

VULCANOLOGIA



UNIVERSITÀ DELLA TERZA ETÀ

"Gian Piero Profumi"

ANNO ACCADEMICO 2018-201

DEFINIZIONI

LA VULCANOLOGIA è la disciplina della geologia che studia i processi e fenomeni vulcanici, i loro prodotti (solidi e/o gassosi) le loro morfologie, gli eventi eruttivi a questi correlati, la pericolosità ed il rischio vulcanico.

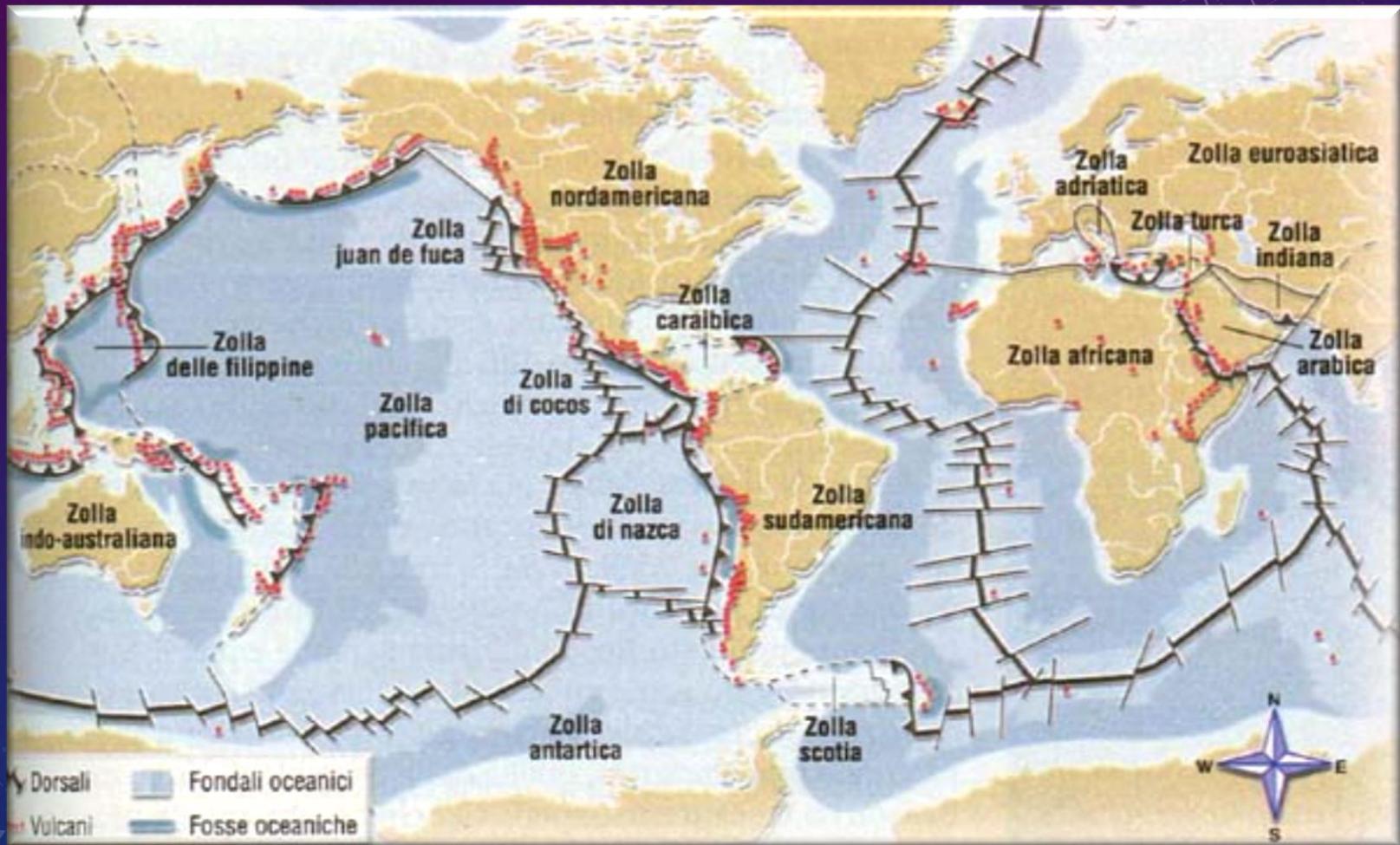
UN VULCANOLOGO è uno scienziato che si occupa di indagini sui vulcani, attivi e non, utilizzando uno o più metodi inerenti più discipline: la petrologia, la geochimica, la geofisica, la geologia.

DISPOSIZIONE DEI VULCANI

Sulla Terra esistono più di 500 vulcani per i quali l'uomo ha registrato o tramandato notizie di attività eruttiva. Altri 250 circa sono stati certamente attivi in epoche geologicamente molto recenti (entro qualche decina di migliaia di anni).

La distribuzione di questi vulcani sulla superficie terrestre non è casuale, ma mostra una **marcata correlazione con strutture geologiche e lineamenti tettonici ben definiti dalla Tettonica Delle Placche**. Infatti circa il 70% dei vulcani attivi è associato a sistemi orogenici a cordigliera di origine recente (per es. le Ande) oppure ad archi di isole (quali per es. il Giappone, l'Indonesia, le isole Egee e le Eolie).

DISPOSIZIONE DEI VULCANI



ATTIVITÀ VULCANICA

Si può distinguere un'attività **continua** detta "**permanente**", ed una attività **discontinua**.

Attività **PERMANENTE**, può essere **diffusa**, vale a dire proveniente da numerose fessure e da stretti canali sparsi in una regione vulcanica, oppure **centrale**, con emissione continua di materiale magmatico da un unico condotto vulcanico non ostruito.

L'attività permanente diffusa è suddivisa in attività termale (sorgenti termali, geyser) e attività fumarolica (mofete, sorgenti di vapore, solfatare, fumarole calde, soffioni). **L'attività permanente centrale** comprende un'attività d'esalazione di vapori, d'eiezione di scorie e di lave, e d'effusione lenta di lave fluide dalla sommità, oppure dai fianchi dell'edificio vulcanico.

L'attività **DISCONTINUA** è distinta a seconda che si realizza da un vulcano di tipo centrale o lineare. Nel primo caso sono introdotte ulteriori distinzioni tra eruzioni a condotto aperto e a condotto ostruito, ciascuna delle quali può, presentare casi differenti secondo la qualità del materiale emesso, e della posizione del centro dell'eruzione rispetto all'edificio vulcanico.

DIFFERENZA TRA MAGMA E LAVA

Il **MAGMA** è un materiale denso e viscoso, formatosi in seguito alla fusione di rocce, contenenti prevalentemente silicati, gas disciolti e vapore acqueo, che **si trova all'interno della crosta terrestre**. La sua temperatura è molto elevata, compresa tra i 600 e i 1600° C.

La **LAVA** invece è una massa magmatica più liquida ad alta temperatura e a bassa pressione, che **si espande verso l'esterno della superficie terrestre**, attraverso uno squarcio nella litosfera, quella che fuoriesce da un vulcano in seguito ad un'eruzione. Essa rispetto al magma è priva di alcune sostanze minerarie e rocciose, nonché dei gas, che evaporano verso l'esterno.

DIFFERENZA TRA MAGMA E LAVA

MAGMA

roccia fusa
ricca di gas

all'interno
del vulcano

LAVA

roccia fusa
povera di gas

all'esterno
del vulcano

COS'E' UN'ERUZIONE VULCANICA?

Un'eruzione vulcanica consiste nell'emissione di magma sulla superficie terrestre. Nel punto in cui avviene l'eruzione si forma un vulcano. In genere i vulcani hanno la forma di un rilievo , percorso nel centro da un condotto all'interno del quale risale il magma. Lo sbocco all'esterno del condotto è detto **cratere**.

Per **eruzione vulcanica** s'intende la fuoriuscita del magma sulla superficie terrestre, in maniera più o meno esplosiva (una volta eruttato il magma prende il nome di **lava**) ed altri materiali gassosi provenienti dal mantello o dalla crosta.

I MATERIALI EMESSI

I **vulcani** sono apparati che rappresentano la fuoriuscita di materiale dalle profondità della crosta terrestre o dalla parte più superficiale del mantello.

I materiali emessi sono:

- la **Lava**, rocce allo stato liquido;
- i **Piroclasti**, allo stato solido;
- i **Gas**.



