

## Dry fog, clima ed eruzioni vulcaniche, un'analisi dalle fonti storiche

### *Dry fog, climate and volcanic eruptions, an analysis from historical documents*

DE RITA Donatella(\*) e SCARANI Alex(\*\*)

**RIASSUNTO** - Molti documenti storici testimoniano la coincidenza tra eruzioni vulcaniche e la comparsa di dry fog anche a chilometri di distanza. L'analisi dei documenti storici che citano la comparsa di dry fog può quindi risultare un'importante fonte di informazione per stabilire relazioni tra eventi vulcanici e fatti storici di rilevante impatto sulla storia dell'uomo; come esempio significativo basti citare l'eruzione del Laki del 1793 che è ormai universalmente considerata responsabile delle condizioni di degrado che interessarono l'Europa e che condussero alla Rivoluzione Francese. In questo lavoro è stato analizzato il catalogo Global Volcanism Program dello Smithsonian Institution relativo al 18° secolo per estrarre il numero, la durata ed il VEI delle eruzioni accadute nel secolo con particolare attenzione a quelle accadute in Italia. Sono stati individuati tre importanti periodi di parossismo eruttivo che in effetti coincidono con la comparsa di dry fog documentate in Italia.

**PAROLE CHIAVE:** dry fog, eruzioni vulcaniche, eruzioni del 18° secolo, cambiamenti climatici, deterioramento ambientale, documenti storici

**ABSTRACT** - Many historical documents testify the coincidence between volcanic eruptions and the appearance of dry fog even from kilometers away. The analysis of historical sources that cite the appearance of dry fog can therefore be an important source of information to relate volcanic events and historical facts of significant impact on human history. As a significant example, we can mention the 1793 Laki eruption now universally considered responsible for the conditions of degradation that affected Europe and that led to the French revolution. In this work, we have analyzed the catalog Global Volcanism Program of the Smithsonian Institution relative to the 18th cen-

tury to extract the number, duration and VEI of the eruptions occurred in the century with particular attention to those that occurred in Italy. Three important periods of eruptive paroxysm have been identified which in fact coincide with the appearance of dry fog.

**KEY WORDS:** dry fog, volcanic eruptions, eruptions of the 18° century, climate change, environmental degradation, historical documents

#### 1. - VULCANI E CAMBIAMENTI CLIMATICI

L'impatto a breve termine che i vulcani possono avere sui cambiamenti climatici e sul deterioramento delle condizioni ambientali è ormai noto e documentato. Il diossido di carbonio e zolfo e altri gas che solitamente accompagnano la nuvola eruttiva reagendo con l'atmosfera possono provocare piogge acide, acidificazione degli oceani, eventi atmosferici anomali, distruzione dell'ozono e cambiamenti climatici. Condizioni di effetto serra (MCKENZIE *et alii*, 2016), ad esempio, si sono verificate negli ultimi 720 milioni di anni in coincidenza di periodi di maggiore attività dei vulcani lungo gli archi continentali. Importanti relazioni tra momenti significativi di variazione di temperatura e intense fasi di attività eruttiva a partire dal 2500 BC. sono documentate nella "Global temperatures chart" (HARRIS, 2018). Secondo KELLER (2005) negli ultimi 500 milioni di anni di storia della Terra si

(\*) Università Roma Tre (già);

(\*\*) Università Roma Tre

sono verificati almeno cinque episodi di estinzione della maggior parte del biota terrestre in coincidenza dell'espansione delle grandi province magmatiche.

In genere gli effetti eruttivi hanno breve durata e sono prodotti da eruzioni di alto VEI (Volcanic Explosivity Index); però, molti studi indicano che periodi di significativo deterioramento climatico e ambientale possono anche essere provocati dal degassamento passivo dei vulcani, o da tante piccole eruzioni ravvicinate nel tempo e con durata significativa.

