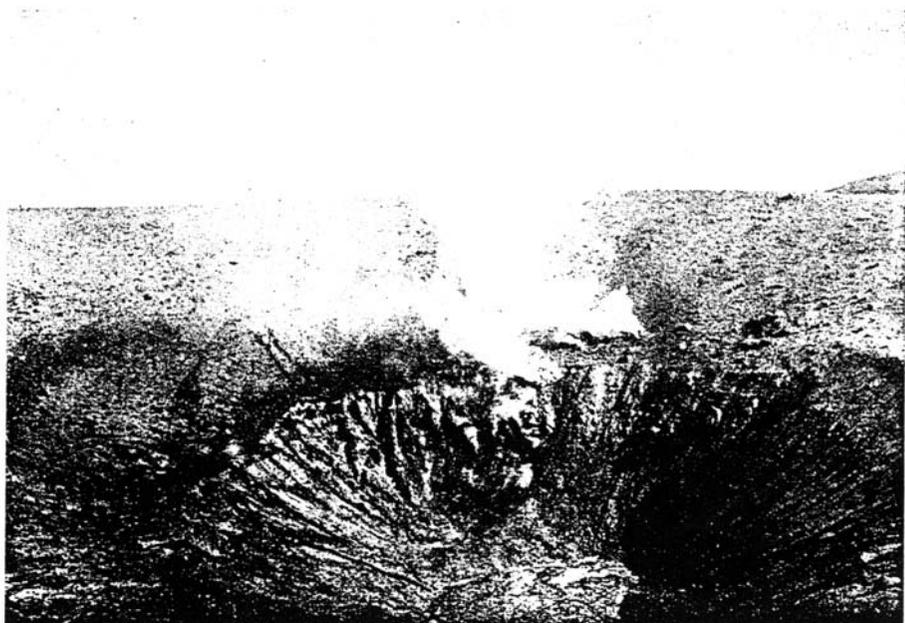


Fig. 5. — Il Cratere della Fossa (da sud).

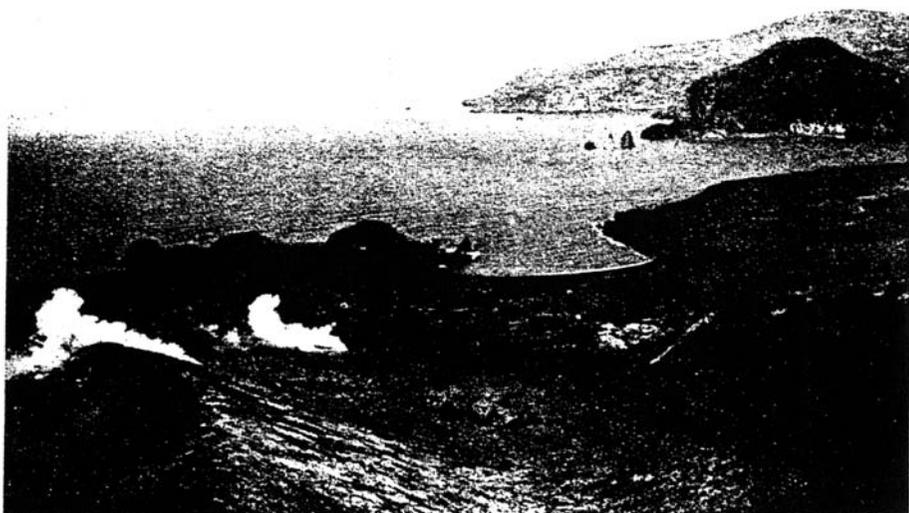


Fig. 6. -- La Frattura B ed il Gruppo VI.

L. SICARDI — *Il recente ciclo dell'attività fumarolica dell'isola di Vulcano.*



Fig. 7. — Le Fratture A e B (Gruppo II).



Fig. 8. — Le Fratture A e B (Gruppo II).

L. SICARDI — *Il recente ciclo dell'attività fumarolica dell'isola di Vulcano.*



Fig. 9. — La Frattura B ed il Gruppo C.



Fig. 10. — Vulcanello e l'Isola di Lipari dalla Fossa.