MAGMI E LAVE

La composizione dei **MAGMI** e delle **LAVE** è variabile e a seconda della percentuale di silice (SiO_2) che contengono, sono classificati in:

- ❖ **ACIDI:** contengono più del 65% di SiO_2 , sono detti sialici perché ricchi di silicati di alluminio, hanno un'alta viscosità e per questo raramente riescono ad emergere all'esterno, e si solidificano nelle profondità dando origine a plutoni; quando riescono a risalire all'esterno sono responsabili di fenomeni esplosivi; la risalita lenta determina un abbassamento della temperatura, così, al momento della fuoriuscita, il suo valore si aggira fra i 700 e i 900 °C;
- ❖ **NEUTRI:** contengono fra il 52 e il 65% di SiO_2 , sono detti andesitici e hanno caratteristiche intermedie fra i magmi acidi e quelli basici.
- ❖ **BASICI:** contengono meno del 52% di SiO_2 , sono detti femici, perché ricchi di silicati di magnesio e ferro, hanno una bassa viscosità e per questo scorrono velocemente e rilasciano in modo «tranquillo» i gas disciolti; la loro temperatura iniziale si aggira intorno ai 1200 °C; la loro emissione non è accompagnata da fenomeni esplosivi.

PIROCLASTI

MATERIALI ALLO STATO SOLIDO

I materiali solidi emessi dai vulcani si chiamano piroclasti (= frammenti di fuoco), e sono classificati in base alle dimensioni dei frammenti stessi:

- **Ceneri:** Ø inferiore ai 2 mm
- **Lapilli:** Ø compreso fra 1 e 6 cm
- **Bombe:** Ø superiore ai 6 cm



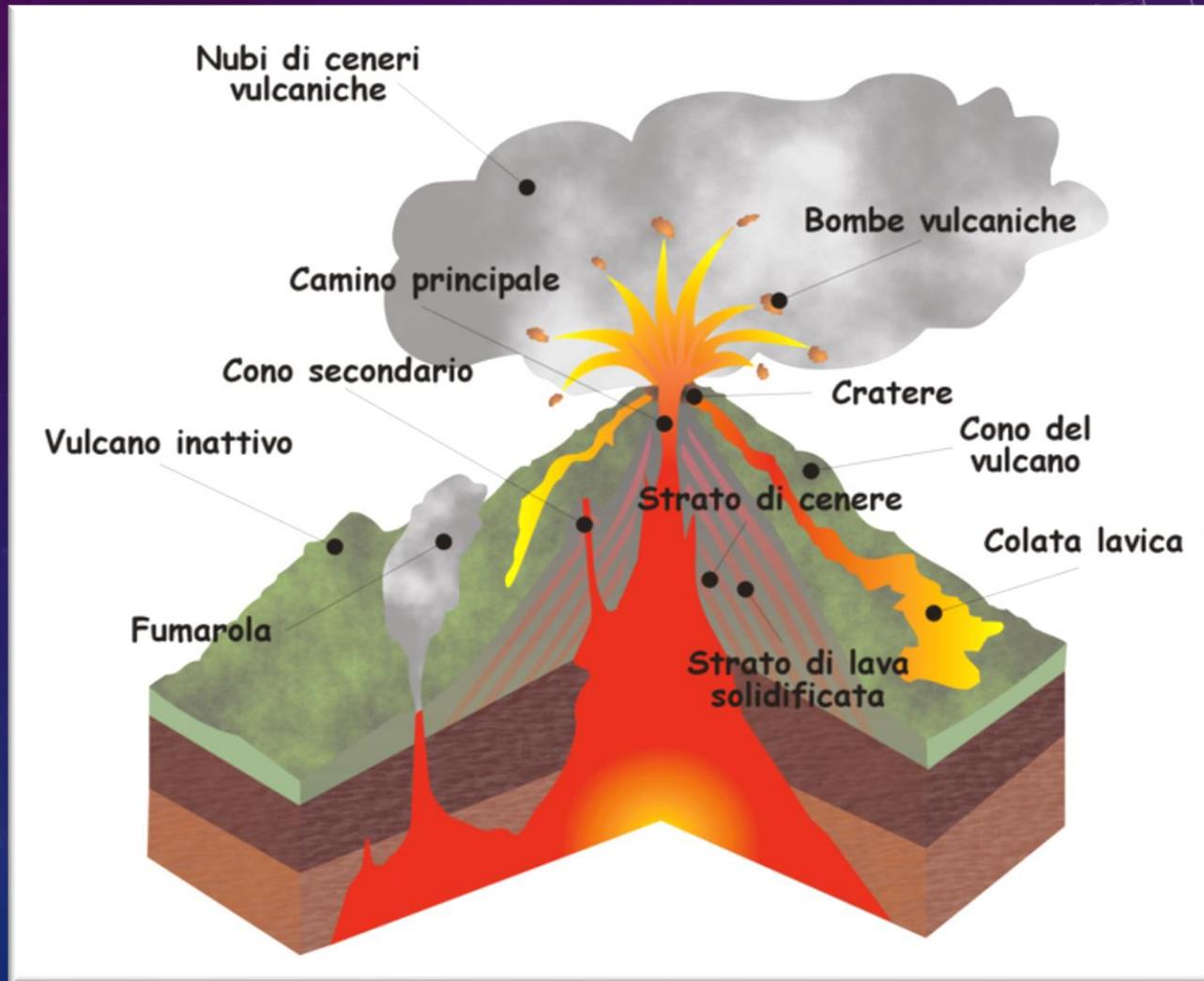
GAS

MATERIALI ALLO STATO AERIFORME

Disciolti nel magma si trovano il vapore acqueo (H_2O), l'anidride carbonica (CO_2), l'anidride solforosa (SO_2), l'acido cloridrico (HCl), l'acido solfidrico (H_2S), idrogeno (H), il metano (CH_4)...



COME È FORMATO

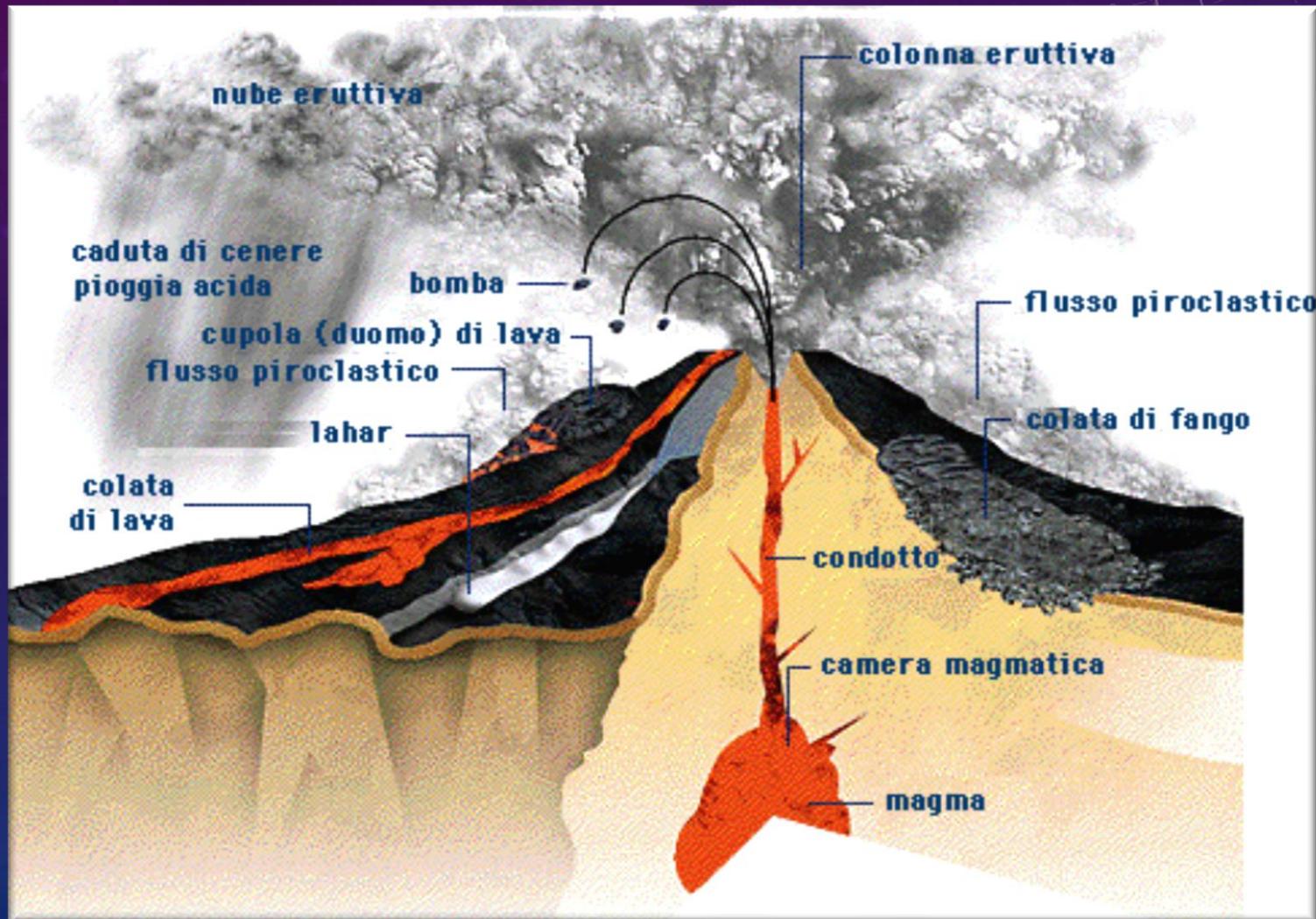


COME È FORMATO

UN GENERICO VULCANO È FORMATO DA:

- **Un Bacino o Camera Magmatica**, ovvero il serbatoio sotterraneo nel quale è presente il magma che alimenta il vulcano.
- **Un Camino o Condotto Vulcanico Principale**, luogo di transito del magma dalla camera magmatica verso la superficie.
- **Un Cratere Sommitale**, dove sgorga il condotto principale.
- **Uno o Più Condotti Secondari**, i quali, sgorgando dai fianchi del vulcano o dalla stessa base, danno vita a dei coni e crateri secondari.
- **Delle Fessure Lateral**i, fratture longitudinali sul fianco del vulcano, provocate dalla pressione del magma. Esse permettono la fuoriuscita di lava sotto forma di eruzione fessurale.