Molte eruzioni vulcaniche hanno avuto importanti ripercussioni sulla storia dell'uomo e sull'evoluzione della nostra società. Ad esempio, nel 1600 a.C. nell'isola greca di Thera (Santorini) nel mar Egeo, un'eruzione catastrofica con VEI fra 6 e 7 provocò il collasso di più di metà dell'isola e un devastante tsunami le cui tracce sono presenti in tutti i sedimenti del Mediterraneo orientale (SIGURDSSON *et alii*, 2006; MCCOY & DUNN, 2002). L'eruzione ebbe effetti devastanti sul deterioramento ambientale, tali da portare alla distruzione della civiltà minoica e allo stravolgimento della cultura occidentale (PYLE 1997). Probabilmente la distruzione di Thera ispirò il mito di Atlantide. Anche l'eruzione del Vesuvio nel 79 d.C. con la distruzione di Pompei ed Ercolano, ebbe ripercussioni sulla civiltà Romana in Campania. L'eruzione nei Campi Flegrei del 1538 modificò sostanzialmente il paesaggio cancellando il villaggio di Tripergole e edificando una nuova collina, il Monte Nuovo. Sicuramente l'eruzione più descritta per l'elevato impatto ambientale e climatico è quella del Laki in Islanda degli anni 1783-84. L'eruzione durò circa otto mesi emettendo circa 14 km<sup>3</sup> di lava. Morirono oltre 9.000 esseri umani a causa dell'eruzione e oltre 20.000 per la carestia che seguì. La nube tossica arrivò in Giappone dove provocò la carestia dell'epoca Tenmei. Tra gli effetti più significativi si annoverano i moti popolari che sfociarono nella Rivoluzione Francese (1789). Pochi anni dopo, un altro evento eruttivo catastrofico sommò i suoi effetti, l'eruzione dell'aprile 1812 del vulcano Le Soufriere che emise 550.000 Km<sup>3</sup> tra gas, ceneri e polveri a cui si sommarono gli oltre 550.000 Km<sup>3</sup> emessi pochi mesi dopo dal vulcano Awu in Indonesia. Molti storici concordano nel ritenere che le pessime condizioni climatiche che si svilupparono determinarono

la sconfitta di Napoleone in Russia dello stesso anno. Ancora più significativa è la sconfitta, sempre di Napoleone, a Waterloo posta in relazione alle pessime condizioni climatiche dovute all'eruzione del vulcano Tambora in Indonesia avvenuta nell'aprile del 1815. Quest'eruzione provocò l'abbassamento globale della temperatura causando gravi carestie. Nell'anno successivo il freddo fu così intenso che il 1816 è noto come l'anno senza estate. Allo scopo di questa breve rassegna è anche bene ricordare l'eruzione del 1831 che portò alla nascita e poi alla scomparsa di una piccola isola a largo di Pantelleria, l'isola Ferdinanda. L'eruzione non fu catastrofica né determinò importanti cambiamenti climatici ma ebbe ripercussione sugli equilibri internazionali rischiando di divenire la causa di un conflitto bellico. Per la sua posizione strategica, infatti, la proprietà fu contesa tra il Regno delle Due Sicilie, la Gran Bretagna e la Francia e la contesa finì solo con la scomparsa dell'isola. Nel 1883 il vulcano Krakatoa (Indonesia) fu teatro di una esplosione percepita fino a 5000 km di distanza che determinò l'espulsione di oltre 20 Km<sup>3</sup> di materiale e la distruzione dell'isola. Gli effetti sul clima furono sensibili e si ipotizza che il pittore Munch per il suo quadro "Urlo" si sia ispirato ai colori degli spettacolari tramonti rosso sangue dovuti agli effetti delle ceneri nell'atmosfera. Ricordiamo, infine, due eruzioni recenti che hanno avuto un'influenza sulla storia dell'uomo in termini economici. La prima è del vulcano Pinatubo nelle Filippine del 1991. In conseguenza si registrò un abbassamento della temperatura quasi globale anche se non uniforme di 0,5 °C e l'allargamento del buco dell'ozono. Il secondo evento è quello del vulcano islandese Eyjafjöllin in Islanda del 2010. L'eruzione non fu catastrofica ma ebbe ripercussioni sull'economia creando enormi problemi al traffico aereo europeo con una ingente perdita economica.

## 2. - ANALISI DELLE FONTI STORICHE

Questa breve descrizione suggerisce che molti eventi storici del passato possono essere stati determinati dagli effetti di eruzioni vulcaniche note o del tutto sconosciute. L'analisi delle fonti storiche può

aiutare a stabilire connessioni tra eventi climatici, storici ed attività vulcanica. A questo proposito un'importante fonte d'informazione deriva dalla citazione nei documenti di dry fog. Questo termine nasce dalla descrizione di nuvole secche e maleodoranti osservate anche a distanza di chilometri dal vulcano in occasione della grande eruzione del Laki in Islanda (1783). Sono composte da gas quali biossido e monossido di carbonio ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ), acido solforico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), anidride solforosa ( $\text{SO}_2$ ), vapore acqueo e dal particolato con diametro inferiore ai  $5 \mu\text{m}$ . Sono spesso caratterizzate da un colore rossastro e con particolari condizioni meteorologiche possono per-

sistere sul territorio anche per discreti lassi di tempo (CAMUFFO & ENZI, 1994). La descrizione di dry fog nei documenti storici ha permesso di correlare la comparsa di queste nubi a numerosi eventi naturali catastrofici per l'uomo. Ad esempio la comparsa, descritta da Plutarco, di uno strano fenomeno nel 44 a.C.: "durante tutto quell'anno il sole apparve di un colore rosa pallido senza splendore mentre il calore emesso era leggero e inefficace, così che l'aria risultava pesante e scura e i frutti...appassiti e avvizziti a causa della bassa temperatura atmosferica" (in STOTHERS,1984) messa in relazione dallo stesso ad un'eruzione dell'Etna, poi confermata dagli studi di

Tab. 1 - *Elenco dei vulcani attivi nel VIII secolo con il relativo VEI.*  
- List of active volcanoes in the 18th century with relative VEI.

