

CARLO FEDERICI, ADRIANO TADDEUCCI (*)

INDAGINE RADIOMETRICA SULL'ETA' DEL TUFO DI CETARA-SERRARA FONTANA (ISOLA D'ISCHIA)

Risultati preliminari (**)

RIASSUNTO. — Si espongono i dati preliminari relativi alla datazione con il metodo del ^{230}Th della formazione dei « Tufi di Cetara-Serrara Fontana » affioranti nell'isola d'Ischia.

La titanite ed il vetro contenuti in questi tufi mostrano le caratteristiche di due fasi coeve fra loro e con la messa in posto della formazione, mentre augite e magnetite sembrano poter provenire anche da altre formazioni preesistenti.

A causa di una serie di difficoltà analitiche, la determinazione radiometrica dell'età, condotta attraverso l'analisi isotopica dell'uranio e del torio contenuti nella titanite e nel vetro, risulta affetta da un notevole errore. Il valore che allo stato attuale delle ricerche si può considerare come più probabile si aggira comunque sui 28.000 anni, in accordo con le età stabilite per un livello cineritico affiorante nelle isole Eolie e reperito nei sedimenti di diverse località dello Jonio e del Mediterraneo orientale, la cui origine è attribuita da diversi Autori allo stesso evento responsabile della messa in posto della formazione dei tufi ischitani di Cetara-Serrara Fontana.

ABSTRACT. — Preliminary data are reported, related to the ^{230}Th dating of the « Cetara-Serrara Fontana » tuffs formation (Ischia Island, Italy).

On the basis of elemental and isotopic analyses there is good evidence that sphene and glass from these tuffs are coeval and that they have the same age of the formation, whereas augite and magnetite are likely to be at least partially inherited.

Although, owing some analytical difficulties the ^{230}Th age from sphene and glass is affected by a large error, at the present researches status the most probable age can be evaluated to be 28,000 years about.

(*) Istituto di Geochimica, Università di Roma.

(**) Lavoro eseguito nel quadro dei programmi del Centro di Studio per la Geochimica Applicata alla Stratigrafia Recente del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

This age is in agreement with the chronologic results for an ash-layer in the Eolian islands, and for a similar tephra-layer in the Ionium and East-Mediterranean deep-sea sediments, whose origin has been assigned, by previous Authors, to the same volcanic event responsible for the Cetara-Serrara Fontana tuffs.

Introduzione.

In questo lavoro vengono esposti i dati preliminari, relativi alla datazione con il metodo del ^{230}Th , della formazione del « Tufo di Cetara-Serrara Fontana », nell'isola d'Ischia.

Questi tufi, il cui notevole affioramento interessa tutta la zona sud-occidentale dell'isola d'Ischia, rappresentano i prodotti della più potente eruzione esplosiva dell'isola, dopo quella, assai più antica, che originò i Tufi Verdi dell'Epomeo (Keller, 1971). Il loro chimismo è di tipo alcalitrachitico (Rittmann, 1930) ed i costituenti mineralogici sono, accanto al vetro, al sanidino ed a raro plagioclasio, l'eriginaugite, l'augite, la biotite, l'apatite, l'orneblenda e la *titanite*. Questo ultimo minerale, abbondantemente presente qui sotto forma di gialli cristalli idiomorfi di dimensioni notevoli (fino a un millimetro circa), caratterizza l'associazione mineralogica e rende possibile la identificazione della formazione, come si vedrà in seguito, anche in affioramenti poco potenti ed assai distanti dal centro di eruzione.

Sotto questo aspetto, risulta evidente l'importanza di una datazione dei tufi di Cetara-Serrara Fontana, qualora si consideri la possibilità proposta dal Keller (1969) (1971), di utilizzare questi materiali come orizzonte cronostratigrafico.

Questo Autore (Keller, 1969) ha infatti dimostrato come un livello di cineriti pumicee bianche, dallo spessore di circa 50 cm, presente nelle isole Eolie (Lipari, Salina, Filicudi e Panarea) che distano 250 Km da Ischia, possa venire riferito alla formazione dei tufi di Cetara-Serrara Fontana, in base a considerazioni di carattere chimico e mineralogico. La presenza di abbondante titanite è da lui considerata come prova inequivocabile.