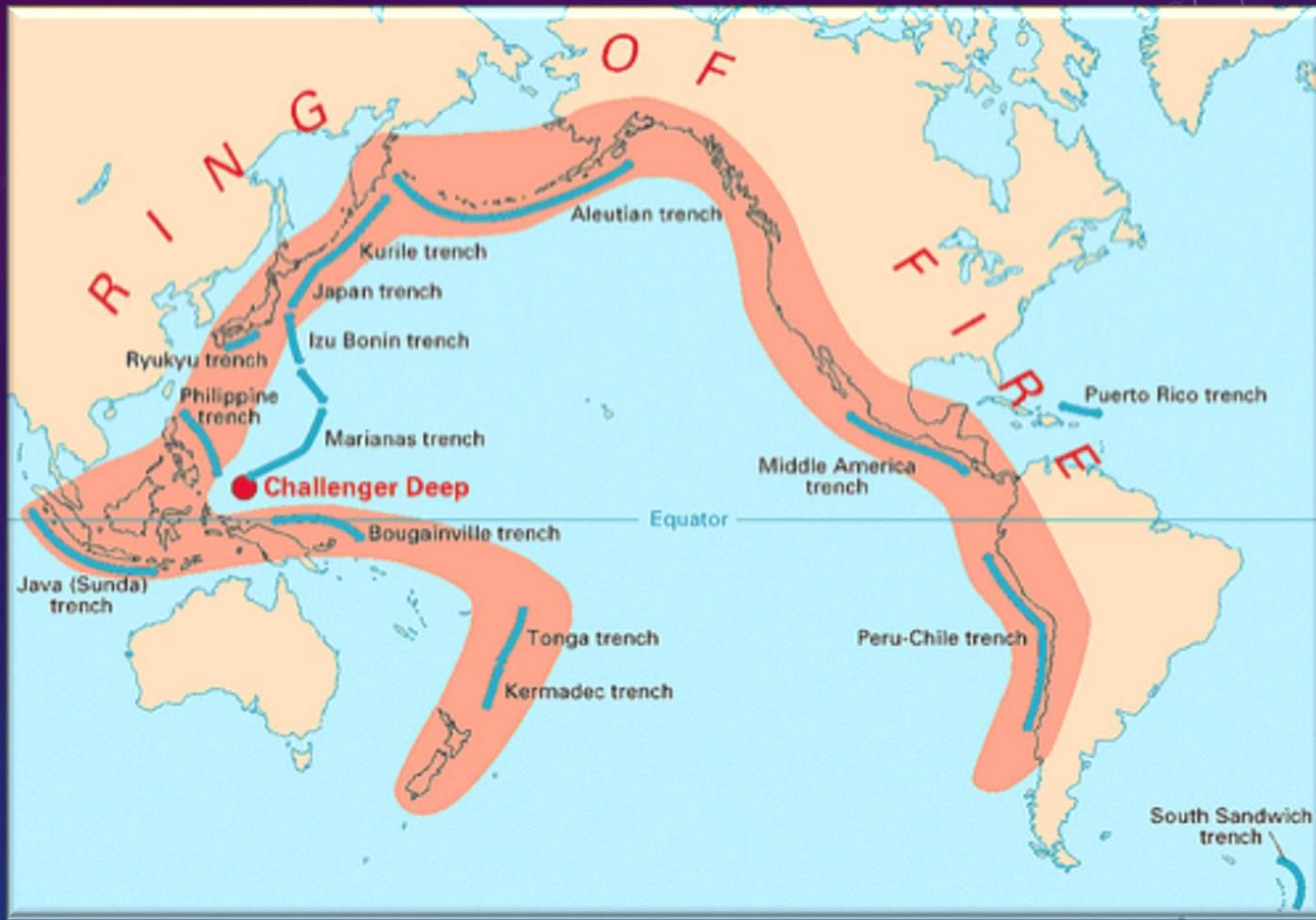
COME È FORMATO



DISPOSIZIONE DEI VULCANI



DISPOSIZIONE DEI VULCANI



PACIFIC "RING OF FIRE"

TIPI DI VULCANO

Per vulcano si intende una qualsiasi spaccatura della crosta terrestre dalla quale esce il magma sotto forma di lava.

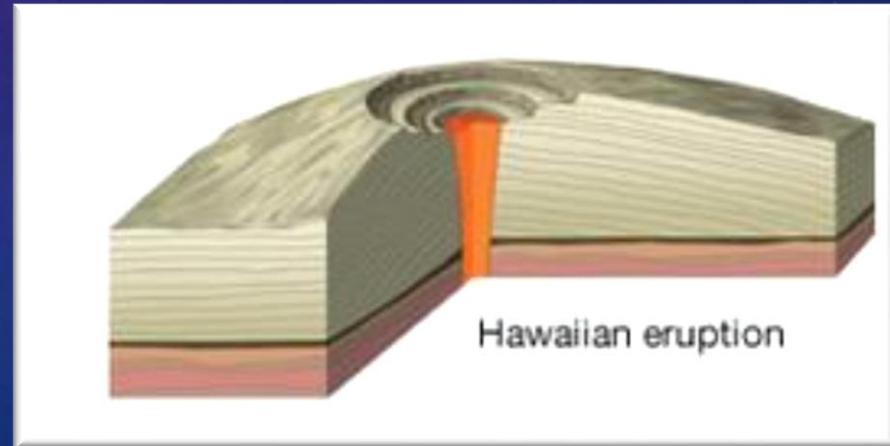
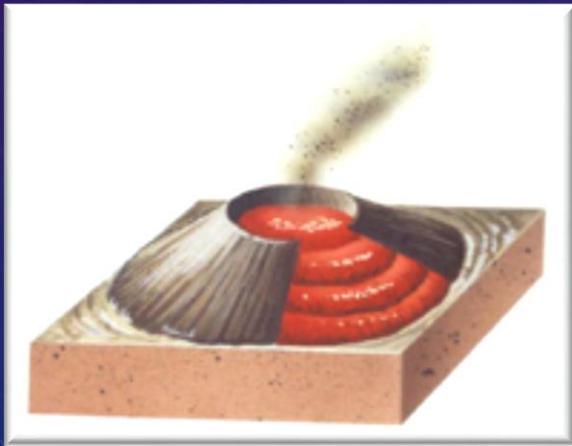
In base al tipo di lava e di conseguenza al tipo di eruzione, esistono 6 tipi di vulcano:

1. **Hawaiano**
2. **Stromboliano**
3. **Vulcaniano**
4. **Peleano.**
5. **Pliniano**
6. **Islandese**

TIPI DI VULCANO

HAWAIANO: origina vulcani a scudo con al centro una caldera, il Magma è fluido (eruzione di tipo effusivo dominante).

Il tipo hawaiano è caratterizzato da eruzioni tranquille: la lava, molto fluida, non ostruisce il cratere e non si verificano esplosioni.

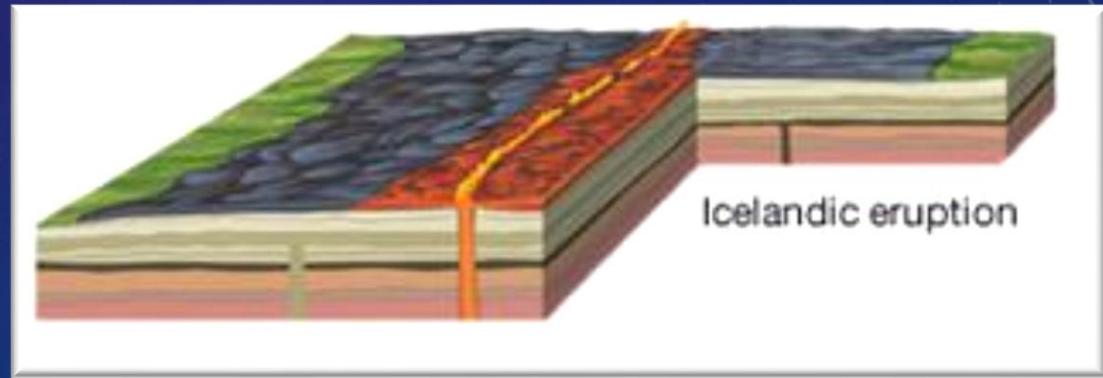


TIPI DI VULCANO

ISLANDESE: la lava fuoriesce da lunghe fessure e porta alla formazione di vasti espandimenti lavici. (Plateaux basaltici).

il Magma è fluido (eruzione di tipo effusivo dominante).