Anno	n° vulcani attivi	VEI 0	VEI 1	VEI 2	VEI 3	VEI 4	VEI 5	NC
1700	15	2	1	3	4			5
1701	5		1	3				1
1702	9		2	2	3			2
1703	7	1	1	1	3			1
1704	8	1	1	2	3			1
1705	8	1	1	2	3			1
1706	12		1	7	3			1
1707	10		1	3	4		1	1
1708	9	1	1	1	4		1	1
1709	11		1	4	4			2
1710	12		1	3	4			3
1711	9		1	1	6			1
1712	10		1	4	4	1		1
1713	8		1	2	5			
1714	5		1		4			
1715	6		1	2	3			
1716	10		1	3	5	1		
1717	9		1	1	5	1		1
1718	8		1	2	4			1
1719	9		1	2	3			3
1720	15		1	4	5	2		
1721	10		1	2	4		1	2
1722	7		1	3	3			
1723	7		1	2	4			
1724	6		1	1	4			
1725	7		2	2	3			
1726	7		3	1	3			
1727	9		1	3	4	1		
1728	10		1	4	4	1		
1729	11		3	4	4			
1730	15	1	2	3	6			3
1731	9		1	3	5			
1732	12		1	4	7			
1733	10	1	1	2	6			
1734	10		1	3	6			
1735	8		1	1	6			
1736	9		1	2	6			
1737	11		1	4	5	1		
1738	6		1	2	3			
1739	11		1	4	4		1	1
1740	10	1	1	4	2			2
1741	7		1	3	2	1		
1742	0							
1743	8		2	3	3			
1744	9		1	4	3	1		
1745	8		2	3	3			
1746	9		2	4	3			
1747	9		1	4	4			
1748	8		1	3	4			
1749	10		1	4	4	1		
1750	21	3	1	7	4	1		5

Anno	n° vulcani attivi	VEI 0	VEI 1	VEI 2	VEI 3	VEI 4	VEI 5	NC
1751	12		2	5	5			
1752	11		1	6	4			
1753	7		1	3	3			
1754	8		1	3	3	1		
1755	12		1	4	4		1	2
1756	8		1	3	3		1	
1757	6	1	1	1	3			
1758	5		1	1	3			
1759	12		2	4	3	1		2
1760	11	2	1	3	3	2		
1761	9		1	3	3	2		
1762	10			5	2	3		
1763	7			1	3	3		
1764	9		1	2	3	3		
1765	19		2	8	5	3		1
1766	14		1	4	5	4		
1767	11			3	3	4		1
1768	14	1		5	3	5		
1769	16			6	3	4		3
1770	11			3	5	2		1
1771	12			3	6	2		1
1772	16			9	5	2		
1773	13	2	1	3	5	2		
1774	13	1		5	4	2		1
1775	14			5	7	1		1
1776	15	1	1	7	4	1		1
1777	10		1	3	5	1		
1778	12		1	3	5	2		1
1779	11		1	1	6	2		1
1780	17	1	2	8	4	2		
1781	9		1	2	4	2		
1782	8		1	2	4	1		
1783	15	1	1	2	7	3		1
1784	16	2	1	4	5	2		2
1785	18	1	1	8	5	2		1
1786	15		2	4	6	1		2
1787	18		2	6	5	1		4
1788	10		1	2	5	2		2
1789	12			6	5			1
1790	21	1		10	5	2		3
1791	17	1		9	5	1		1
1792	15	1	2	4	5	1		2
1793	14		1	6	5	2		
1794	12	1	1	4	5			1
1795	12		1	3	4	1		3
1796	15	1	1	5	6			2
1797	0							
1798	12		1	3	7			1
1799	13		1	4	7			1
1800	25	2		6	7		1	9

HAMMER (1980). Secondo ROBOCK(2000) quest'eruzione fu probabilmente anche la causa delle carestie in Egitto e Roma. STOTHERS & RAMPINO (1983) riportano che negli scritti di John Lydus (490-557 circa) si trova una descrizione che potrebbe essere riferita ad una dry fog dell'anno 537: "Il sole si affievolì. . . per quasi tutto anno . . . così che i frutti non riuscirono a maturare in tempo per la loro stagione". Descrizioni analoghe si trovano in Procopio e in Giovanni d'Efeso e oggi vengono poste in relazione all'eruzione vulcanica dell'Iiopango (nell'odierno El Salvador) avvenuta nel 539 o nel 540 dopo Cristo. Secondo gli storici gli effetti dell'eruzione influirono sullo sviluppo della civiltà dei Maya. Anche l'eruzione del vulcano Katla nel 1721 provocò la comparsa nell'Europa occidentale di dry fog.

