

gono a livello di tracce Mg, Mn, Na, K, S, Cl, Fe, Ba.

Le celle elementari sono leggermente variabili:  $a_0 = 10,88 \pm 10,93 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 10,53 \pm 10,55 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 7,52 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 109,38 \pm 109,92$ .

Le cuspidine del Monte Somma hanno invece  $\text{SiO}_2$  più elevato (31,61-31,97 %) CaO compreso tra 60,38 e 58,80 % e contengono analoghi elementi in tracce. Anche le celle elementari risultano corrispondenti.

\* Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università «La Sapienza», Roma.

Il lavoro originale verrà stampato su «Bulletin Minéral».

MARTINI M.\*, GIANNINI L.\*, CELLINI LEGITTIMO P.\*\*\*, PICCARDI G.\*\*\* - *The contribution of geochemical data in understanding the evolving systems of Vulcano and Phlegrean fields.*

Active volcanic areas are normally subject to activity crises of varying intensity which, while not causing eruptive phenomena, can produce significant changes in surface manifestations.

In recent times similar events occurred at Vulcano (1977-80) and at Phlegrean Fields (1970-72); this latter area is at present again interested by bradyseismic uplift.

Geochemical investigations have been carried out at the same time of those phenomena, and surveillance programs are still in progress in both areas; the chemical compositions of fumaroles, as well as of hot springs and phreatic waters in the surrounding zones are considered.

On the basis of the available information it seems possible to draft activity models which allow a general interpretation of the studied situations. The changes occurred at Vulcano (increase in maximum temperature of fumaroles, chemical variations in gases and in phreatic waters) have been attributed to strain accumulation in crustal environment; after the strain release connected to a seismic event and the aftershock sequence, an inversion of the phenomena has been observed, with a gradual attainment of the previous situation. The geochemical evidences appear to fit with sufficient approximation this hypothesis, and it seems possible to forecast some similar evolution in the system activity by means of chemical changes in surface manifestation. The bradyseismic movements of Phlegrean Fields represent a common feature of the area, and have been interpreted as due to expansion of a small spherical reservoir at shallow depth (LUONGO et al., 1983).

The chemical data referring to fumaroles and hot springs do not reveal evidences of a magmatic input, nor important changes occurred at the same time of the uplift started in summer 1982; the temperature values remain substantially constant. The deep water body which feeds the surface phenomena appears, therefore, still acting as a chemical and thermal buffer; the possibility of

phreatic explosions, however, represents a certain degree of volcanic risk in that populated area.

\* Dipartimento Scienze della Terra dell'Università di Firenze. \*\* Dipartimento di Scienze Farmaceutiche dell'Università di Firenze. \*\*\* Istituto di Chimica Analitica dell'Università di Firenze.

MERLINO S.\* - *Nefelina, kalsilite, trikalsilite, tetrakalsilite (panunzite): relazioni strutturali e cristallografiche.*

Le strutture di nefelina e kalsilite sono «stuffed derivatives» della struttura della tridimite: entrambe presentano un'impalcatura tridimensionale di tetraedri con la stessa topologia di quella della tridimite e rapporto Si/Al 1; presentano tuttavia distorsioni diverse dalla simmetria ideale e diversi cationi nelle cavità.

Esistono altre fasi nel sistema  $\text{KAlSiO}_4\text{-NaAlSiO}_4$ , trikalsilite e tetrakalsilite (panunzite), caratterizzate da «frameworks» con topologia tipo tridimite, ma distinte strutturalmente da nefelina e kalsilite.

Le quattro fasi, nefelina, kalsilite, trikalsilite e tetrakalsilite, tutte caratterizzate da una distribuzione ordinata dei cationi tetraedrici, con formule ideali  $\text{KNa}_3\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}$ ,  $\text{KAlSiO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  e  $\text{K}_3\text{Na}_3\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$  rispettivamente, costituiscono i quattro termini finora noti di una serie strutturale: i singoli termini rappresentano l'adattamento del «framework», con immutata topologia, alle dimensioni dei cationi alcalini disposti nelle cavità.

\* Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa.

MORELLI G.\* - *Caratterizzazione delle argille del pozzo geotermico AGIP - Isola di Vulcano 1.*

Vengono riportati i risultati di un centinaio di analisi diffrattometriche eseguite su campioni di cuttings e di carote del pozzo geotermico AGIP-Isola di Vulcano 1.

Le analisi sono state effettuate da m 50 a m 1445 vale a dire sino a fondo pozzo.

I minerali argillosi presenti sono:

- smectiti: sempre presenti;
- miche: da 920 m a fondo pozzo;
- cloriti: da 940 m a 1030 m;
- strati misti: soprattutto nella parte centrale della perforazione.

I minerali argillosi e strati misti sono del tipo clorite-smectite (= Corrensite) e sono caratterizzati da un elevato ordine nella successione degli strati.

È stata calcolata la funzione di interferenza  $\Phi(s)$  per le due coppie di spacings 15,2-14,2 Å e 17,8-14,2 Å con  $p = 0,5$  (i due costituenti l'interlaminazione in quantità uguale) e con  $D = 0,2$  (grado di disordine statistico inferiore al 20 %). I diagrammi

teorici sono in ottimo accordo con quelli sperimentali.

L'osservazione dei diffrattogrammi ha messo infine in evidenza che sino alla profondità di 360 m le argille (sostanzialmente di tipo smectitico) presentano una bassissima cristallinità.