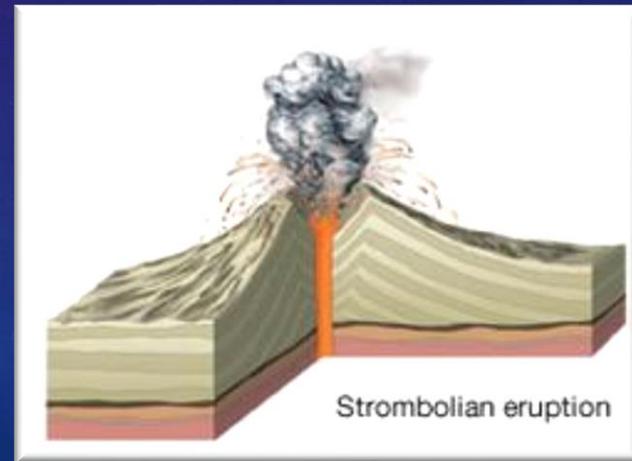
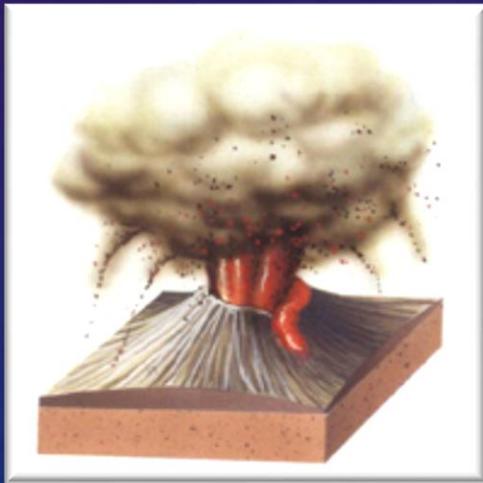
Queste eruzioni sono tipiche dei vulcani fissurali o islandesi e avvengono attraverso lunghe fenditure e non da un cratere circolare.



TIPI DI VULCANO

STROMBOLIANO: la lava ristagna nel cratere e solidifica. I gas si accumulano e quando la pressione aumenta, si liberano con forti esplosioni lanciando in aria brandelli di lava.

Magma meno fluido (eruzione di tipo effusivo prevalente) (es. Stromboli isole Eolie).

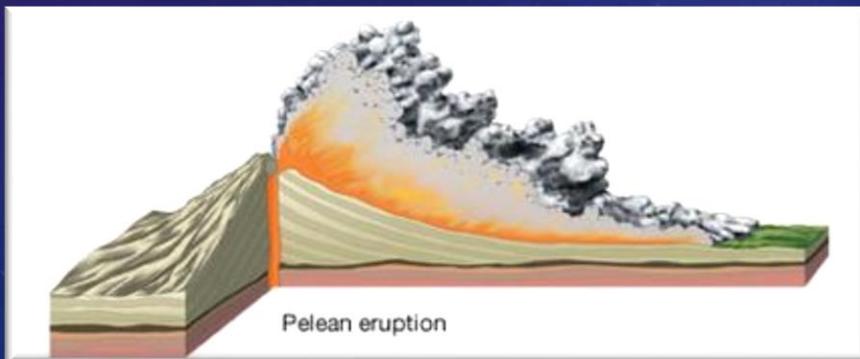
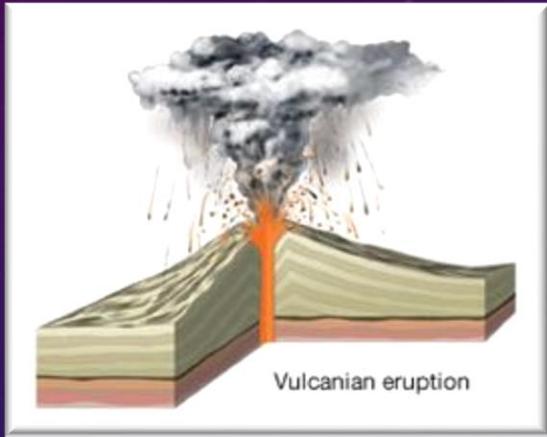


TIPI DI VULCANO

MAGMA VISCOSO (eruzioni di tipo effusivo – esplosivo):

- 1. Vulcaniano:** La lava solidifica e forma un tappo di grosso spessore, i gas si liberano con difficoltà e provocano esplosioni violente (es. Vulcano);
- 2. Pliniano:** i vapori e i gas fuoriescono con forza e velocità per alcuni km prima di espandersi (pino marittimo) in una grande nuvola da cui ricadono grandi quantità di pomici e piroclastiti (es. Vesuvio);
- 3. Peleano (Ultra-Pliniano):** La lava (600° - 800°) fuoriesce già solida insieme a nuvole di gas, vapori e ceneri calde che ricadono lungo i pendii del vulcano (**nubi ardenti discendenti**) (Nord e Sud America – Caraibi).

TIPI DI VULCANO



ATTIVITÀ VULCANICA

Attività Stromboliana, caratterizzata da magma fluido, con moderate esplosioni.

Attività Vulcanica, con magma viscoso e forti esplosioni parossistiche, intervallate da lunghi periodi di quiescenza.

Attività Ultra-Vulcanica, con parossismi esplosivi molto più violenti di quelli del tipo precedente.

Attività Peleana, caratteristica di magmi viscosi, con nubi ardenti.

Attività Hawaiana, con magmi molto fluidi e laghi di lava.

Attività Pliniana, molto esplosiva, dopo un periodo di quiescenza.

ATTIVITÀ VULCANICA

TIPO DI LAVA	TIPO DI EDIFICIO		TIPO DI ERUZIONE		TIPO DI ATTIVITÀ
	centrale	lineare	centrale	lineare	
BASICA	vulcano a scudo	plateau basaltico	hawaiiiana	islandese	effusiva
INTERMEDIA	strato-vulcano		stromboliana		mista
ACIDA	cono di ceneri	plateau ignimbrítico	vulcaniana		
	spina		vesuviana		esplosiva
MOLTO ACIDA	diatrema		peléeano		
			pliniana		esplosiva gassosa

VEI

L'INDICE DI ESPLOSIVITÀ VULCANICA, in lingua inglese **Volcanic Explosivity Index (VEI)** venne concepito da Chris Newhall dell'U.S. Geological Survey e Steve Self presso l'University of Hawaii nel 1982 per fornire una misura relativa della capacità esplosiva di una eruzione vulcanica.

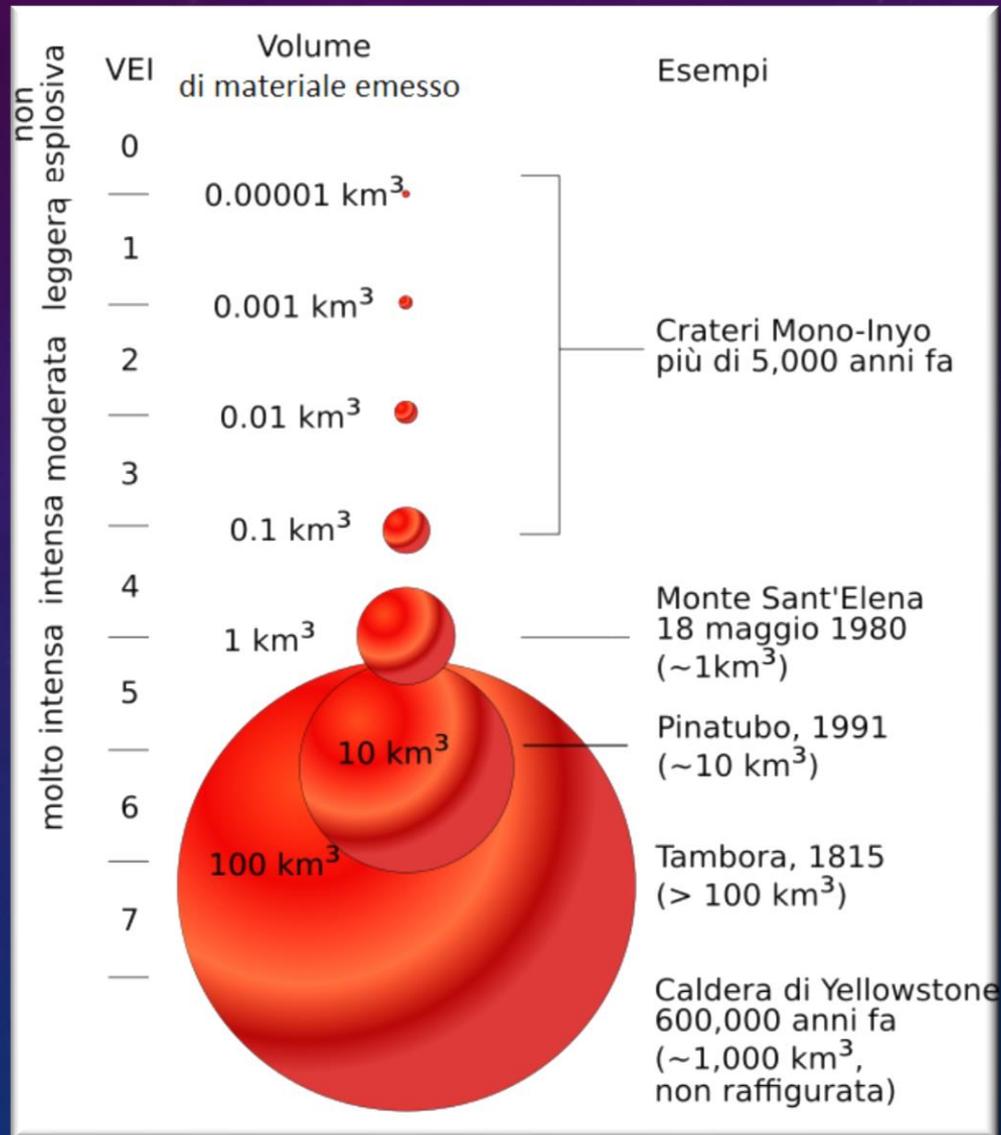
Un vulcano, durante i periodi di attività, può raggiungere solo determinati gradi di eruzione che vengono determinati in base al tipo di magma, alla quantità dell'insieme dei prodotti eruttati (tefra), alla sua posizione, alla sua precedente storia eruttiva, alla sua grandezza e altri parametri. Ogni vulcano può essere pertanto definito anche in base al maggior grado di attività eruttiva che può raggiungere.