In Italia la documentazione storica ha permesso di stabilire una possibile correlazione tra attività vulcanica e comparsa di dry fog (GRATTAN & PYATT,

1999) la cui frequenza di avvistamento ha un massimo nel periodo compreso tra il XVIII e il XIX secolo. CAMUFFO & ENZI (1994) riportano segnalazioni di dry fog nel 1710, 1734, 1735, 1740, 1748, 1763, 1765, 1767, 1768, 1774, 1775, 1780, 1783, 1785, 1786, 1791, 1794, 1802, 1803 e 1805.

Abbiamo analizzato in dettaglio l'attività vulcanica mondiale del secolo XVIII. Dal sito on line del Global Volcanism Program (accesso maggio 2013) abbiamo estratto tutte le eruzioni con il relativo VEI. Nel secolo sono documentate 1106 eruzioni, 7 con VEI 5, 85 con VEI 4, 218 con VEI 3 (Tab. 1). I dati estratti sono stati elaborati in un diagramma cumulativo (Fig. 1) assegnando ad ogni VEI un diverso colore. Il diagramma permette di riconoscere un costante contributo dell'attività vulcanica per tutto il secolo con picchi in tre periodi distinti: 1720-1735, un altro più significativo tra il 1750 e il 1770 ed infine uno più evidente verso la fine del secolo. Il database