Materiali analoghi, sempre contenenti titanite, sono poi stati reperiti nei sedimenti marini prelevati nel mare Jonio dalla Meteor (carota 17-17) e dalla Vema (carota 10-69), nel mare Egeo dalla Vema (carota 10-58) (Ninkovich e Heezen, 1965, 1967), rispettivamente ad

una distanza di 700 Km e 1.200 Km dall'isola d'Ischia, nonché nel Tirreno Centrale, dalla Albatross (carota 205) (Norin, 1958).

Alcune notizie riguardanti l'età di tale livello cineritico sono già state raccolte: nell'isola di Salina (Keller, 1969), le età ^{14}C dei materiali al letto ed al tetto del livello in questione, risultano di 33.000 anni e di 13.000 anni rispettivamente, mentre un frammento di legno carbonizzato, al tetto, ha fornito una età ^{14}C pari a 24.000 ± 2.700 anni. L'analogo livello cineritico riscontrato nei sedimenti marini è stato datato da Ninkovich e Heezen (1965), che hanno ottenuto un risultato di 25.000 anni; Vergnaud - Grazzini e Herrmann - Rosenberg (1969) hanno anche applicato il metodo del ^{14}C ad un fango a foraminiferi prelevato al tetto dello stesso livello, ottenendo una età di circa 24.000 anni.

Una ulteriore, e forse conclusiva conferma che detto livello cineritico sia da ricollegare alla eruzione che ha messo in posto il tufo di Cetara-Serrara Fontana potrebbe quindi discendere, a nostro parere, dalla datazione diretta di quest'ultimo materiale.

Metodo di studio.

La possibilità di datare materiali vulcanici recenti con il metodo del ^{230}Th , è già stata dimostrata (Cerrai et Al. 1965) (Taddeucci et Al., 1967). La difficoltà maggiore nel caso di prodotti piroclastici, risiede nella necessità di reperire, tra i vari costituenti, almeno due fasi minerali che siano coeve fra loro, e con la messa in posto della formazione. Allo scopo di accertare la presenza nel nostro materiale di una siffatta coppia di minerali, i costituenti più abbondanti sono stati separati, a partire da parecchi chili di tufo raccolti nelle località mostrate in Fig. 1.

Dopo aver macinato e setacciato il materiale, si è operata la separazione sulla frazione compresa tra 0,125 e 0,25 mm, mediante l'impiego di un « Frantz Isodynamic Separator » e di liquidi pesanti; una definitiva accurata purificazione dei minerali separati è stata effettuata al microscopio binoculare. Si sono ottenute le seguenti frazioni:

1) Campione n. 1 (sopra la spiaggia di Cetara): titanite, augite, magnetite, vetro.

2) Campione n. 5 (Terme di Poseidon, verso P.ta Imperatore): titanite.

3) Campione n. 10 (Strada da Ciglio a Serrara Fontana): titanite, augite, magnetite, vetro.