VEI	Classificazione	Descrizione	Altezza Nube di cenere	Volume emesso	Periodicità	Esempio	Totale eruzioni storiche
0	Eruzione Hawaiana	non-esplosiva	< 100 m	> 1000 m ³	continua	Kilauea	-
1	Eruzione Stromboliana	leggera	100-1000 m	> 10,000 m ³	giornaliera	Stromboli	-
2	E. Stromboliana/Vulcaniana	esplosiva	1-5 km	> 1,000,000 m ³	settimanale	Galeras, 1992	3477
3	Eruzione Vulcaniana	violenta	5-15 km	> 10,000,000 m ³	mensile	Nevado del Ruiz, 1985	868
4	Eruzione Sub-pliniana	cataclismica	10-25 km	> 0.1 km ³	Ogni anno	Eyjafjallajökull, 2010	421
5	Eruzione Pliniana	parossistica	> 25 km	> 1 km ³	ogni 10 anni	St. Helens, 1980; Vesuvio 79	166
6	E. Krakatoiana	colossale	> 25 km	> 10 km ³	ogni 100 anni	Krakatoa, 1883	51
7	E. Ultra-pliniana	super-colossale	> 25 km	> 100 km ³	ogni 1000 anni	Tambora, 1815	5
8	E. mega-colossale (Grandi caldere (o "Supervulcani"))	mega-colossale	> 25 km	> 1000 km ³	ogni 10.000 anni	Toba, 75,000 a.C.	2
9	Fish Canyon	mega-colossale	> 25 km	> 10.000 km ³	Ignoto	La Garita, 27 milioni di anni fa	1

VEI

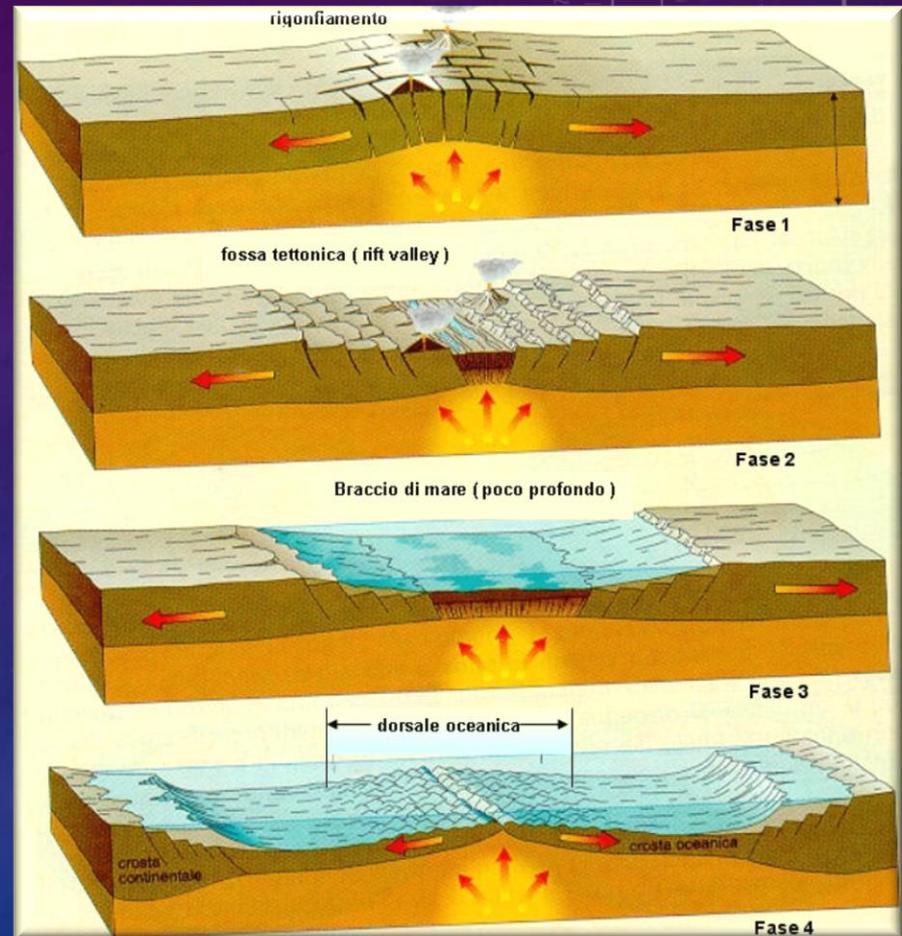
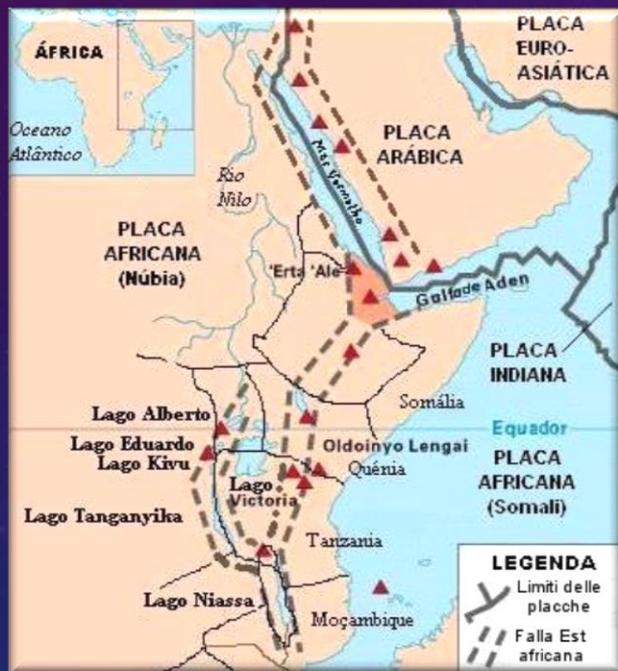
VEI	Quantità di materiale emesso	Classificazione	Descrizione	Altezza della colonna eruttiva	Durata (ore di emissione continua)	Periodicità ^[4]	Iniezione troposferica ^[4]	Iniezione stratosferica ^[4]	Esempi
0	< 10 000 m ³	Eruzione hawaiana	Non esplosiva	< 100 m	< 1 ora	continua	trascurabile	nessuna	Kīlauea, Piton de la Fournaise, Erebus
1	> 10 000 m ³	Eruzione stromboliana	Leggera	100 m–1 km		giornaliera	minore	nessuna	Nyiragongo (2002), Isola Raoul (2006), Stromboli
2	> 1 000 000 m ³	Eruzione stromboliana-vulcaniana	Esplosiva	1–5 km		settimanale	moderata	nessuna	Unzen (1792), Cumbre Vieja (1949), Galeras (1993), Sinabung (2010)
3	> 10 000 000 m ³	Eruzione vulcaniana	Catastrofica	3–15 km	1-6 ore	mensile	sostanziosa	possibile	Nevado del Ruiz (1985), Lassen Peak (1915), Soufrière Hills (1995), Nabro (2011)
4	> 0,1 km ³	Eruzione subpliniana	Cataclismica	> 10 km (pliniana o subpliniana)		≥ 1 anno	sostanziosa	sicura	Mayon (1814), Pelée (1902), Galunggung (1982), Eyjafjöll (2010)
5	> 1 km ³	Eruzione pliniana	Parossistica	> 10 km (pliniana)	6-12 ore	≥ 10 anni	sostanziosa	sostanziosa	Vesuvio (79), Fuji (1707), Monte Tarawera (1886), Monte Sant'Elena (1980)
6	> 10 km ³	Eruzione krakatoiana	Colossale	> 20 km		≥ 100 anni	sostanziosa	sostanziosa	Veniaminof (c. 1750 a.C.), Huaynaputina (1600), Krakatoa (1883), Novarupta (1912), Pinatubo (1991), Laacher See (c. 12 900 a.C.)
7	> 100 km ³	Eruzione ultrapliniana	Super-colossale	> 20 km	> 12 ore	≥ 1,000 anni	sostanziosa	sostanziosa	Mazama (c. 5600 a.C.), Thera (c. 1 620 a.C.), Taupo (180), Segara Anak (monte Rinjani) (1257), Tambora (1815)
8	> 1 000 km ³	Eruzione mega-colossale	Mega-colossale	> 20 km		≥ 10,000 anni	immensa	immensa	La Garita (26,3 Ma), Yellowstone (640 000 a.C.), Toba (74 000 a.C.), Taupo (25 360 a.C.)