L'ipotesi più probabile è che il termalismo caratterizzato da temperature dell'ordine dei 180° C, abbia interessato solo la zona superiore ai 350 m provocando il degrado dei minerali smectitici senza che si sia avuto il tempo per l'edificazione di nuove strutture più organizzate.

\* AGIP SGEL - Geochimica - S. Donato Milanese (Milano).

NUTI S.\*, CAPRAI A.\*, NOTO P.\* - *Applicazione di geotermometri chimici ed isotopici alla Solfatarà di Pozzuoli.*

I geotermometri isotopici sono stati largamente usati nei vari campi geotermici del mondo. Il principio su cui si basano è che il frazionamento isotopico tra composti in equilibrio termodinamico ed isotopico è determinato dalla temperatura.

Il geotermometro isotopico basato sul frazionamento del carbonio tra metano ed anidride carbonica è stato il primo ad essere usato in un tentativo di valutare la temperatura profonda di serbatoi geotermici negli U.S.A., quindi è stato applicato in altri campi geotermici, per esempio in Nuova Zelanda ed estesamente in Italia. Le temperature calcolate con questo geotermometro sono da 50 a 150°C più alte di quelle misurate direttamente nei pozzi. Secondo LYON e HULSTON questo significa che le temperature isotopiche  $\text{CH}_4\text{-CO}_2$  non rappresentano situazioni di equilibrio a livello delle profondità dei sondaggi, ma a profondità maggiori, probabilmente quelle del corpo magmatico in raffreddamento che fornisce il calore al sistema geotermico. Le stesse considerazioni sono valide per il frazionamento dell'idrogeno tra metano ed idrogeno estesamente provato a Larderello.

Il geotermometro basato sul frazionamento del deuterio tra l'acqua e l'idrogeno dà invece temperature in buon accordo con quelle misurate in profondità in tutti i campi geotermici dove è stato usato e pertanto viene ritenuto uno dei più utili nella esplorazione geotermica.

Il geotermometro empirico basato sulla composizione chimica dei gas sembra funzionare molto bene nei riguardi della temperatura profonda, in buon accordo quindi con il geotermometro isotopico idrogeno-vapor d'acqua.

Il geotermometro isotopico basato sul frazionamento dell'ossigeno tra anidride carbonica ed acqua è stato estesamente applicato a Larderello. Salvo poche eccezioni le temperature calcolate in questo modo sono uguali o poco più elevate di quelle misurate a bocca-pozzo.

Per quanto fin qui esposto si può prevedere, dalla applicazione dei geotermometri ai fluidi emessi dalla Solfatarà, di ottenere dal frazionamento del carbonio

tra metano e  $\text{CO}_2$  e da quello dell'idrogeno tra metano e idrogeno la temperatura alla profondità di formazione di queste specie dove si ha l'origine dell'anomalia termica. Nel reservoir vero e proprio, dove è presente anche l'acqua, si dovrebbe avere l'equilibrio isotopico tra idrogeno e vapor d'acqua e quindi questo geotermometro, insieme a quello a gas, dovrebbe indicarci la temperatura in questa zona. Il frazionamento isotopico  $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O}$  dovrebbe finalmente darci la temperatura poco più alta di quella misurata, della zona di risalita del fluido.

TABELLA

	$\alpha$	1000 ln $\alpha$	t °C
$\Delta D(\text{CH}_4\text{-H}_2\text{O})$	1,3069	267,655	395
$\Delta^{13}\text{C}(\text{CO}_2\text{-CH}_4)$	1,0213	21,053	360
$\Delta D(\text{H}_2\text{O-H}_2)$	1,7211	543	283
$\Delta^{18}\text{O}(\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O})$	1,0248	24,5	165

Gas geoterm.	log (CH <sub>4</sub> /CO <sub>2</sub> )	log (H <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> )	log (H <sub>2</sub> S/CO <sub>2</sub> )	$\alpha$	t °C
29.03.83	-3,531	-2,714	-2,112	15,558	282
13.04.83	-3,518	-2,695	-2,149	15,581	282
03.05.83	-3,500	-2,712	-2,027	15,353	285

Infatti dalla tabella dei dati sperimentali si rileva che i sistemi che non si riequilibrano in tempi brevi e che quindi danno le indicazioni delle temperature profonde, cioè metano-idrogeno e metano-anidride carbonica, danno indicazioni di temperature di 360-395°C. I pozzi perforati dall'AGIP nella regione hanno trovato una temperatura massima di 345°C nella zona produttiva del pozzo Mofete 5 a profondità tra i 2500 e i 2700 metri, mentre alla stessa profondità nel pozzo S. Vito 8, poco a nord del cimitero di Pozzuoli e quindi più vicino all'area della Solfatarà, sono stati misurati 312°C.

Dal geotermometro basato sull'equilibrio isotopico tra acqua ed idrogeno e da quello basato sull'equilibrio chimico tra  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$  e  $\text{H}_2\text{S}$ , si ottiene una temperatura di 283°C. Questa dovrebbe essere la temperatura della zona produttiva della Solfatarà indipendentemente dal fatto che poco più in profondità si abbiano temperature più alte in zone di origine di alcune specie gassose. Del resto la zona produttiva del pozzo S. Vito 3 che si trova tra i 2300 ed i 2360 metri ha una temperatura misurata di 296°C perfettamente coerente con quella da noi calcolata.

Infine dal geotermometro  $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O}$  si ricava, come previsto, una temperatura di poco superiore a quella misurata alla emissione, 165°C contro i 148°C misurati e questa è la temperatura della parte finale del condotto di risalita.

\* Istituto Internazionale per le Ricerche Geotermiche, C.N.R. Pisa.