

ERNESTO MANASSE

ASSISTENTE DI MINERALOGIA NELL' UNIVERSITÀ DI PISA

STILBITE E FORESITE DEL GRANITO ELBANO

PISA

TIPOGRAFIA SUCC. FRATELLI NISTRI

—
1900

Estratto dagli *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali*
residente in Pisa — MEMORIE, Vol. XVII.

La presenza all'isola d'Elba di specie appartenenti al gruppo delle zeoliti fu notata la prima volta dal prof. A. D'ACHIARDI ¹⁾, il quale, fra molti minerali provenienti dal granito di S. Piero in Campo, riconobbe la stilbite, l'heulandite, e un'altra sostanza pure idrata, che l'autore, stando ad un'analisi eseguita nel laboratorio chimico del Bechi, ravvicinò con grande incertezza alla cookeite. E di questa distinse una forma lamelloso-cristallina lucente e altra in foggia di croste quasi compatta, l'una e l'altra sempre però al di sopra delle tormaline.

Più ampia descrizione di queste specie diede poi lo stesso autore sia in un'altra memoria pubblicata nel Boll. del Com. geologico ²⁾, sia nella Mineralogia della Toscana ³⁾.

Il VOM RATH ⁴⁾ si occupò della stilbite e dell'heulandite, confermando pienamente tutto quanto su queste due specie era già stato detto dal prof. A. D'ACHIARDI; e si occupò pure, in special modo anzi, di un'altra zeolite, che per le analisi fatte ritenne specie nuova, cui diede il nome di foresite. La sostanza lamelloso-cristallina, che ricopre le tormaline di una crosta di lucenti scagliette e che fu da A. D'ACHIARDI ravvicinata alla cookeite dietro un'analisi fatta da altri e forse non troppo corretta, per confronto fattone poi con lo stesso prof. A. D'ACHIARDI sugli esemplari originali, non risultò che foresite. Se cookeite vi abbia sarà

¹⁾ *Minerali nuovi per l'Elba*. Nuovo cimento, serie 2^a, vol. V-VI, giugno 1872.

²⁾ *Le zeoliti del granito elbano*. Boll. R. Com. geol., vol. V, 1874, pag. 306-312.

³⁾ *Mineralogia della Toscana*. Vol. II, pag. 113-118, Pisa 1873.

⁴⁾ *Sulla Foresite, nuovo minerale della famiglia delle zeoliti rinvenuto nelle geodi tormalinifere dell'isola d'Elba*. Boll. R. Com. geol. d'Italia. Vol. V, 1874, pag. 239.

se mai sotto l'altra forma, non sotto questa che rientra nella nuova specie del vom RATH.

Oltre A. D'ACHIARDI e il vom RATH contribuirono con belli studi all'illustrazione delle zeoliti elbane il GRATTAROLA e il SANSONI, al primo dei quali in special modo devesi la conoscenza di altre specie, non soltanto nuove fino allora per l'isola d'Elba, ma anco per le altre località, ove più abbondano i minerali zeolitici. Ed infatti oltre la cabasite ¹⁾, dal prof. GRATTAROLA ritrovata subito dopo la scoperta della stilbite, dell'heulandite e della foresite nello stesso granito tormalinifero dei dintorni di S. Piero in Campo, dal GRATTAROLA stesso si rinvennero l'idrocastorite ²⁾, l'orizite, la pseudonatrolite ³⁾; quest'ultima ad un primo sommario esame scambiata per natrolite per la sua grande rassomiglianza con questa specie, da cui differisce però per la composizione chimica.

Il SANSONI ⁴⁾ infine si occupò pure delle zeoliti del granito di S. Piero in Campo. Avvalorò il suo studio con numerose analisi fatte da lui medesimo o in collaborazione col prof. GRATTAROLA ⁵⁾ e da tutto trasse valido argomento a sostenere l'origine idrica non solo, ma secondaria delle zeoliti, in ciò d'accordo col prof. A. D'ACHIARDI ⁶⁾ e contrariamente all'opinione dei signori PULLÉ e CAPACCI ⁷⁾ e dello stesso vom RATH ⁸⁾.

Ho così riassunto per sommi capi tutto quanto fu scritto sulle zeoliti elbane. È da notarsi però che mentre per la maggior parte di esse nulla oggi sarebbe da aggiungersi per l'esatta interpretazione loro data dai diversi autori, per altre invece, come la stilbite e la foresite, esistono ancora non poche incertezze sulla loro cristallizzazione e se debbano considerarsi o no come specie distinte. La stilbite o desmina, già

¹⁾ *Sopra alcuni minerali dell'isola d'Elba non ancora descritti o accennati.* Boll. R. Com. geol. d'Italia. Vol. III, 1872, pag. 288.

²⁾ *Minerali nuovi o poco conosciuti dell'Elba.* Boll. R. Com. geol. d'Italia. 1876. N. 7 e 8, pag. 323.

³⁾ *Orizite e Pseudonatrolite, due nuove specie del sott'ordine delle zeoliti.* Atti (memorie) della Soc. Tosc. di Sc. nat. Vol. IV, 1879, pag. 227-232.

⁴⁾ *Sulle zeoliti dell'isola d'Elba.* Atti (memorie) della Soc. Tosc. di Sc. nat. Vol. IV, 1879, pag. 311-325.

⁵⁾ *Studi chimici sopra l'Heulandite e la Stilbite.* Atti (memorie) della Soc. Tosc. di Sc. nat. Vol. IV, 1879, pag. 173-176.

⁶⁾ Memoria citata.

⁷⁾ *Un viaggio nell'arcipelago toscano.* 1874.

⁸⁾ Memoria citata.

creduta trimetrica, è oggi per generale consenso ritenuta clinodrica; ma mentre i più la riferiscono al sistema monoclinico, non mancano altri, come il LANGEMANN ¹⁾, che la ritengono triclinica. Il LANGEMANN stesso però rimane incerto circa la risoluzione del problema se le apparenze ottiche, che tale gliela fecero ritenere, siano da considerarsi come secondarie o come inerenti all'originario edificio del cristallo. La foresite fu giudicata trimetrica dal VOM RATH, ma intanto il DES CLOIZEAUX ²⁾ la ravvicina alla stilbite per l'abito di cristallizzazione e per l'ottico contegno; e gli altri che la ricordano poi nei trattati, come il DANA ³⁾, l'HINTZE ⁴⁾, la ravvicinano pure alla stilbite, considerandola tutto al più come una sua varietà. Aggiungasi che nelle analisi non si ha mai per l'una e per l'altra specie perfetta concordanza, onde la ragione dei dubbi che ancora restano sui loro mutui rapporti di parentela.

Pertanto avendo a mia disposizione nel Museo di Pisa un abbondante materiale di queste zeoliti proveniente dai dintorni di S. Piero in Campo, mi determinai a intraprenderne nuovamente lo studio, nella speranza di risolvere taluno almeno di quei dubbi e soprattutto la questione se foresite e stilbite sieno specie distinte o no.