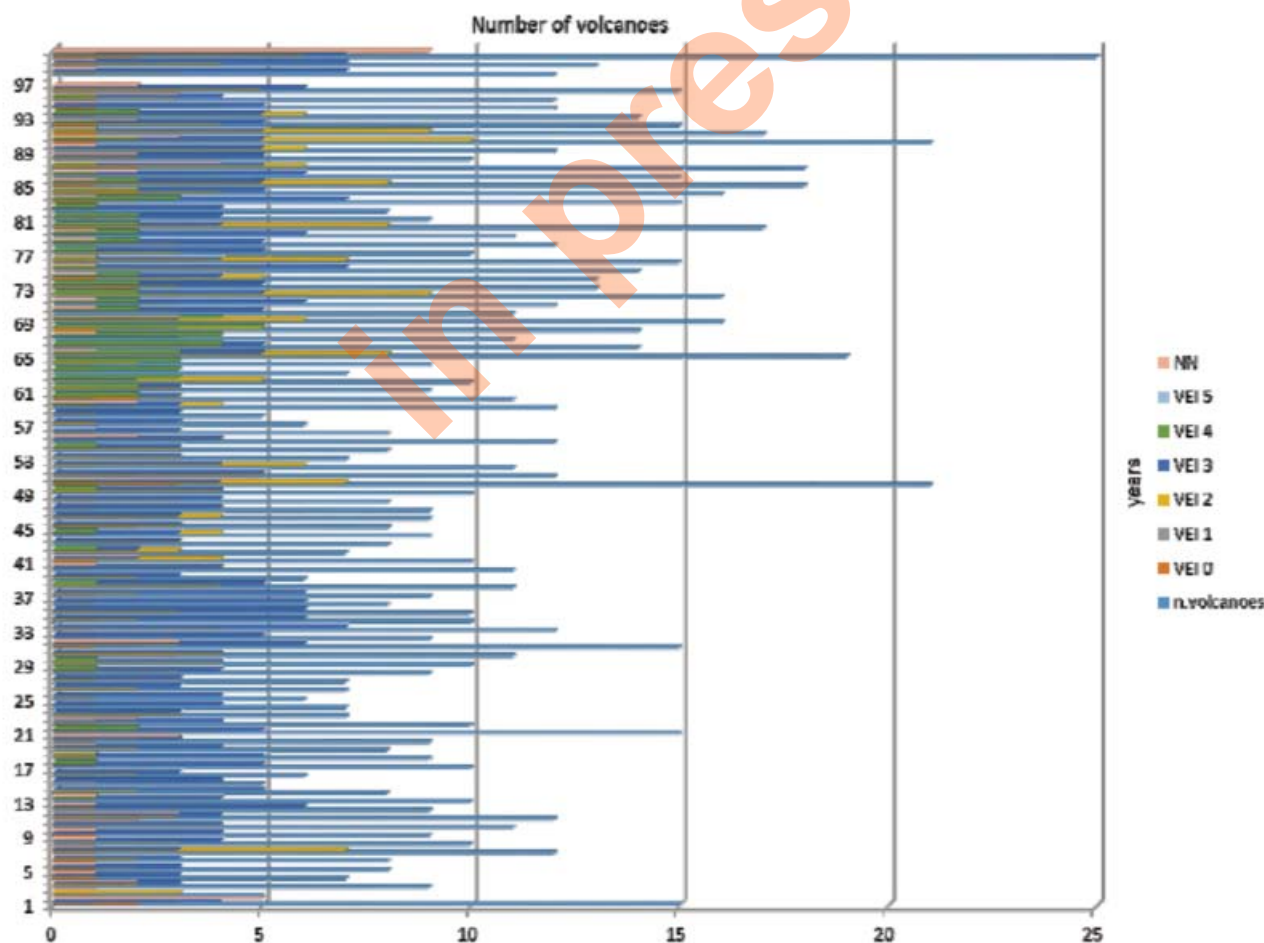


Fig.1 - Diagramma cumulativo dell'attività vulcanica nel 18° secolo.  
- Cumulative diagram of volcanic activity in the 18th century.

evidenza anche che in Italia furono contemporaneamente attivi a più riprese il Vesuvio, l'Etna, Stromboli e Vulcano. La figura 2 mostra in sintesi le caratteristiche delle eruzioni di questi vulcani nel secolo con attenzione alla durata di ogni evento eruttivo, dato importante per il calcolo del VSI (Volcanic Sulfur dioxide Index; SCHNETZLER *et alii* 1997). Poiché le date delle singole eruzioni non sono sempre

ben determinate, per il calcolo della durata di ogni evento sono state introdotte delle semplificazioni: se per un evento è riportato solo l'anno di inizio o di fine, il vulcano è stato considerato attivo per l'intero anno; analogamente lo stesso principio è stato applicato qualora fosse presente solamente il mese. La maggior parte degli eventi eruttivi del Vesuvio ha VEI tra 3 e 4 (sub-pliniani). La durata delle singole

Data inizio eruzione (gg-mm-aaaa)	Data fine eruzione (gg-mm-aaaa)	Durata eruzione (gg)	VEI	Data inizio eruzione (gg-mm-aaaa)	Data fine eruzione (gg-mm-aaaa)	Durata eruzione (gg)	VEI
<b>Vesuvio</b>				<b>Etna</b>			
1-7-1701	15-7-1701	14	2	8-3-1702	8-5-1702	61	1
19-5-1704	23-5-1704	4	1	22-11-1723 (?)	Mag-1724	191	2
29-7-1707	22-8-1707	24	3	22-11-1727	10-5-1728 (?)	170	2
5-2-1712	10-6-1712	126	1	Dic-1732	Gen-1733	61	2
25-10-1712	8-11-1712	14	1	Ott-1735	Sett-1736	365	2
12-4-1713	25-5-1713	43	1_2	Lug-1744	Sett-1745	456	2
6-1-1714	20-1-1714	14	1	Sett-1747	Mar-1749	577	2
15-6-1714	30-6-1714	15	2	Dic-1752	Feb-1755	819	2
6-6-1717	18-6-1717	12	2_3	9-3-1755	15-3-1755	6	3
22-12-1717	26-12-1717	4	1	Apr-1755	Gen-1758	1036	2
3-9-1718	9-7-1719	309	2	3-11-1758 (?)	1-8-1759	271	2
7-5-1720	27-5-1720	20	1	6-2-1763	10-3-1763 (?)	32	2
1-5-1721	7-6-1721	37	(?)	18-6-1763	10-9-1763	84	3
20-4-1723	8-7-1723	79	3	1764 (?)	1765 (?)	365	1
4-9-1724	29-9-1724	25	2	27-4-1766	6-11-1766	193	2
22-4-1727	27-4-1727	5	2	2-5-1767	(?)	(?)	(?)
27-2-1730	1-4-1730	33	2_3	28-5-1770 (± 1 giorno)	(?)	(?)	(?)
25-12-1732	10-1-1734	381	2	1776	(?)	(?)	(?)
1-7-1735	30-7-1735	29	1	20-4-1780 (?)	Lug-1780 (?)	102	2
14-5-1737	4-6-1737	21	3_4	Mar-1781	10-5-1781	70	2
25-10-1751	25-2-1752	123	2	4-6-1787 (± 4 giorni)	11-8-1787	68	4
2-12-1754	15-3-1755	103	2	Feb-1791	Set-1791	241	2
29-3-1759	31-3-1759	2	(?)	Mar-1792	24-5-1792	84	2
13-5-1759	20-5-1759	7	1	25-5-1792	26-5-1793 (± 5 giorni)	366	3
6-11-1759	30-3-1760	145	1	Dic-1797 (?)	Gen-1801 (?)	1156	2_3
23-12-1760	6-1-1761	14	3	<b>Vulcano</b>			
28-3-1766	15-12-1766	262	1	1727	(?)	365	3
19-10-1767	27-10-1767	8	3	1731	1739	3286	3
15-2-1770	30-4-1770	74	2	17-2-1771	Mag-1771	103	3
1-5-1771	30-5-1771	29	2	1775	(?)	(?)	(?)
29-12-1773	1-2-1774	34	1	1780	(?)	365	2
4-8-1774	1-12-1774	119	1	1786	(?)	(?)	3
20-12-1775	3-4-1776	105	1_2	<b>Stromboli</b>			
29-7-1779	13-8-1779	15	3_4	1700	1706	2555	3
1-7-1785	30-11-1787	882	1	1707	1710	(?)	(?)
1-8-1788	15-8-1788	14	1	1711	1799	32506	3
5-9-1790	16-11-1790	72	(?)				
16-6-1794	5-7-1794	19	3_4				