VEI



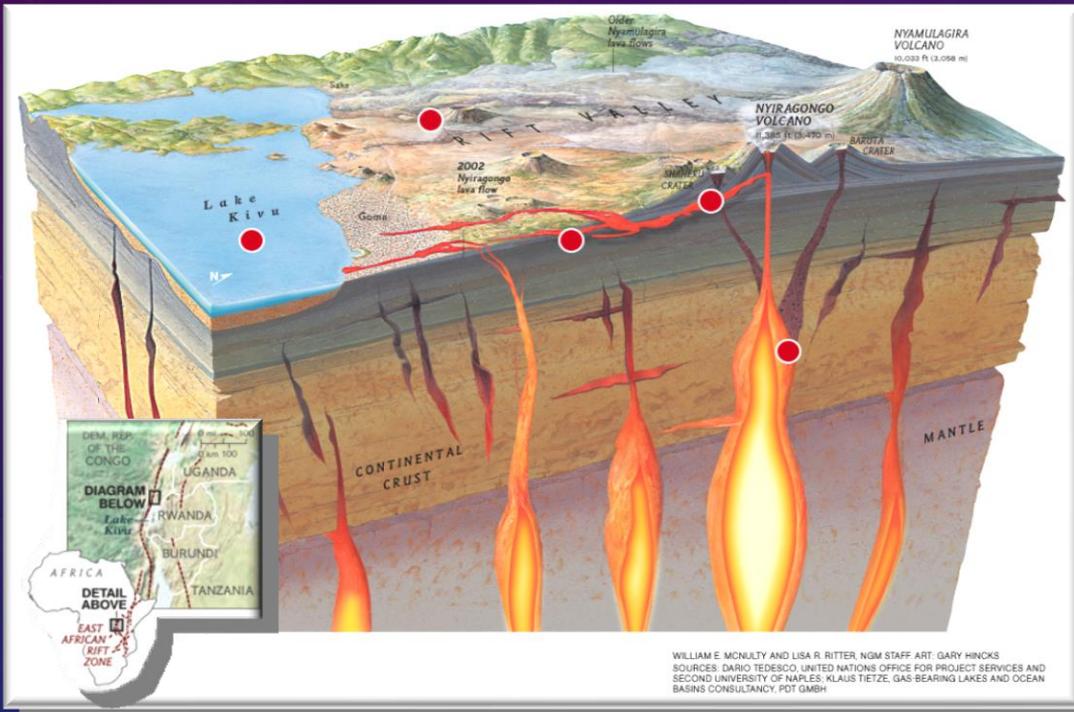
RIFT VALLEY

Mappa della Rift Valley. Il triangolo di Afar è colorato in marrone. I numerosi vulcani attivi della zona sono mostrati come triangoli rossi. La linea tratteggiata mostra la parte est africana della falla.



Quattro fasi (semplificate) che illustrano il processo di formazione di un rift. La Rift Valley iniziò a formarsi circa 35 milioni d'anni fa e si trova tra la fase 2 e 3; per giungere a quest'ultima (3) dovranno trascorrere ancora milioni di anni. Ancor più tempo sarà necessario per formare un ampio oceano.

RIFT VALLEY



WILLIAM E. MCNULTY AND LISA R. RITTER, NGM STAFF; ART: GARY HINCKS
 SOURCES: DARIO TEDESCO, UNITED NATIONS OFFICE FOR PROJECT SERVICES AND SECOND UNIVERSITY OF NAPLES; KLAUS TIETZE, GAS-BEARING LAKES AND OCEAN BASINS CONSULTANCY, PDT GMBH



VULCANI ATTIVI IN ITALIA

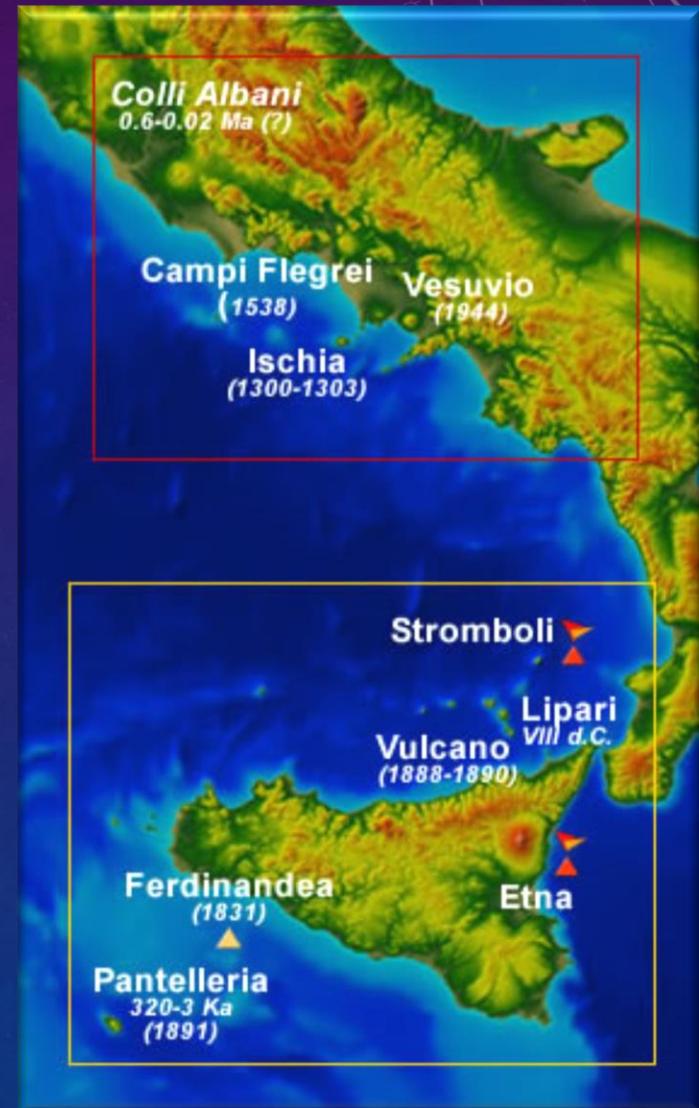
I vulcani sono una delle manifestazioni più appariscenti e spettacolari dei processi geodinamici che operano all'interno della terra e la vulcanologia è la scienza che ne studia il comportamento.

La conoscenza dei vulcani e dei meccanismi che li governano riveste un ruolo di primaria importanza non solo per meglio comprendere l'evoluzione del nostro pianeta ma anche nella valutazione della pericolosità ad essi associata

Sul territorio Italiano esistono almeno dieci vulcani attivi, ovvero che hanno dato manifestazioni negli ultimi 10.000 anni:

Colli Albani, Campi Flegrei, Vesuvio, Ischia, Stromboli, Lipari, Vulcano, Etna, Pantelleria. Isola Ferdinandea.

Solo Stromboli e Etna sono in attività persistente, ovvero danno eruzioni continue o separate da brevi periodi di riposo, dell'ordine di mesi o di pochissimi anni. Ma tutti questi vulcani possono produrre eruzioni in tempi brevi o medi.



VULCANI IN ITALIA

Uno dei parametri considerati dalla comunità scientifica internazionale per classificare i vulcani italiani è lo stato di attività, in base al quale si suddividono in **ESTINTI**, **QUIESCENTI** ed **ATTIVI**.



VULCANI ESTINTI

Si definiscono estinti i vulcani la cui ultima eruzione può essere fatta risalire ad oltre 10mila anni fa.

Tra questi ci sono i vulcani **Salina, Amiata, Vulsini, Cimini, Vico, Sabatini, Isole Pontine, Roccamonfina e Vulture**.