L'esame delle due sostanze, associate fra loro intimamente negli stessi esemplari e in modo da non lasciar dubbio sulla loro simultanea origine secondaria, presentandosi con caratteri appariscenti notevolmente diversi, l'una, la foresite, in scagliette bianco nivee, l'altra, la stilbite, in aggregati e incrostazioni cristalline giallognole, lascia subito l'impressione che spettino a due specie diverse, non comprendendosi altrimenti la ragione per la quale una stessa sostanza nelle medesime condizioni di cristallizzazione si dovesse presentare in modo tanto diverso. Pertanto la necessità di ripeterne più e più volte le analisi, per vedere il valore che debba attribuirsi a certe apparenze fisiche che fecero a taluno considerare i due minerali l'uno come varietà dell'altro e come appartenenti entrambi alla medesima specie.

Il mio lavoro è quindi prevalentemente chimico e per ciò, prima di

¹⁾ *Beiträge zur Kenntniss der Mineralien: Harmotom, Phillipsit und Desmin.* Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paleontologie. 1886, II Band. Zweites Heft, pag. 83.

²⁾ Neues Jahrbuch für Mineralogie. 1876, pag. 640.

³⁾ *The System of Mineralogy.* 1892, pag. 585.

⁴⁾ *Handbuch der Mineralogie.* Zweiter Band, 1897, pag. 1823.

procedere alla descrizione di queste due specie, dirò poche parole intorno al metodo tenuto nelle analisi loro.

Un unico metodo, semplicissimo del resto, mi valse ugualmente per le zeoliti analizzate, poichè identicamente costituite qualitativamente da acqua, silice, allumina, calce e soda.

L'acqua totale fu determinata dalla perdita in peso all'arroventamento fino a peso costante. Allorquando fu determinata la perdita dell'acqua a diverse temperature furono prese nelle relative pesate le maggiori precauzioni a causa dell'estrema facilità con cui le zeoliti assorbono, quando non siano state completamente arroventate, l'umidità atmosferica.

Per la determinazione della silice, dell'allumina e della calce occorre sottoporre le zeoliti alla disgregazione con carbonato sodico-potassico, poichè se l'acido cloridrico concentrato attacca fortemente tanto la stilbite, quanto la foresite, non le attacca completamente.

Per la determinazione quantitativa della silice il prodotto della fusione con carbonato sodico-potassico fu ripreso con acqua prima, indi con acido cloridrico concentrato e fu scaldato a bagno-maria fino a secchezza completa per 12 ore circa. Fu ripresa la massa disseccata con acqua acidulata di acido cloridrico e sul filtrato ripetuta più volte la medesima disseccazione. Con tal sistema la silice rimase quasi completamente indietro e, raccolta e lavata, fu pesata. Sempre poi ne fu verificata la purezza sottoponendola a trattamento con fluoruro ammonico e acido-solforico.

Il liquido separato dalla silice fu trattato dapprima con cloruro ammonico, indi con idrato ammonico e scaldato a un lento calore fino quasi ad eliminazione di ammoniaca. Per tal modo precipitò l'idrato alluminico, che, raccolto, fu ridisciolto in acido cloridrico e sul liquido ottenuto fu ripetuto il trattamento con cloruro e idrato ammonico. Questo secondo trattamento fu necessario per eliminare le piccole quantità d'idrato calcico che nella prima precipitazione potevano avere accompagnato l'idrato alluminico. Lavato allora questo e seccato fu arroventato e pesato come ossido. Per verificare la purezza dell'allumina fu questa fusa con bisolfato potassico, indi ripreso con acqua il prodotto della fusione e il residuo (trascurabili tracce quasi sempre), dovuto a silice, fu detratto dal peso totale dell'allumina ed aggiunto al peso trovato per la silice.

Nel liquido alcalino separato dall'allumina versai ossalato ammonico,

scaldando a un lieve calore e lasciando a sè il tutto circa 12 ore. Raccolto e lavato l'ossalato calcico così formatosi, fu fortemente scaldato in crogiuolo di platino, ove, dopo raffreddamento, aggiunte poche gocce di acido solforico, fu trasformato in solfato. E come solfato fu il calcio pesato, dopo avere cacciato l'eccesso di acido solforico dapprima scaldando lentamente in muffola, indi anche direttamente arroventando un poco.

Per la determinazione della soda fu sottoposta la polvere zeolitica al disgregamento con fluoruro ammonico prima a un debole calore, a più forte calore indi; e, cacciato in tal guisa completamente il fluoruro ammonico in eccesso, furono ricondotti i fluoruri metallici a solfati, per mezzo di acido solforico concentrato, scaldando in muffola lentamente prima, indi anche arroventando. La massa dei solfati così ottenuti fu disciolta a caldo in acido cloridrico concentrato. Ottenutane la soluzione furono precipitate, con i metodi già indicati, allumina e calce; e, separate dal liquido, questo fu evaporato a secchezza, arroventato, onde potesse perdere tutti i sali ammoniacali presenti nella soluzione per la precipitazione di allumina e calce, e trasformato poi in solfato con poche gocce di acido solforico; del quale tolto l'eccesso al solito in muffola, fu il sodio pesato come solfato.

Stilbite.

Nelle druse tormalinifere del granito di Fonte del Prete trovansi la stilbite in forma di rivestimento o per lo meno sempre cristallizzata al disopra dei minerali originari delle druse stesse insieme a foresite, heulandite e altri silicati idrati, i quali tutti, sia per la loro costituzione, sia per il modo loro di presentarsi ci attestano la loro origine secondaria.

I minuti cristallini abitualmente laminari, sempre geminati, sempre di un colore bianco-giallognolo, lucenti per splendore madreperlaceo, sono costantemente associati in fasci con disposizione radiale, dando luogo a modi diversi di aggruppamento, ora in foggia di sferule, manne e govoni, quali furono ricordati da quanti prima di me descrissero la stilbite elbana, ora d'incrostazioni quali sono comunissimi negli esemplari da me esaminati, e nei quali in foggia di setti spesso paralleli fra loro, sembrano conservare ancora nel loro insieme la forma scheletrica dei cristalli di feldispato, dalla cui alterazione in parte almeno derivano.

Disfacendo con la pressione questi aggruppamenti, come quando si comprimano fra due lastroline porta-oggetti, sieno essi dell'uno o dell'altro tipo, si ottengono esilissime laminette, prevalentemente allungate in una direzione, che è quella dei raggi degli aggruppamenti stessi. Queste laminette osservate al microscopio appaiono scolorite, trasparenti e, se ancora in parte non distaccate l'una dall'altra, se ne può misurare l'angolo di divergenza che è piccolissimo.

Disponendosi esse sulla lastrolina porta-oggetti a seconda dell'una o dell'altra delle due facce più estese e parallele fra loro, se integre, ci appaiono rettangolari dall'una estremità (quando gli angoli non sieno terminati come generalmente avviene, da faccette oblique e simmetricamente disposte dalle due parti), appuntite invece a bietta triangolare dall'altra, che concorre al centro dell'irraggiamento. Se infrante si configurano secondo il punto della rottura, e più che altro secondo il frammento osservato.