Fig. 2 - Sintesi delle caratteristiche delle eruzioni di Vesuvio, Etna, Vulcano e Stromboli relative al XVIII secolo, con attenzione alla durata di ogni evento eruttivo.  
- Summary of the characteristics of the eruptions of Vesuvius, Etna, Vulcano and Stromboli relating to the XVIII century, with attention to the duration of each eruptive event.

eruzioni è, nella maggior parte dei casi, inferiore ai cento giorni: quelle che superano tale valore hanno un indice VEI relativamente basso (spesso pari ad 1), probabilmente da correlare con periodi di attività effusiva. Per l'Etna i dati raccolti sono stati ottenuti

confrontando i valori riportati dal database con quelli di TANGUY & *alii* (2007) e BILLI & FUNICELLO (2008). In media le eruzioni dell'Etna sono state classificate con un VEI pari a due. Solamente l'eruzione del 1787 ha VEI 4 (sub-pliniana). La maggior parte



Fig. 3 - Calcolo dell'indice VSI dei vulcani analizzati. I periodi di attività sono stati ricondotti ad intervalli discreti, sommando i contributi di tutte le eruzioni avvenute in quel lasso di tempo. Vengono riportati i valori massimi e minimi di VSI ottenuti per i vulcani Etna, Vesuvio e Vulcano, insieme ai dati di emissione di SO<sub>2</sub> calcolata per Stromboli utilizzando i dati di emissione giornaliera di anidride solforosa ottenuti da ANDRES & CASGNOC (1998).

- Calculation of the VSI index of the analysed volcanoes. The periods of activity have been traced to discrete intervals, adding up the contributions of all the eruptions that occurred in that period. The maximum and minimum VSI values obtained for the Etna, Vesuvius and Vulcano volcanoes are reported, together with the SO<sub>2</sub> emission data calculated for Stromboli using the daily sulphur dioxide emission data obtained by ANDRES & CASGNOC (1998).

degli eventi ha durata prossima o superiore ai 200 giorni. Però, è importante sottolineare che l'Etna è uno dei vulcani del mondo a maggiore emissione di SO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>S che emette anche durante le sue fasi di quiescenza. Per Vulcano i dati sono stati ricavati essenzialmente dal database e integrati con lo studio della stratigrafia dell'isola e dall'analisi dei depositi, da cui si sono potuti calcolare i volumi di materiale emesso e quindi il VEI. Un confronto a conferma dei dati ottenuti è stato effettuato con il lavoro di FRAZZETTA *et alii* (1984). La gran parte dell'attività del 1700 è stata classificata con VEI 3. L'evento più importante (durata stimata in 3286 giorni) è quello del 1731-1739. Stromboli risulta in attività per tutto il XVIII secolo, fatta eccezione per il periodo compreso tra il 1707 e il 1710. Questa interruzione ha permesso di considerare i periodi precedenti e seguenti come due eruzioni separate, alle quali è stato assegnato un valore del VEI pari a 3 tipico delle eruzioni vulcaniane. È possibile dedurre, quindi che, per i cento anni considerati, lo Stromboli abbia avuto un'importante attività parossistica.

Attraverso la formula proposta da SCHNETZLER *et alii* (1997) i valori del VEI sono stati convertiti in valore di VSI, ritenuto più significativo per la valu-

tazione dell'impatto ambientale delle eruzioni. Per un fattore di scala e per praticità, i periodi di attività dei vulcani sono stati ricondotti ad intervalli di cinque anni, sommando i contributi di tutte le eruzioni avvenute in quel lasso di tempo (Fig. 3). Per calcolare il valore di VSI di Stromboli si è fatto riferimento ai valori delle emissioni di SO<sub>2</sub> giornaliere riportati nel lavoro di ANDRES & CASGNOC (1998) che indicano emissioni di SO<sub>2</sub> per Etna di 4 kt/d per Vulcano di 0,044 kt/d e per Stromboli di 0,730 kt/d. Questi valori sono in accordo con i dati di emissione di SO<sub>2</sub> riportati in AIUPPA *et alii* (2004).