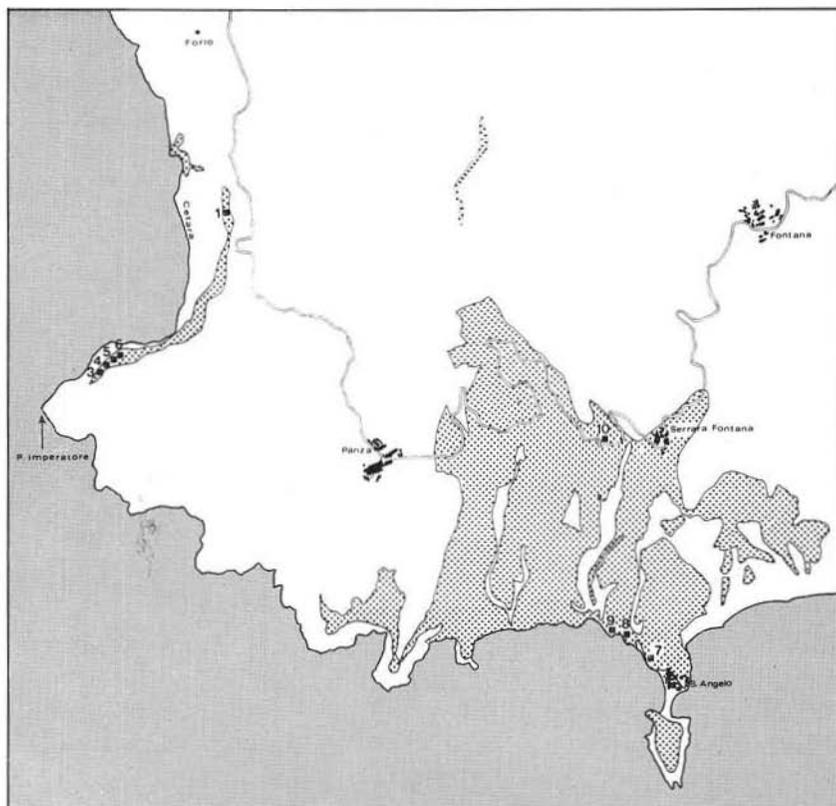


Fig. 1. — L'affioramento dei tufi di Cetara-Serrara Fontana nella parte sud-occidentale dell'isola d'Ischia (zone punteggiate). I numeri si riferiscono ai campioni prelevati.

Sulle diverse frazioni è stata condotta l'analisi elementare ed isotopica dell'uranio e del torio mediante diluizione isotopica e spettrometria alfa, secondo le tecniche descritte altrove (Taddeucci, 1969).

Per quanto riguarda la titanite, possiamo segnalare che mentre un attacco a caldo (600°C) con KHF_2 si è rivelato assai efficace ai fini della dissoluzione del minerale, la separazione del complesso isotopico del torio e di quello dell'uranio è risultata piuttosto difficoltosa, a causa dei sensibili e difficilmente evitabili effetti di idrolisi presentati dal titanio in soluzione. E' per questo motivo che la resa della separazione è stata a volte assai bassa (30-50%), con conseguente deterioramento della statistica di conteggio, e notevole incremento dell'errore analitico.

Risultati sperimentali.

Le abbondanze elementari di uranio e torio nei diversi materiali analizzati sono riportate in Tab. 1. Si osserva immediatamente che per la titanite e per il vetro dette abbondanze (e quindi i relativi rapporti) non variano sensibilmente, qualora si considerino minerali separati da campioni prelevati in località diverse della formazione (il n. 1 rappresenta i materiali stratigraficamente più bassi, mentre il n. 10 quelli più alti).

Per la magnetite e per l'augite, invece, i materiali dei livelli superiori (n. 10) risultano notevolmente più ricchi sia in uranio che in torio, ed anche i rapporti tra le abbondanze di questi due elementi oscillano entro limiti assai vasti.

Per questo motivo magnetite ed augite non sono stati presi in considerazione ai fini della datazione, non potendosi escludere, e risultando anzi assai probabile, che in quest'ultimo caso le frazioni da noi separate potessero in parte contenere minerali non coevi alla formazione in studio, ma rappresentanti materiale preesistente, trascinato e rimaneggiato dalla manifestazione esplosiva che causò la messa in posto dei tufi di Cetara-Serrara Fontana.

Considerazioni diametralmente opposte, si possono fare a proposito della titanite e del vetro:

1) L'abbondanza pressochè identica di uranio e di torio per fasi separate da tufi prelevati in posizioni stratigraficamente e topograficamente distanti è infatti in accordo con l'ipotesi che la titanite rappresenti un materiale effettivamente e sicuramente appartenente solo alla formazione in esame.

2) Ciò è in accordo con l'osservazione che la titanite è il minerale che caratterizza i tufi di Cetara-Serrara Fontana, risultando assente negli altri prodotti del vulcanismo ischitano. L'età di questo minerale non dovrebbe quindi essere diversa da quella dell'evento vulcanico che dette origine alla formazione che lo contiene.

3) E' logico infine supporre che anche la fase vetrosa sia coeva alla formazione stessa, e quindi alla titanite.

TABELLA 1. — *Abbondanze elementari di uranio e torio nelle diverse fasi separate dai tufi.*

Fase	Tufo	Th _{ppm}	U _{ppm}	Th/U
Titanite	1	160	24	6.7
	5	151	25	6.0
	10	170	26	6.5
Vetro	1	30	7.5	4.0
	10	30	8.0	3.8
Magnetite	1	2.1	1.1	1.9
	10	7.6	11	0.7
Augite	1	2.0	0.4	5.0
	10	21	7.0	3.0

Questa serie di osservazioni permette di considerare soddisfatte le necessarie assunzioni precedentemente esposte, relative alla validità del metodo. La datazione dei tufi di Cetara-Serrara Fontana è stata quindi effettuata prendendo in esame la situazione di disequilibrio radioattivo fra ^{230}Th e ^{238}U presente nella titanite e nel vetro.