Ben osservando le lamelle cristalline si vede che alcune sono realmente rettangolari e altre, le più, tali appaiono soltanto. Abitualmente i cristallini sono geminati e facce riconoscibili in essi sono le $\{001\}$, $\{010\}$, $\{110\}$ e $\{\bar{1}01\}$. L'abito prismatico dei cristalli devesi al loro allungamento a seconda dello spigolo $(001) : (010)$ come nei feldispati, la laminosità al prevalente sviluppo di $\{010\}$. Le facce $\{110\}$ sono generalmente poco sviluppate e talvolta mancano affatto; solo in qualche caso prendono però notevolissimo sviluppo. Grande estensione hanno generalmente invece le facce $\{001\}$ e $\{\bar{1}01\}$ che per fare angolo fra di loro di $89^\circ, 30'$ determinano l'apparente rettangolarità delle lamine cristalline.

Se queste siano adagiate per una faccia basale $\{001\}$ appaiono allora semplici e rettangolari per la mutua inclinazione ortogonale degli spigoli $(001) : (010)$ con $(001) : (\bar{1}01)$ o simmetricamente troncate agli spigoli per la presenza di lati corrispondenti a $(110) : (001)$. In questo caso anzi è facile vedere nella loro inclinazione le faccette del prisma $\{110\}$, che talora, caso però assai raro, sono sviluppate tanto da far sparire le $\{\bar{1}01\}$.

Ordinariamente però i cristallini giacciono sulla lastrolina porta-oggetti, su cui è stata sparsa la polvere cristallina, per una faccia $\{010\}$, sia perchè queste facce sogliono avere prevalente sviluppo, sia perchè è questo il piano più facile di sfaldatura, ed è quindi secondo di esso che si separano le lamelle, che poi si osservano al microscopio. Queste lamelle appaiono sempre geminate a piano di geminazione (001) , con di-

reazione quasi simmetrica di estinzione dall'una e dall'altra parte della linea di unione ad angolo piccolissimo, che non raggiunge o passa di poco i 5°; ed infatti nella stilbite il piano degli assi ottici è parallelo a {010} e la bisettrice acuta inclinata sull'asse OX di circa 5°. In questa direzione di estinzione corre l'asse delle vibrazioni di maggior velocità, onde il carattere ottico negativo.

In alcune lamelle cristalline delle più complete si osserva anche la compenetrazione a croce degli individui geminati, onde a nicols incrociati esse appaiono divise in quattro settori, che si estinguono alternativamente. Il contorno di queste lamelle giacenti su {010} è al solito in relazione alla presenza e sviluppo delle sopraindicate faccette di {001}, $\bar{1}01$ e {110}.

Nessuna distinzione di forma sono riuscito a riconoscere fra le lamelle derivanti dai più resistenti aggruppamenti sferici o a govone e dalle più facilmente disgregabili incrostazioni. Nelle une e nelle altre si han sempre le forme della stilbite. Presso che uguale ho pur trovato il peso specifico, e, cioè, 2,07 nelle prime, 2,09 nelle seconde; inferiore quindi a quanto fu trovato dal vom RATH ¹⁾ (2,207).

Malgrado tale rassomiglianza e di queste e di quelle volli fare accurate analisi per vedere se una qualche differenza chimica non secondasse il diverso abito di aggruppamento cristallino.

Al minerale abitualmente incrostante disposto a setti cristallini spettano le analisi I-IV. La I e la II si riferiscono a una stessa polvere, per la quale determinai anche la soda; ad altra polvere la III e la IV. Al numero V è riportata la media delle quattro analisi e al numero VI son date le proporzioni centesimali della composizione teorica (computando a calce la soda presente) secondo la formula $H^4(Na^2, Ca)Al^2Si^6O^{18} + 4H^2O$, data dal DANA ²⁾ o l'altra $(Na^2, Ca)Al^2Si^6O^{16} + 6H^2O$ data dal GROTH ³⁾, HINTZE ⁴⁾ ecc. secondo che tutta l'acqua o in parte soltanto si consideri di cristallizzazione.

¹⁾ Memoria citata.

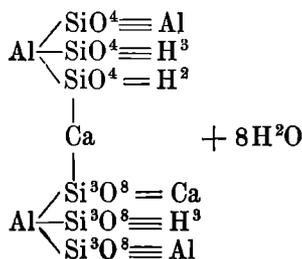
²⁾ Opera citata.

³⁾ *Tabellarische Uebersicht der Mineralien* ecc. 1898, pag. 166.

⁴⁾ Opera citata.

	I	II	III	IV	V	VI
H ² O	17, 89	18, 05	17, 61	17, 48	17, 75	17, 20
SiO ²	56, 25	56, 35	56, 78	57, 01	56, 59	57, 64
Al ² O ³	17, 36	17, 28	18, 19	18, 12	17, 73	16, 25
CaO	7, 16	7, 45	6, 65	6, 86	7, 03	} 8, 91
Na ² O	1, 73	1, 73	1, 73	1, 73	1, 73	
<hr/>						
	100, 39	100, 86	100, 96	101, 20	100, 83	100, 00

Con l'interpretazione data dal CLARKE ¹⁾ alla struttura molecolare della stilbite, delle sei molecole di acqua svelate dall'analisi due soltanto dovrebbero considerarsi come facenti parte integrante della molecola stilbitica e quattro come di cristallizzazione, onde, raddoppiando la formula, si avrebbe:



Ad ammettere l'acqua come in parte di costituzione non porterebbero le recenti e numerose ricerche del FRIEDEL, almeno per quelle zeoliti da lui studiate, come l'analcima ²⁾, la cabasia ³⁾, il mesotipo ⁴⁾. Il FRIEDEL considera in esse tutta l'acqua come interclusa nel reticolato molecolare, non fissa quindi, ma mobile e soggetta ad essere eliminata e ripresa in condizioni differenti senza che lo stato cristallino della zeolite sparisca.

¹⁾ *The Constitution of the Zeolites*. American Journal of Science. Vol. XLIII, sept. 1894.

²⁾ *Sur quelques propriétés nouvelles des zéolithes*. Bulletin de la Société Française de Minéralogie. Tome XIX, 1896, pag. 94.

³⁾ *Nouveaux essais sur les zéolithes*. Bulletin de la Société Française de Minéralogie. Tome XXII, 1899, pag. 5.

⁴⁾ *Nouveaux essais sur les zéolithes (suite)*. Bull. de la Soc. Française de Minéralogie. Tome XXII, 1899, pag. 84.