I dati ottenuti mettono in evidenza picchi di attività spesso in sovrapposizione (1735-39; 1775-79; 1790-94). L'attività contemporanea dei quattro vulcani è limitata però al periodo compreso tra il 1725 e il 1739. È importante notare come vi sia un trend in aumento della produzione di gas nella seconda metà del secolo.

I dati di emissione di SO<sub>2</sub> sono stati messi a confronto con le date evidenziate da CAMUFFO & ENZI (1994) per l'avvistamento in Italia di dry fog (Fig. 4). Come è possibile notare, vi è una buona corrispondenza tra picchi ottenuti nelle emissioni di SO<sub>2</sub> e le dry fog. Nella prima metà del secolo le nebbie osservate tra 1734 e il 1740 possono essere attribuite all'attività contemporanea di tutti i vulcani. Non coincidono con i valori di VSI, le dry fog del 1710, 1774 e 1775, ma occorre mettere in evidenza che queste corrispondano solamente a circa il 18% di tutte le nebbie acide del secolo, confermando che, nonostante le approssimazioni effettuate, i risultati ottenuti possono considerarsi soddisfacenti da un punto di vista qualitativo. Per quanto riguarda l'azione dei venti predominanti (DANIELE *et alii*, 2008), sulla dispersione della nuvola eruttiva il riscontro ottenuto suggerisce che, nonostante i venti predominanti ad alta quota siano prevalentemente diretti verso E-SE, le nuvole vulcaniche possono dirigersi anche nei settori settentrionali della penisola giustificando gli avvistamenti delle dry fog in regioni come Veneto e Lombardia.

Infine, considerato l'impatto climatico che l'eruzione del Laki ha avuto sul continente europeo, abbiamo valutato la percentuale di SO<sub>2</sub> emessa dall'attività contemporanea dei vulcani italiani, avve-

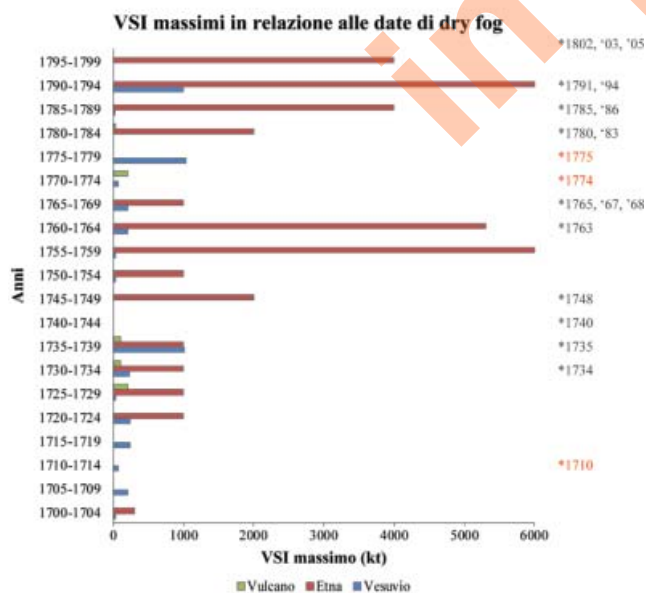


Fig. 4 - Dati di emissione di SO<sub>2</sub> a confronto con le date evidenziate da CAMUFFO & ENZI (1994) per l'avvistamento in Italia di dry fog.  
- SO<sub>2</sub> emission data in comparison with the dates highlighted by CAMUFFO & ENZI (1994) for the sighting of dry fog in Italy.

nuta tra il 1724 e il 1739, rispetto all'emissione complessiva del biossido di zolfo prodotta dal Laki. Bisogna tenere presente, però, che la scala temporale dei due eventi è diversa: mentre per l'attività italiana si prende in considerazione una durata complessiva di 14 anni, l'eruzione del Laki ha generato tonnellate di cenere in un solo anno. Tuttavia dai calcoli effettuati è emersa una produzione complessiva di 8661 kt di SO<sub>2</sub>. Tale valore corrisponde a circa il 7,1% dell'anidride solforosa emessa dal Laki e conferma come questo evento contemporaneo, abbia influito con maggior rilievo nelle variazioni "climatiche" italiane.