VULCANI IN ITALIA

VULCANI QUIESCENTI

Si tratta di vulcani che hanno dato eruzioni negli ultimi 10mila anni ma che attualmente si trovano in una fase di riposo. Secondo una definizione più rigorosa, si considerano quiescenti i vulcani il cui tempo di riposo attuale è inferiore al più lungo periodo di riposo registrato in precedenza. Si trovano in questa situazione: **Colli Albani, Campi Flegrei, Ischia, Vesuvio, Lipari, Vulcano, Panarea, Isola Ferdinandea e Pantelleria.** Tra questi, Vesuvio, Vulcano e Campi Flegrei, hanno una frequenza eruttiva molto bassa e si trovano in condizioni di condotto ostruito.

Non tutti i vulcani quiescenti presentano lo stesso livello di rischio, sia per la pericolosità dei fenomeni attesi, sia per la diversa entità della popolazione esposta. Inoltre alcuni presentano fenomeni di vulcanismo secondario - come degassamento dal suolo, fumarole - che nell'ordinario possono indurre a situazioni di rischio.



VULCANI IN ITALIA

VULCANI ATTIVI

Infine, si definiscono attivi i vulcani che hanno dato eruzioni negli ultimi anni. Si tratta dei vulcani **Etna** e **Stromboli** che eruttano frequentemente e che, per le condizioni di attività a condotto aperto, presentano una pericolosità ridotta ed a breve termine.

VULCANI SOTTOMARINI

L'attività vulcanica in Italia è concentrata anche nelle zone sommerse del Mar Tirreno e del Canale di Sicilia. Alcuni vulcani sottomarini sono ancora attivi, altri ormai estinti rappresentano delle vere e proprie montagne sottomarine. Oltre ai più noti **Marsili**, **Vavilov** e **Magnaghi**, vanno ricordati i vulcani sottomarini **Palinuro**, **Glauco**, **Eolo**, **Sisifo**, **Enarete** e i numerosi apparati vulcanici nel Canale di Sicilia.



VULCANI IN ITALIA



VULCANI IN ITALIA

Vulcani in Italia: in nero quelli spenti (con l'indicazione, in migliaia di anni fa o del periodo, dell'ultima fase eruttiva).



VULCANI IN ITALIA



I COLLI EUGANEI – PADOVA (Abano Terme)

I **Colli Euganei** sono una serie di emergenze di origine vulcanica che si trovano a Sud Ovest di Padova, e occupano un'area ellittica di quasi 22.000 ettari. I molteplici aspetti di questi rilievi derivano dall'incontro della lava che fuoriusciva da fratture dell'antico fondale oceanico con le rocce sedimentarie, che sono state sollevate e parzialmente erose.

VULCANI IN ITALIA

I COLLI EUGANEI – PADOVA (Abano Terme)

Le prime eruzioni, sia di tipo effusivo che esplosivo, sono iniziate nel corso dell'Eocene superiore con colate sottomarine di **lave basaltiche fluide** che si sono riversate sul fondo del mare mescolandosi ai sedimenti marnosi che si stavano depositando in quel periodo. Tali colate sono state accompagnate anche dalla emissione di prodotti piroclastici (tufi) costituiti da ceneri, lapilli, frammenti solidi grossolani, a volte vetrosi, di composizione basaltica.

Dopo un periodo di quiete, durato alcuni milioni di anni, l'attività vulcanica è ripresa nell'Oligocene inferiore con l'emissione di magmi vulcanici viscosi di composizione diversa dai precedenti; a questa seconda fase, che secondo le datazioni radiometriche si è sviluppata tra i 35 ed i 30 milioni di anni fa, è attribuibile la formazione dei caratteristici colli eruttivi **riolitici, trachitici e latitici**, che conferiscono al paesaggio euganeo quell'aspetto unico, suggestivo, così diverso dai vicini rilievi **Berici** e **Lessini**.

VULCANI IN ITALIA



ROCCAMONFINA – CASERTA (Acque oligo-minerali)

Il vulcano spento Roccamonfina, attivo tra 630.000 e 50.000 anni fa, si trova in Campania, in provincia di Caserta. Il vulcano nacque come stratovulcano nella depressione tettonica del Garigliano, dove la crosta terrestre più sottile favorì la risalita del magma. Inizialmente si aprirono una serie di bocche eruttive, distribuite su un'area di circa 1.000 km², quindi l'attività effusiva si concentrò nella parte centrale, portando alla formazione di un cono vulcanico di circa 1.800 m di altezza.

VULCANI IN ITALIA



**LAGHI DI BRACCIANO E VICO
(Lazio)**

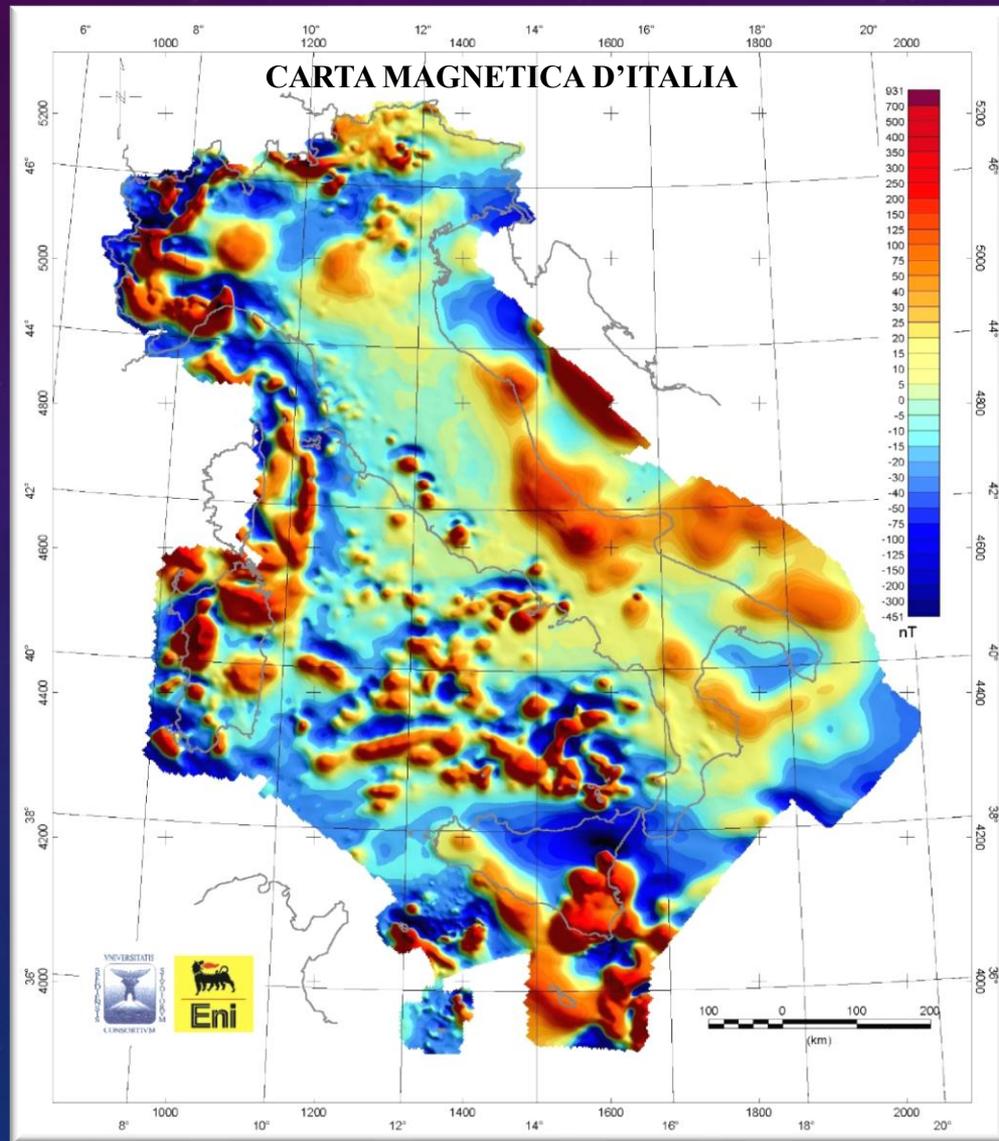
VULCANI IN ITALIA

Nelle profondità del mar Tirreno è accertata da tempo la presenza di grandi complessi vulcanici sommersi. Recenti studi effettuati dall'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), tramite la stazione marina Orion Geostar 3, sul **MARSILI**, situato a nord delle isole Eolie, hanno permesso di rilevare che il gruppo ha una base abissale con diametro di circa 50 km, si eleva per 3260 metri (l'Etna è alto 3323 metri) arrivando a circa 500 metri dalla superficie, e possiede numerosi apparati vulcanici satellitari con crateri simili per dimensione a quello dell'isola di Vulcano.