Io feci alcune prove circa la perdita dell'acqua subita da questa zeolite a diverse temperature fino a peso costante, considerando come costanti due pesate successive anche se diverse solo di gr. 0,0002. Tali prove concorderebbero bene per questa stilbite con la formula di struttura ammessa dal CLARKE, quando si consideri come acqua di cristallizzazione quella perduta alla temperatura di 250° circa e come acqua di costituzione quella perduta a temperature superiori. Pongo qui a confronto le proporzioni di acqua, che si calcolano dalla formula del CLARKE (I), nel concetto che l'acqua di cristallizzazione e di costituzione sieno eliminate rispettivamente a 250° e a temperature superiori, con quelle da me appunto ottenute a codeste differenti temperature (II):

	I	II
Acqua totale.	17, 20%	17, 55%
Acqua perduta sotto 250°	11, 47%	11, 87%
" " sopra 250°	5, 73%	5, 68%

Riporto qui sotto i risultati ottenuti circa la perdita di acqua alle varie temperature eseguita su gr. 1,8181 di sostanza:

	Perdita %.
Nell'essiccatore (in 12 giorni)	1, 09
In stufa a 100°-110°	2, 30
" 180°-185°	7, 84
" 250°-255°	11, 87
" 350°	14, 80
Per arroventamento	17, 55

In altre prove potei constatare che parte dell'acqua perduta ad una data temperatura può essere ripresa lentamente quando si esponga la polvere della stilbite alla temperatura dell'ambiente. Così questa zeolite scaldata fino a peso costante a 235° perse l'11, 72% del suo peso; perdita che si ridusse dopo esposta la zeolite all'aria (temperatura dell'ambiente) per 24 ore circa al 2,79%. Arroventata invece e indi esposta all'aria la sostanza non riprese che 0,0004 sopra gr. 1,4928 su cui feci la prova e anche messa in contatto di acqua questa se ne andò tutta alla temperatura di 100°-105°. Esaminata la polvere al microscopio dopo arroventamento, non mi riuscì più scorgere alcuna forma cristallina, ma tante massarelle biancastre, informi, non aventi nessuna azione sulla luce polarizzata.

Questo diverso contegno mi proverebbe che quest'ultima acqua non dovesse considerarsi nello stesso modo della prima, e verrebbe in appoggio della sopra allegata struttura molecolare.

Secondo le numerose esperienze che il FRIEDEL ¹⁾ eseguì su varie specie zeolitiche queste non solo possono riassorbire l'acqua perduta a una data temperatura, ma anche altre sostanze, fra le quali non ultima l'aria atmosferica; onde la determinazione dell'acqua delle zeoliti fatta per la semplice perdita in peso alle diverse temperature, eccezion fatta di quella d'arroventamento (nel qual caso perdono esse la proprietà di riassorbire acqua e altre sostanze), non è secondo il FRIEDEL stesso rigorosamente esatta. Nelle prove ch'io feci sembrerebbe che anche la stilbite avesse la proprietà di sostituire parte almeno della sua acqua con l'aria atmosferica. Infatti, scaldata essa a 120° perse il 2,38% del suo peso, ma lasciata raffreddare nell'essiccatore e tenuta 16 ore la perdita si limitava a 1,63% e dopo 20 giorni raggiungeva soltanto 0,71%; inoltre parzialmente disidratata a 160° perse 7,02% e lasciata per 16 ore nell'essiccatore la perdita in peso era soltanto di 4,09%; a 220° la perdita era 11,56% e dopo 16 ore nell'essiccatore era soltanto 8,53%. Se le diverse pesate, anzichè farsi ad intervalli di ore, si fanno entro pochi minuti, le differenze che si notano per le diverse pesate sono minime; tali quindi da farci accorti che l'assorbimento dell'aria atmosferica, per parte di questa zeolite almeno, avviene lentamente molto; onde, pur andando incontro ad errori per la determinazione dell'acqua alle varie temperature fatta per semplice perdita di peso, tali errori, prendendo le dovute precauzioni, sono minimi.

Anche del minerale in sferule e in altre apparenze fasciculate feci pure quattro analisi su due polveri diverse (I e II) (III e IV); analisi che unitamente alla media loro (V) qui sotto riporto:

	I	II	III	IV	V
H ² O	14,88	14,79	15,11	14,98	14,94
SiO ²	61,80	61,60	61,39	61,25	61,51
Al ² O ³	14,83	14,88	15,12	15,24	15,01
CaO	6,46	6,63	7,10	6,80	6,74
Na ² O	1,78	1,78	2,04	2,04	1,91
	99,75	99,68	100,76	100,31	100,11

¹⁾ Memoria citata.

La perdita dell'acqua determinata sopra gr. 0,7810 di sostanza fu alle varie temperature la seguente:

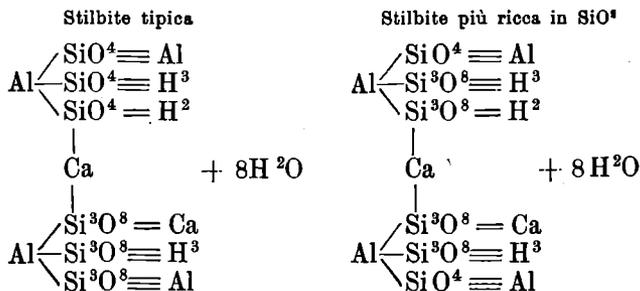
	Perdita %.
In essiccatore (in 7 giorni)	1,07
In stufa a 75°	1,84
„ 115°-120°	3,73
„ 180°	4,97
„ 245°	9,93
„ 340°-345°	12,92
Per arroventamento	14,98

Inoltre osservai pure per questa zeolite che l'acqua perduta da essa a una temperatura qualsiasi poteva essere in gran parte ripresa a temperature inferiori. Così potei osservare che la zeolite che alla temperatura di 180° aveva perduto il 4,97% del suo peso, abbassata la temperatura a 85°, aveva in gran parte riassorbito l'acqua, poichè la perdita in peso si era ridotta a 2,22%; ed esposta in seguito all'aria, alla temperatura di 11° circa, la perdita in peso si limitava a 0,10%. E mentre alla temperatura di 340°-345° essa aveva perduto il 12,92% del suo peso, abbassando dopo avere scaldato a 340°-345°, la temperatura a 180° la sua perdita era un poco inferiore e uguale a 11,67%. Arroventata infine ed esposta lungamente (26 ore circa) all'aria alla temperatura ambiente (7°-8°) la zeolite non riacquistò niente in peso pur avendo già perduto il 14,98% di acqua.