## BIBLIOGRAFIA

- AIUPPA A., INGUAGGIATO S., MCGONIGLE A.J.S., O'DWYER M., OPPENHEIMER C., PADGETT M.J., ROUWET D. & VALENZA M. (2004) - *H<sub>2</sub>S fluxes from Mt. Etna, Stromboli, and Vulcano (Italy) and implications for the sulfur budget at volcanoes*. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 2005, 69.7: 1861-1871.
- ANDRES R.J. & KASGNOC A.D. (1998) - *A time-averaged inventory of subaerial volcanic sulfur emissions*. *Journal of Geophysical Research* vol **103**, NO. D19. 25251-25261.
- BILLI A. & FUNICIELLO R. (2008) - *Concurrent eruptions at Etna, Stromboli, and Vulcano: casualty or causality?* *Annals of geophysics* **51**,4, 655-725.
- CAMUFFO D. & ENZI S. (1994) - *Impact of the Clouds of Volcanic Aerosols in Italy during the Last 7 Centuries*. *Nat Hazards* 11, 135-161 (1995). <https://doi.org/10.1007/BF00634530>.
- DANIELE P., LIRER L., PETROSINO P., SPINELLI N. & PETERSON R. (2008) - *Applications of the PUFF model to forecasts of volcanic clouds dispersal from Etna and Vesuvio*. *Computers & Geosciences*, **35**(5), 1035-1049.
- FRAZZETTA G., GILLOT R.Y., LA VOLPE L. & SHERIDAN M.F. (1984) - *Volcanic Hazards at Fossa of Vulcano: Data from the Last 6,000 Years*. *Bulletin volcanologique*, **47**(1), 105-124.
- GRATTAN J.P. & PYATT F.B. (1999) - *Volcanic eruptions dry fogs and the European palaeoenvironmental record: localized phenomena or hemispheric impacts?* *Global and Planetary Change*, **21**, 173-179
- MCCOY F.W. & DUNN S.E. (2002) - *Modelling the climatic effects of the LBA eruption of Thera: new calculations of Tephra volumes may suggest a significantly larger eruption than previously reported, in Chapman Conference on Volcanism and the Earth's Atmosphere, American Geographical Union, Thera, Greece, 21-22.*
- MCKENZIE R.N., HORTON B.K., LOOMIS S.E., STOCKLI D.F., PLANAVSKY N.J. & LEE C.T. (2002) - *Continental arc volcanism as the principal driver of icehouse-greenhouse variability*. *Science* (2016) - DOI: 10.1126/science.aad5787.
- PYLE D.M. (1997) - *L'impatto globale dell'eruzione minoica di Santorini, Grecia*. *Environmental Geology*, vol. **30**, 1/2, 1997, pp. 59-61, DOI:10.1007/s002540050132.
- SCHNETZLER C.C., BLUTH G.J.S., KRUEGER A.J. & WALTER L.S. (1997) - *A proposed volcanic sulfur dioxide index (VSI)*. *Journal of geophysical research*, **102**, 9, 20087-20091.
- SIGURDSON H., CASREY S., ALEXANDRI M., VOUGIOUKALAKIS G., CROFFK C., ROMAN S., SAKELARIOU D., ANAGNOSTYPOU C., ROUSAKIS G., IOAKIM C., GOGOU A., BALAS D., MISARIDIS T. & NOMIKOU P. (2006) - *Ricerche marine sul campo vulcanico della Santorini greca*, *Eos*, vol. **87**, 34<sup>a</sup> ed., 2006, pp. 337-348, DOI:10.1029/2006EO340001.
- STOTHERS R.B. (1984) - *The great Tambora eruption in 1815 and its aftermath*. *Science*, **224**, 1191-1198.
- STOTHERS R.B. (1999) - *Volcanic dry fogs, climate cooling, and plague pandemics in Europe and the middle east*. *Climatic Change*, **42**, 713-723, doi:10.1023/A:1005480105370.
- TANGUY J.C., CONDOMINES M., LE GOFF M., CHILLEMI V., LA DELEA S. & PATANÈ G. (2007) - *Mount Etna eruptions of the last 2,750 years: revised chronology and location through archeomagnetic and 226Ra-230Th dating*. *Bull Volcanol.* **70**, 55-83. DOI 10.1007/s00445-007-0121-x.

## SITOGRAFIA

- The Smithsonian Institution's Global Volcanism Program (GVP) (accesso maggio 2013). [http://www.longrangeweather.com/global\\_temperatures.htm](http://www.longrangeweather.com/global_temperatures.htm) (accesso Febbraio2020).
- <https://www.vanillamagazine.it/l-eruzione-del-vulcano-tambora-causo-la-sconfitta-di-napoleone-a-waterloo> (accesso Giugno 2013 e 14/02/2020).
- [https://it.wikipedia.org/wiki/Isola\\_Ferdinanda#Le\\_dispute\\_territoriali\\_e\\_i\\_nomi\\_dell'isola](https://it.wikipedia.org/wiki/Isola_Ferdinanda#Le_dispute_territoriali_e_i_nomi_dell'isola) (accesso Settembre 2019 e 14/02/2020).
- <http://cultstories.altervista.org/munch-urlo-del-vulcano/> (accesso Settembre 2019 e 17/02/2020).
- <http://www.blueplanetheart.it/2018/08/leruzione-del-vesuvio-del-16-dicembre-del-1631/> (accesso 18/02/2020).