I dati analitici relativi alla composizione isotopica dell'uranio e del torio in questi materiali, sono riportati in Tab. 2. Le differenze riscontrabili nell'ambito di una stessa fase (titanite e vetro), rientrano senz'altro nell'errore associato alle singole misure, che è piuttosto notevole, potendosi stimare al livello del 5%.

Una valutazione più precisa di questo errore è difficoltosa, poiché varie sono le cause ad esso concorrenti; citiamo, ad esempio, la scarsità di titanite pura ottenibile dal tufo (100-200 mg di titanite, a partire da 3-5 Kg di tufo!) e le difficoltà analitiche cui già si è accennato. Si rendono così necessari elevati tempi di conteggio con conseguente

TABELLA 2. — *Composizione isotopica, espressa in rapporti di attività, dell'uranio e del torio nella titanite e nel vetro.*

Fase	Tufo	Rapporti di attività			
		$^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$	$^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$	$^{230}\text{Th}/^{238}\text{U}$	$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$
Titanite	1	0.77	0.46	1.68	2.18
	5	0.80	0.52	1.55	1.92
	10	0.77	0.48	1.61	2.08
Vetro	1	0.84	0.77	1.09	1.30
	10	0.87	0.84	1.03	1.19

aumento dei fondi e delle interferenze degli isotopi figli alfa-emettitori. Citiamo ancora, per il vetro, la difficoltà di ottenere la notevole quantità di materiale necessaria per l'analisi (due o tre grammi, stante l'esiguo contenuto in uranio), per quanto possibile esente da impurezze costituite da altri minerali.

Nonostante queste considerazioni, da una semplice ispezione della Tab. 2 appare evidente che nella titanite l'attività del ^{230}Th rispetto a quella del ^{238}U si presenta in notevole eccesso rispetto alla situazione di equilibrio, che invece è sostanzialmente raggiunta nel caso del vetro.

Detta situazione è riportata graficamente nel diagramma di Fig. 2, secondo la rappresentazione proposta da Allegre (1968).

Sulla base delle considerazioni precedentemente esposte, riguardanti l'errore analitico associato alle misure, si può ritenere come la più probabile l'età di 28.400 anni, relativa alla isocrona passante per i punti che rappresentano i valori mediati dei rapporti $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ e $^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$ per la titanite e per il vetro rispettivamente. L'errore da cui tale misura è affetta, è grande. Una sua stima, forse per eccesso, si può avere osservando le età minima (16.800 anni) e massima (34.300 anni) corrispondenti alle isocrone estreme, sempre in Fig. 2.

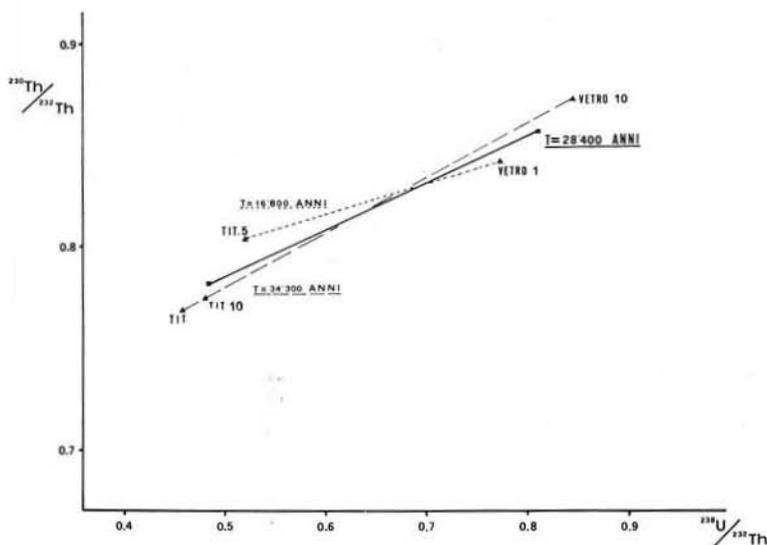


Fig. 2. — La linea a tratto continuo rappresenta l'isocrona ottenuta mediando i valori dei rapporti $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ e $^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$ per la titanite e per il vetro; le linee tratteggiate si riferiscono alle isocrone estreme.

Conclusioni.