Si avrebbe quindi una stilbite, se come tale debba considerarsi il nostro minerale ad aggruppamenti sferici o a govone, con tenore in silice maggiore dell'ordinario, così come già si conoscevano termini a dosi minori, quali la stilbite di Skye (52,40), Bombay (52,80), Curico (52,67), che il DANA ¹⁾ distinse già con il nome di ipostilbite. I nostri esemplari per la composizione chimica si ravvicinerebbero invece alla epistilbite $H^4(Na^2, Ca)Al^2Si^6O^{18} + 3H^2O$, che non differisce dalla stilbite che per una molecola in meno di acqua di cristallizzazione e che pur si presenta in aggregati radiali sferici come quelli di Fonte del Prete. Ma l'epistilbite, oltre all'essere ancora meno ricca di silice, non vi corrisponde poi per i rapporti cristallografici, benchè monoclina essa

¹⁾ Opera citata.

stessa, onde venne riferita anche ad altro gruppo di zeoliti. Conviene quindi ricercare piuttosto se non convenga meglio nel concetto della costituzione del CLARKE ravvicinarla alla tipica stilbite; e vi si può infatti facilmente riferire per la mutua sostituzione da lui ammessa dei due gruppi tetravalenti $[\text{SiO}^4]$ e $[\text{Si}^3\text{O}^8]$. Il paragone delle due formule mostra chiaramente il legame:



Un gruppo $[\text{SiO}^4]$ della tipica stilbite è sostituito da un gruppo $[\text{Si}^3\text{O}^8]$. Le proporzioni centesimali seguenti, calcolate dalla formula ora scritta, computando per calce la soda:

H^2O	15, 69
SiO^2	61, 35
Al^2O^3	14, 83
CaO	8, 13
		100, 00

corrispondono a quelle delle analisi; e pure corrispondono le proporzioni dell'acqua; infatti, sempre nel concetto che l'acqua di cristallizzazione sia perduta dalla nostra zeolite a 250° circa, soddisfacentemente si accordano le proporzioni dell'acqua teoricamente dedotta dalla formula supposta (I) e dell'acqua avuta nei miei saggi (II), chè si ha:

	I	II	
Acqua totale	15, 62%	14, 98	19
" perduta a 245°	10, 42%	9, 93	16
" " sopra 245°	5, 23%	5, 05	

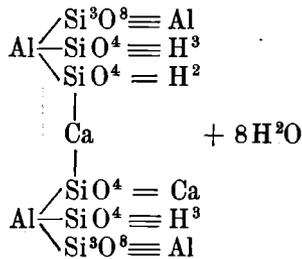
Io volli con tutta cura ripetere più volte le analisi (pag. 12) di queste aggregazioni a superficie sferoidale, perchè le analisi già fattene da un ignoto allievo del BECHI (I) (vedi D'ACHIARDI *Mineralogia della Toscana*) e dal

GRATTAROLA e SANSONI ¹⁾ (II) avevano dato risultati non concordanti coi miei:

	I	II
H ² O	18	19, 23
SiO ²	56	52, 34
Al ² O ³	9	16, 94
CaO	8	9, 22
MgO	3	0, 41
Na ² O	7	} 1, 80
K ² O	—	
	----- 101	----- 99, 94

Nella prima analisi la presenza di dosi assai forti di magnesia, le piccole proporzioni dell'allumina, quelle troppo elevate invece della soda, son tali da far ritenere se non poco corretti i risultati, riferibili forse ad altra sostanza. Dalla seconda parrebbe aversi piuttosto a che fare con un caso d'ipostilbite che di un minerale eccedente nella proporzione della silice che si ha nella stilbite normale. D'onde derivino queste differenze nei risultati analitici non saprei indicare. Stando ai risultati delle mie analisi non posso che ripetere ancora che questi aggregati cristallini sferici, se non corrispondono perfettamente alle più comuni stilbiti, grandemente vi si avvicinano.

Del resto col concetto del CLARKE ammettendo la sostituzione dei due soliti gruppi [SiO⁴] e [Si³O⁸] l'analisi del SANSONI e del GRATTAROLA porterebbe pure a composizione entro i limiti della serie stilbitica. Di fronte alla normale struttura molecolare anzichè sostituito un gruppo [Si³O⁸] ad un gruppo [SiO⁴] si avrebbe l'inverso, sostituito cioè un gruppo [SiO⁴] a un gruppo [Si³O⁸] e quindi:

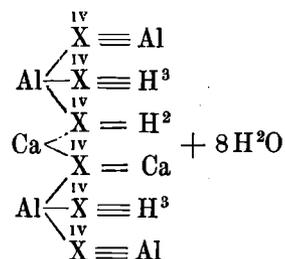


¹⁾ Memoria citata.

Le proporzioni centesimali qui sotto riportate, calcolate su questa formula (I) computando potassa, soda e magnesia a calce, corrispondono infatti assai bene a quelle date dall'analisi del GRATTAROLA e SANSONI (II):

	I	II
H ² O	19, 03	19, 23
SiO ²	53, 14	52, 34
Al ² O ³	17, 93	16, 94
CaO	} 9, 85	9, 22
MgO		0, 41
Na ² O, K ² O		1, 80
	100, 00	99, 94

In conclusione le tre formule strutturali della stilbite tipica, della stilbite più ricca dell'ordinaria in silice secondo le mie analisi, e della stilbite più povera della ordinaria in silice secondo l'analisi del GRATTAROLA e SANSONI, ci rappresentano termini gradatamente diversi della serie stilbitica. La formula generale infatti di essa, appunto per le differenze che le analisi della stilbite hanno dato, fu dal CLARKE indicata con:



in cui X rappresenta indifferentemente l'uno o l'altro dei due gruppi tetraivalenti [SiO⁴] e [Si³O³].

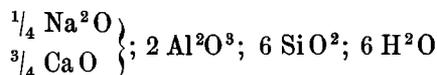
E si avrebbe:

Stilbite tipica	SiO ⁴ : Si ³ O ³ = 1:1
Stilbite ricca in silice	SiO ⁴ : Si ³ O ³ = 1:2
Stilbite povera in silice	SiO ⁴ : Si ³ O ³ = 2:1

Foresite.

Menzionata la prima volta dai sigg. PULLÉ e CAPACCI ¹⁾, questa specie fu poi descritta dal vom RATH ²⁾, che le diede il nome.

Il vom RATH la ritenne cristallizzata nel sistema trimetrico in prismi rettangolari dovuti alla combinazione dei due pinacoidi {100}, {010}, terminati dalla base ordinariamente un poco curva e talora spuntati dalle facce dell'ottaedro. Nelle forme e nei valori angolari, che il vom RATH poté misurare, apparve del tutto analoga alla stilbite; da questa però differente per il più elevato peso specifico ragguagliante 2,403-2,407 e per la composizione chimica, dalla quale dedusse la formula:



vicinissima del resto a quella della stilbite, già riportata trattando di questa specie.

Tale rassomiglianza nella composizione chimica e più ancora la perfetta analogia nelle forme cristalline fece nascere più tardi al SANSONI ³⁾ il dubbio che la foresite potesse essere specie distinta dalla stilbite, quantunque nell'analisi chimica fattane lo stesso SANSONI ne ebbe risultati di pochissimo discordi da quelli del vom RATH. Nuovi dubbi poi circa la specie foresite furono sollevati dal DES CLOIZEAUX ⁴⁾, che, esaminandone otticamente un cristallino, per quanto a detta stessa dell'autore la prova riuscisse molto difficile, trovò che il piano degli assi ottici e la bisettrice erano orientati precisamente come nei cristalli di stilbite.

Esistendo tali divergenze su questa specie ne ripresi lo studio.

La foresite, come la stilbite, è un minerale sempre incrostante. Essa incrosta infatti quasi esclusivamente la tormalina, ricoprendone con un guscio dello spessore di 2-4 millimetri non solamente le facce prismatiche, ma anche le facce basali; talvolta incrosta pure i cristalli d'ortose e di quarzo e si ritrova anche in lamine isolate assai esili.

¹⁾ Memoria citata.

²⁾ Memoria citata.

³⁾ Memoria citata.

⁴⁾ Nota citata.

Osservata al microscopio oltre al presentare le stesse forme cristalline della stilbite e le stesse geminazioni, ha anche il piano degli assi ottici, come già aveva osservato il DES CLOIZEAUX, normale al piano di geminazione e la bisettrice acuta inclinata di 5° circa sull'asse OX; e nelle lamine di più facile sfaldatura il carattere ottico è negativo pur sempre come nella stilbite. Tutto quindi concorderebbe a farla ritenere un'unica specie con quella; e confesso ch'io pure prima di farne l'analisi come tale l'aveva ritenuta.

Bene osservando però anche macroscopicamente appariscono differenze fra le due specie. La foresite infatti è sempre in elementi più minuti assai della stilbite; quella ha un colore bianco-niveo candidissimo, questa un colore bianco-giallognolo; a quella spetta un peso specifico di 2,405, a questa assai minore e uguale a 2,09. Maggiormente visibili sono poi questi caratteri distintivi quando le due specie sieno insieme associate; e già dissi che non potrebbesi spiegare, ove fossero la medesima cosa, come mai nello stesso esemplare presentassero differenze riconoscibili anche ad occhio nudo.

Ciò che però fa veramente riconoscere la differenza fra le due specie è l'analisi chimica. Della foresite io feci due analisi; l'una (I) data da una grande crosta che ricopriva completamente un grosso cristallo di tormalina, l'altra (II) data da diverse croste più piccole assai, pure involgenti dei cristalli di tormalina e nella quale la soda non fu determinata. Pongo a confronto la media (III) ottenuta dalle due analisi con le analisi del vom RATH (IV) e del SANSONI (V):

	I	II	III	IV	V
H ² O	17,01	16,32	16,66	15,07	17,06
SiO ²	49,22	48,65	48,93	49,96	49,47
Al ² O ³	27,45	27,67	27,56	27,40	24,41
MgO	—	—	—	0,40	traccie
CaO	5,01	5,31	5,16	5,47	8,33
K ² O	—	traccie	traccie	.0,77	} 0,46
Na ² O	1,14	1,14	1,14	1,38	
	<u>99,83</u>	<u>99,09</u>	<u>99,45</u>	<u>100,45</u>	<u>99,73</u>

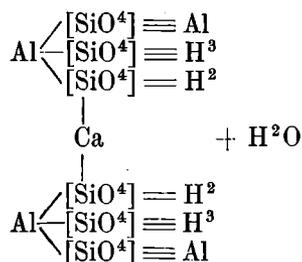
Le mie analisi condurrebbero quindi alla formula 12SiO², 13H²O, 4Al²O³, 2CaO (Na²O), cui spetterebbe la seguente composizione centesimale, calcolando a calce la soda presente:

H ² O	15, 83
SiO ²	48, 98
Al ² O ³	27, 62
CaO	7, 57
	<hr/>
	100, 00

Tale formula non differisce che per piccola quantità nelle proporzioni dell'acqua da quella già ammessa dal VOM RATH per la foresite, cui assegnò le proporzioni teoriche seguenti:

H ² O	14, 78
SiO ²	49, 27
Al ² O ³	28, 14
CaO	5, 76
Na ² O	2, 05
	<hr/>
	100, 00

Strutturalmente interpretata la composizione secondo le vedute del CLARKE ¹⁾ e sui risultati analitici del VOM RATH si avrebbe:



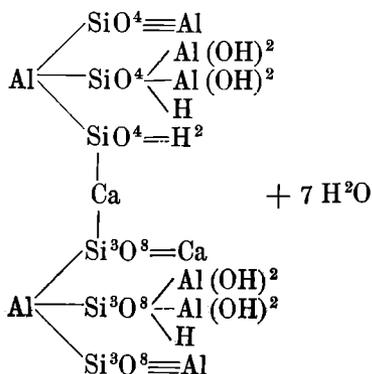
e per le mie analisi andrebbe aumentata di una sola molecola l'acqua di cristallizzazione per ogni due molecole del composto silicato.

Per altro le prove circa le perdite dell'acqua alle diverse temperature non porterebbero al reparto dell'acqua stessa quale risulta dalla sopralliegata formula, in cui solo una piccolissima parte di essa viene considerata come di cristallizzazione. Infatti io ho ottenuto:

¹⁾ Memoria citata.

Acqua totale	16, 32 %
„ perdita a 260°	8, 21 %
„ „ sopra 260°	8, 11 %

O si nega valore all'interpretazione del modo con cui l'acqua entra nel composto a seconda che essa si liberi a 250° circa o a temperature superiori e allora può adottarsi sempre la formula di struttura testè riportata, o mantenendo questa interpretazione, come già si è fatto per la stilbite precedentemente descritta, giova considerare in altro modo la costituzione della foresite. E forse essa potrebbe essere espressa dalla formula seguente:



ammettendo come per varie zeoliti ammettono il CLARKE stesso, il GROTH e altri, la sostituzione del gruppo monovalente Al(OH)^2 all'idrogeno.

S'interpreti nell'un modo o nell'altro la formula di costituzione, credo sempre, concludendo, che stilbite e foresite non sieno a confondersi; ma mantenendole distinte come consigliano a fare anche i loro caratteri macroscopici e altre considerazioni sopra esposte, debbono però considerarsi l'una come isomorfa all'altra; come già furono sotto questo aspetto ravvicinate fra loro arnotoma, phillipsite e stilbite.

Giacimento e origine delle zeoliti elbane.

Le zeoliti dell'isola d'Elba già dissi in principio come si rinvenivano specialmente a Fonte del Prete, subito sotto il paese di S. Piero in Campo, donde provennero pure i bei cristalli di tormalina, berillo, gra-

nato, cassiterite ecc. che hanno arricchito i musei mineralogici di Firenze e di Pisa. E ivi si rinvennero nelle geodi di bianche vene d'apparenza pegmatitica nel granito normale biotitico, analoghe a quelle di Grotta d'Oggi, della Speranza ecc., benchè in queste ultime, almeno nelle porzioni esplorate, sieno le zeoliti e altri prodotti del pari secondari come il Castore e il Polluce, meno frequenti.

Circa l'origine di queste bianche vene tormalinifere è stato molto discusso, nè la questione, può dirsi, è stata ancora completamente esaurita; come non esaurita d'altra parte è stata la questione relativa all'età del granito in cui si rinvennero.