La datazione con il metodo del ^{230}Th della formazione dei tufi di Cetara-Serrara Fontana ha presentato notevoli difficoltà a causa della necessità di rispettare le assunzioni che sono alla base del metodo stesso. Ciò è ancora più arduo nel caso dei prodotti piroclastici, formati da materiali di natura e origine diversa, e quindi anche non necessaria-

mente coevi fra loro, nonchè alla messa in posto della formazione cui appartengono. Sempre a causa della necessità cui si è accennato, la isocrona attraverso cui si è calcolata l'età passa attraverso due soli punti (titanite e vetro), e risulta quindi priva del controllo che potrebbero offrire altri punti giacenti su di essa. Inoltre, la differenza della situazione di disequilibrio riscontrata fra titanite e vetro non è grande, sebbene sia certamente significativa.

In queste condizioni, al fine di poter contenere l'errore entro limiti più ristretti, sarà certamente necessario estendere l'analisi ad un numero maggiore di fasi, separate da un maggior numero di campioni di tufo.

Sembra però possibile trarre fin d'ora una conclusione: sulla base delle datazioni già effettuate, relative al livello cineritico affiorante sulle isole Eolie e poi riscontrato nei sedimenti marini del Mediterraneo centrale ed orientale, si può stabilire l'identità cronologica di questo con la formazione dei tufi di Cetara-Serrara Fontana. Questo risultato, considerato assieme alle analogie chimiche e petrografiche già descritte, sembra una valida conferma dell'ipotesi che fa risalire l'origine del livello cineritico allo stesso evento vulcanico responsabile della messa in posto della formazione dei tufi ischitani di Cetara-Serrara Fontana. Stabilito questo, non resta che definire con maggior accuratezza l'età di questa formazione, per poter veramente attribuire al livello cineritico una notevole importanza cronostratigrafica.

* * *

Gli Autori ringraziano vivamente il Prof. MARIO FORNASERI, Direttore dell'Istituto di Geochimica dell'Università di Roma, che ha suggerito il tema della ricerca e ne ha costantemente seguito gli sviluppi.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEGRE C. L. (1968) - ^{230}Th dating of volcanic rocks: a comment. Earth Pl. Sci. Lett., 5, 209-219.
- CERRAI E., DUGNANI LONATI R., GAZZARRINI F. e TONGIORGI E. (1965) - Il metodo ionio/uranio per la determinazione dell'età di minerali vulcanici recenti. Rend. Soc. Min. It., 21, 47-62.
- KELLER J. (1969) - Ritrovamenti di tufi alcali-trachitici della Campania nelle isole Eolie. Atti Acc. Gioenia Sci. Nat. in Catania, serie VII, Vol. 1.

- KELLER J. (1971) - *The major volcanic events in recent eastern mediterranean volcanism and their bearing on the problem of Santorini ash layers*. Acta 1st Int. Sci. Congr. on the Volcano of Thera (Grecia, 15-23 sett. 1969), 152-169.
- NINKOVICH D. e HEEZEN B. C. (1965) - *Submarine Geology and Geophysics*. Colston Papers, 17 (Butterworths, Londra), 413-452.
- NINKOVICH D. e HEEZEN B. C. (1967) - *Physical and chemical properties of volcanic glass shards from Pozzuolana Ash, Thera Island, and from Upper and Lower Ash Layers in Eastern Mediterranean deep-sea sediments*. Nature, 213, n. 5076, 582-584.
- NORIN E. (1958) - *The sediments of the Tyrrhenian Sea*. Rep. Swedish Deep-Sea Exp., VIII, n. 1, 4136.
- RITTMANN A. (1930) - *Geologie der Insel Ischia*. Z. Vulk. Erg., 6 (Dietrich Reiner, Berlino).
- TADDEUCCI A., BROECKER W. S. e THURBER D. L. (1967) - *²³⁰Th dating of volcanic rocks*. Earth Pl. Sci. Lett., 3, 338-342.
- TADDEUCCI A. (1969) - *Uranio e torio nei minerali di alcune piroclastiti dei Colli Albani. Disequilibri isotopici e possibilità di datazioni*. Period. Mineral., Roma, 38, 463-476.
- VERGNAUD-GRAZZINI C. e HERRMANN-ROSEMBERG Y. (1969) - *Etude paléoclimatique d'une carotte de Méditerranée orientale*. Rev. Géogr. Phys. Géol. Dyn. (2), 11, 279-292.