Alcuni autori come PARETO ¹⁾, COCCHI ²⁾, LOTTI ³⁾ le considerano infatti druse allungate dovute ad un'ultima fase nel consolidamento del magma granitico, od anche dovute ad una posteriore secrezione effettuata nelle cavità del granito stesso. Altri (SAVI e MENEGHINI ⁴⁾) le considerarono come filoni differenti principalmente dalla massa del granito normale circostante per la mancanza di mica nera, per il carattere più o meno spiccato di pegmatite e per la presenza di tormaline, berilli ecc.; ammettendo inoltre la presenza loro dovuta a masse di granito pegmatitico intruse per effusione entro al granito normale già formatosi. Il VOM RATH ⁵⁾ infine ammise per esse un'origine idrotermale.

Ma a parte la difficile questione circa l'origine di questi filoni o geodi tormalinifere, a parte anche la non meno difficile questione circa l'età di questo insieme di rocce, a me interessava soltanto indagare come e quando si formassero le zeoliti e seguire se fosse possibile la via della paragenesi. Per ciò mi era necessario studiare la composizione delle rocce incassanti e soprattutto dei suoi materiali dallo stato di freschezza a quello della più progredita alterazione.

Il granito incassante le vene e da esse distinto per il suo più fosco colore, è un granito biotitico. Elementi essenziali quindi: quarzo, feldi-

¹⁾ *Sulla costituzione geologica dell'isola di Pianosa ecc.* Annali Università di Pisa. T. I, 1844-45.

²⁾ *Descrizione geologica dell'isola d'Elba.* Memorie del R. Com. geol. d'Italia. Vol. I, 1871, pag. 82.

³⁾ *Descrizione geologica dell'isola d'Elba,* pag. 239, Roma 1886.

⁴⁾ *Considerazioni sulla geologia stratigrafica della Toscana,* pag. 498. Firenze 1851.

⁵⁾ *Geognostisch-mineralogische Fragmente aus Italien.* III Theil. Die Insel Elba. S. 663. Bonn 1870.

spato, mica nera, nella solita distribuzione e apparenza propria dei graniti tipici. Però dei due feldspati, ortose e oligoclasio, il primo s'incontra anche qua e là in grandi cristalli entro alla massa uniformemente granulare e la biotite sembra talora accumularsi in nidi che in foggia di macchie più scure risaltano sul fondo grigiastro della roccia.

Il peso specifico della roccia è = 2,575.

Microscopicamente vi si osserva manifesta struttura olocristallina ipidiomorfa e vi si riconoscono i minerali soprariocordati nel loro tipico aspetto granitico. Dei due feldspati, ortose e plagioclasio, quello generalmente è assai torbido, cosparso di tante granulazioni scure indeterminabili e talora anche a struttura fibrosa; questo assai più fresco e abbondante quasi quanto l'ortose, geminato sempre secondo la legge dell'albite, talvolta anche, (ciò che è notevole perchè rarissimo nei graniti), esso freschissimo presenta un bello aspetto zonato, con uno strato esterno quasi fibroso a fibre contorte e irregolari. Ritengo tal plagioclasio debba considerarsi più come oligoclasio che come albite, stante la quantità notevole di calce, contenuta nella roccia. La mica biotite, generalmente è più o meno alterata, talvolta in clorite, onde ha quasi del tutto perduto il suo pleocroismo; non mancano però lamine di biotite inalterata. Il quarzo, allotriomorfo sempre, è ricchissimo d'inclusioni, sia solide, sia liquide con livella. Di minerali accessori osservai magnetite scarsa, ematite scarsissima, abbondanti invece apatite e zirconio; dubbioso il rutilo, di cui credo di aver osservato due esilissimi aghetti, inclusi l'uno nel quarzo, l'altro nella mica.

L'apatite si presenta nei soliti cristallini aciculari allungatissimi (mm. 0,04-0,09) e di spessore ordinariamente piccolissimo (mm. 0,01-0,02), nei quali sono di consueto riconoscibili le tracce della sfaldatura basale. La sua relativa abbondanza è svelata anche dall'analisi chimica che diede 0,24% di anidride fosforica. Trovasi l'apatite inclusa nella biotite e nell'ortose più abbondantemente, nel quarzo e nel plagioclasio più raramente.

Lo zirconio si presenta in cristallini o grani a contorno rotondeggiante, di colore giallo-verdastro, fortemente rilevati e con colori d'interferenza vivissimi. Tali cristallini di dimensioni piccolissime generalmente (mm. 0,02-0,05 in lunghezza e mm. 0,01-0,02 in larghezza) sono inclusi nella mica, nell'ortose e nel quarzo. Ho visto anche dei cristalli assai più grandi prismatici, nitidamente terminati; uno di questi aveva una lunghezza di mm. 0,3 circa e uno spessore di mm. 0,06.

L'analisi da me eseguita su pezzi tolti nella massa tipica della roccia diede:

H ² O	0, 59
SiO ²	69, 92
FeO	} 4, 57
Fe ² O ³	
MnO	tracce
ZrO ²	tracce
Al ² O ³	15, 68
CaO	1, 85
MgO	0, 92
K ² O	3, 18
Na ² O	4, 35
Ph ² O ⁵	0, 24
	101, 30

I noduli scuri che in forma di macchie rotondegianti si trovano irregolarmente distribuiti nella massa del granito normale, studiati chimicamente e microscopicamente si palesarono essi pure di granito, ma ad elementi più minuti molto, onde apparisce come un microgranito, per quanto talora esso involga dei cristalli maggiori di feldispato e di biotite. Gli elementi che lo costituiscono sono gli stessi del granito normale con le precise inclusioni; delle quali però assai più abbondante l'apatite (infatti l'analisi diede 0,29% di anidride fosforica) e assai più scarso lo zircone (chè infatti all'analisi chimica non ebbi nemmeno tracce di anidride zirconica) che nel granito normale. Il colore più cupo è dovuto alla più abbondante quantità di biotite ed infatti la quantità di magnesia e di ossido di ferro è un poco superiore a quella del granito normale. Ma tolte queste e altre sempre lievi differenze chimicamente pure la roccia microgranitica corrisponde a quella granitica normale. Il microgranito infatti diede all'analisi:

H ² O	0, 48
SiO ²	70, 21
FeO	} 5, 03
Fe ² O ³	
MnO	tracce
Al ² O ³	15, 72
CaO	2, 11
MgO	1, 07
K ² O	3, 25
Na ² O	3, 66
Ph ² O ⁵	0, 29
	101, 82

Differente invece è la struttura dei bianchi filoni o geodi tormalinifere. Sono essi costituiti da una pasta bianco nivea, pegmatitica, quarzoso-feldispatica, in cui qua e là sono scarsamente disseminate delle lamine assai grandi di mica nera e dei cristalli incompleti di tormalina. L'analisi chimica svelò pure differenze nell'acidità assai superiore a quella del granito, poichè diede:

H ² O	0,45
SiO ²	75,17
Al ² O ³	14,05
FeO	} 0,21
Fe ² O ³	
CaO	0,32
MgO	0,16
Na ² O	5,00
K ² O	4,57
B ² O ³	tracce
	99,93

I filoni tormaliniferi portano poi grandi cristalli di ortose e di quarzo generalmente affumicato o nero, grandi lamine di lepidolite, le tormaline, i berilli, i granati, le varie specie di zeoliti, il Castore, il Polluce ed altri minerali. Ed è notevole che mentre generalmente la roccia incassante presenta aspetto di freschezza, le vene pegmatitiche, e soprattutto nelle loro geodi, presentano evidenti segni di alterazione sofferta e tanto maggiore quanto più vi abbondino questi minerali idrati di tipo prevalentemente zeolitico, e sulla cui origine secondaria non può restare alcun dubbio, sia per l'esame sul posto, sia per l'esame anche dei pezzi di filone distaccatine e conservati per i musei. La massa delle vene tormalinifere perde il suo colore bianco-niveo per prenderne uno giallastro, perde inoltre la sua consistenza ed assume una friabilità straordinaria. E non solo la pasta dei filoni, ma anche i minerali che in essi si trovano si presentano in generale più o meno alterati. L'alterazione non è però uguale per tutti. Il quarzo nulla o quasi nulla si altera, spesso nemmeno le tormaline, che però in alcuni casi di più avanzata azione delle cause modificatrici possono essere anche completamente disfatte; e alla facilità o no di alterarsi contribuisce certo la loro diversa

costituzione fra le varietà diversamente colorite. Quarzo sempre o quasi, tormalina spesso, si riconoscono inalterati alla superficie togliendo il rivestimento zeolitico, che ordinariamente ne ricopre i cristalli, i quali, denudati da esso, mostrano ancora le strie e altre particolarità delle facce. La lepidolite si altera più facilmente, perde il suo colore roseo diventando violacea o bianca-argentina. L'alterazione più frequente, maggiore, talvolta completa, la presenta l'ortose come è facile riscontrare negli esemplari di granito alterato a zeoliti del Museo mineralogico di Pisa. L'ortose in alcuni cristalli si mantiene freschissimo; in altri perde in consistenza acquistando invece una specie di untuosità; in altri poi mentre esternamente conserva le forme cristalline sue proprie, avendo però perso levigatezza e splendore, è nell'interno diviso in tanti setti quasi paralleli rivestiti da incrostazioni di stilbite, e se questi setti manchino può anche conservarsi soltanto la parete esterna, tutta internamente tappezzata da croste di stilbite. Sembrerebbe dunque che nell'alterazione dell'ortose non sempre si fossero avuti gli stessi prodotti, avendosi nel primo caso una trasformazione caolinica, nel secondo zeolitica. Le analisi fatte confermano questa deduzione.

Difatti avendo preso diversi di tali cristalli che sia per il loro aspetto, sia per l'esame microscopico accennavano ad una trasformazione caolinica nei suoi diversi stadi, a partire da un cristallo apparentemente inalterato (I), ad altro con incipiente alterazione (II), fino a un terzo profondamente alterato (III), ottenni:

	I	II	III
H ² O	0, 81	15, 37	14, 97
Si O ²	64, 85	51, 64	45, 44
Al ² O ³	18, 14	23, 98	32, 88
Fe ² O ³	—	0, 18	tracce
Ca O	0, 24	3, 82	2, 08
K ² O	11, 41	} (5, 01) ¹⁾	(4, 63) ²⁾
Na ² O	4, 14		
	99, 59	100, 00	100, 00

Si vede chiaramente dalle analisi come perdendosi in gran parte gli alcali e diminuendo le proporzioni della silice, messa parzialmente in

¹⁾, ²⁾ per differenza.

libertà, accrescendosi quindi relativamente quelle dell'allumina e per l'aggiunta sempre di notevoli quantità di acqua si passi da ortose a caolino.

Ma ponendo attenzione ai risultati delle stesse analisi si vede anche come insieme alla trasformazione caolinica, siasi iniziata anche la trasformazione zeolitica, alla quale debbono certo imputarsi le dosi non indifferenti della calce; trasformazione zeolitica che diventa quasi esclusiva nell'altro caso, in cui gli originari cristalli feldispatici sono come trasformati in tanti alveari, costituiti da setti zeolitici.

L'analisi fatta di uno fra questi cristalli a vacui, tolte per quanto si poteva le incrostazioni zeolitiche sulle pareti dei setti stessi, mi diede:

H ² O . . . ,	13, 70
SiO ²	61, 54
Al ² O ³	17, 04
Fe ² O ³	tracce
CaO	4, 92
K ² O	1, 75
Na ² O	2, 03
	<hr/>
	100, 98

Come si vede si ha un cristallo di ortose in quasi completa trasformazione stilbitica. Si aggiunga ancora un poco di acqua che porti nuova calce in sostituzione della potassa che vi rimane ancora e si avrà la composizione stilbitica delle prete zeoliti di questo giacimento testè descritto. Non parmi quindi che possa restar dubbio sulla genesi dei minerali stilbitici dall'alterazione dei feldispati. Forse anche altre zeoliti di questo stesso giacimento e che io qui non ho studiato, vi debbono essere geneticamente connesse; ma verosimilmente alcuni almeno di questi minerali idrati totalmente o in parte debbono l'origine loro ad alterazione di altri minerali; così dall'alterazione della lepidolite e della tormalina si ha il Castore o petalite, così forse anche il Polluce. Castore e Polluce accompagnano sempre le zeoliti elbane; e talora il Castore è esso pure incrostato o tappezzato nell'interno da minerali zeolitici, sia da idrocastorite, come già osservò il GRATTAROLA, sia da stilbite come io ho potuto osservare in alcuni degli esemplari di granito tormalinifero

esistenti nel Museo mineralogico di Pisa. E poichè in questo caso il Castore ha perduto il suo aspetto abituale vetroso e fresco, pur dando sempre alla fiamma la colorazione caratteristica del litio che lo fa riconoscere, è da ritenere anche che eccezionalmente, per quanto esso pure indubbiamente di origine secondaria, abbia in qualche modo contribuito alla formazione di quelle zeoliti che lo incrostano.

Trasformazione analoga a quella dell'ortose deve aver subito anche l'oligoclasio, e siccome la trasformazione di tutti questi minerali sembra che altrimenti non si possa ammettere che per invasione di acque acide, queste o contenevano di per loro stesse più o meno di bicarbonato calcico, o fu loro fornito dall'alterazione del silicato alluminio-sodio-calcico, quale è l'oligoclasio, operata dall'acido carbonico. Nell'un modo o nell'altro si ha soddisfacente spiegazione ad intendere la genesi dei minerali zeolitici, e per il caso nostro in particolar modo delle stilbiti.

Tale credo che sia la loro origine, ma anche se qualche dubbio potesse elevarsi su ciò, nessuno ne potrebbe restare sulla loro genesi secondaria.

Laboratorio di Mineralogia dell'Università.

Pisa, 6 maggio 1900.