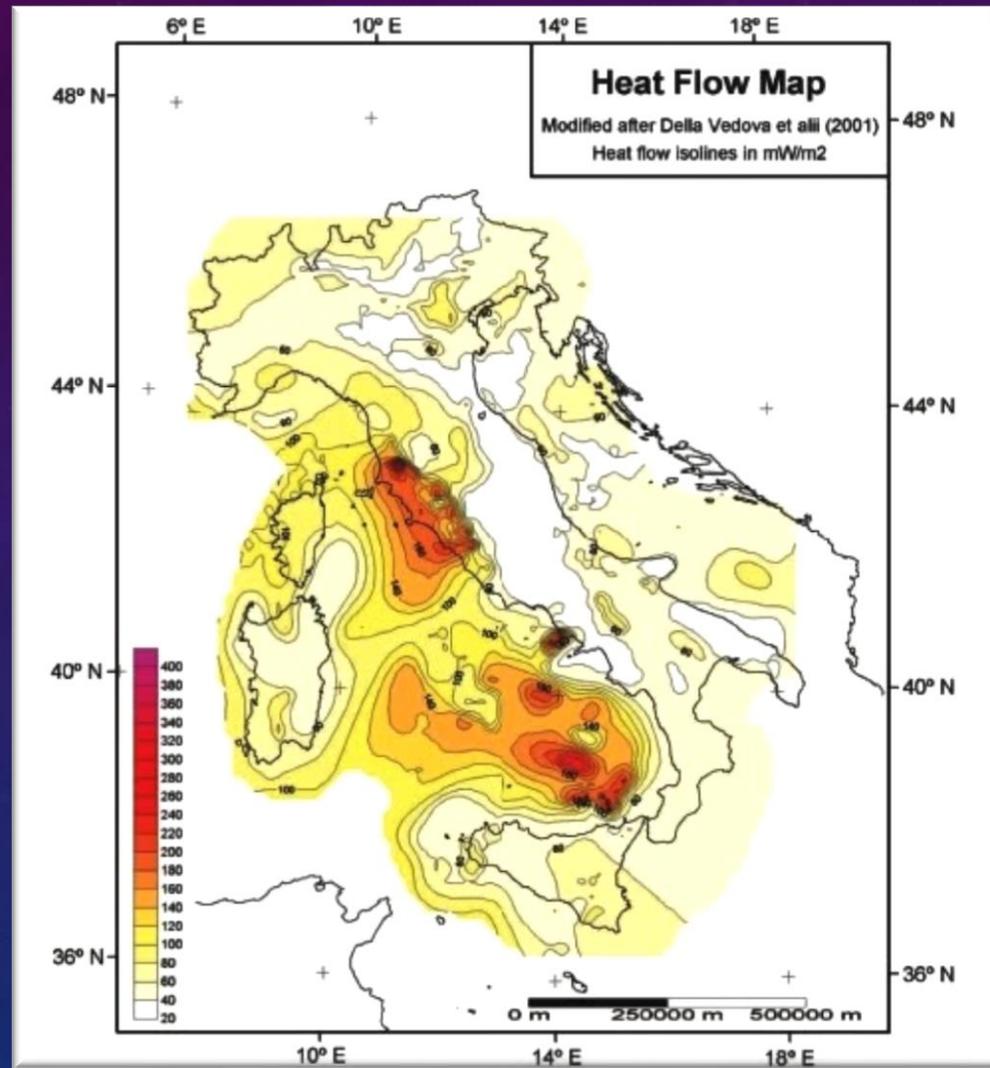


Il vulcano **MARSILI** visto da Nord. L'immagine, tratta da sito dell'Istituto di Geologia Marina del CNR mostra il monte rilevato con uno strumento denominato **Multibeam Sonar**, che irradia il fondo marino con un ventaglio di onde acustiche, dirette perpendicolarmente alla rotta della nave, rilevando una fascia di fondale larga circa 4 volte la profondità dell'acqua.

VULCANI IN ITALIA



VULCANI IN ITALIA



MAPPA DEL FLUSSO DI CALORE

ENERGIA GEOTERMICA

Un aspetto applicativo della vulcanologia che sta assumendo rilevanza sempre crescente è lo sfruttamento delle enormi quantità di energia termica legata al vulcanismo sia convertendola in energia elettrica sia sfruttando acque e vapori caldi direttamente per la climatizzazione di ambienti. Attualmente viene utilizzata solamente l'energia immagazzinata nei fluidi caldi circolanti nel sottosuolo delle aree vulcaniche. Sono tuttavia in esecuzione progetti che prevedono lo sfruttamento dell'energia termica contenuta in rocce impermeabili (o addirittura nelle sacche magmatiche) permeabilizzando la roccia mediante esplosioni nucleari o processi di idro-fratturazione, e immettendo dalla superficie i fluidi necessari al trasporto dell'energia termica.

ENERGIA GEOTERMICA



Larderello è una frazione del comune di Pomarance, in provincia di Pisa, sulle Colline Metallifere a 390 metri di altitudine. Il paese conta 850 abitanti ed è in parte proprietà dell'ENEL.

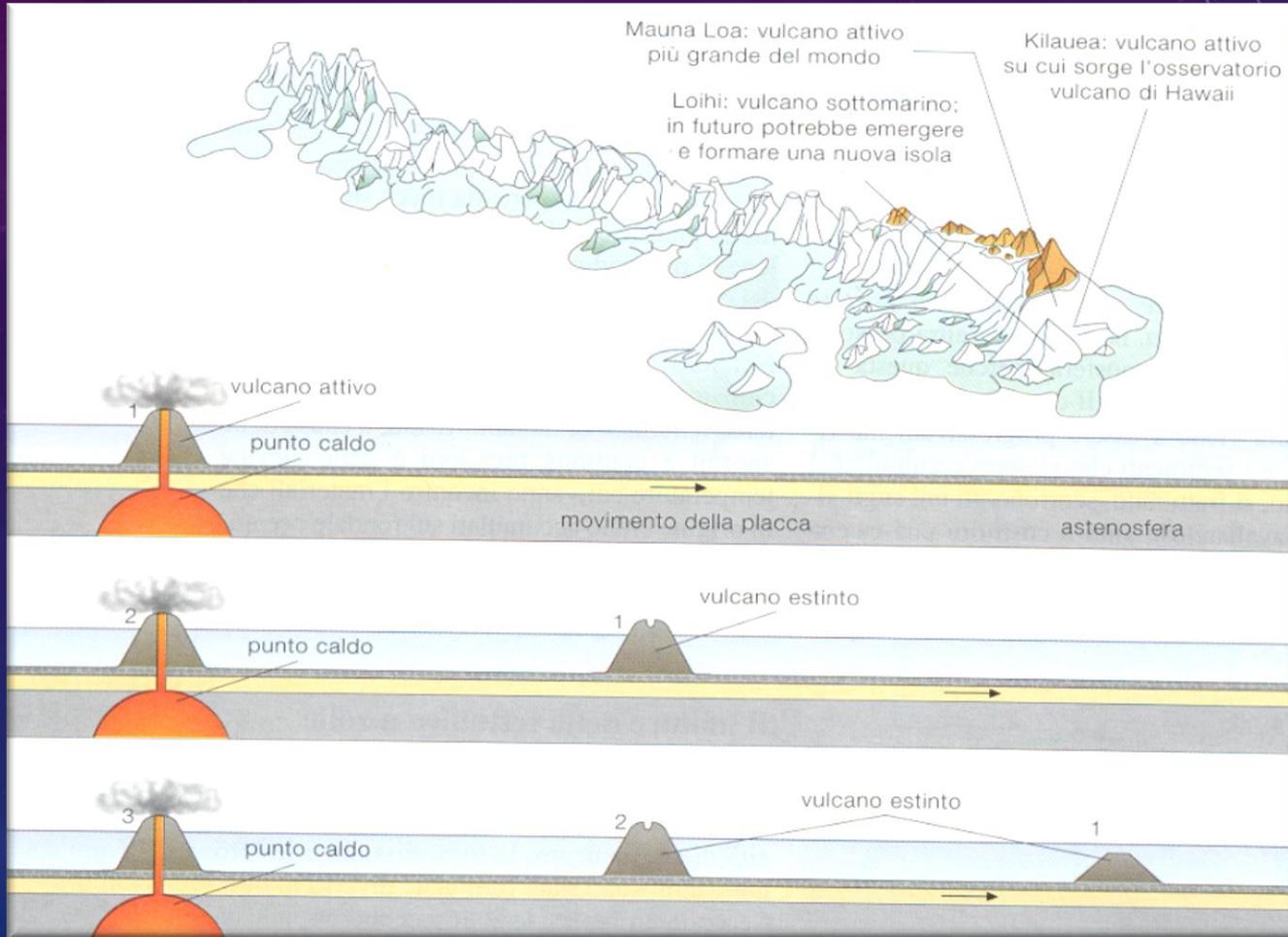
Larderello produce il 10% dell'energia geotermica mondiale, con un ammontare di 4800 GWh annui, dando energia ad un milione di case italiane.

VULCANI E SALUTE

Evento eruttivo	Conseguenze	Impatto sanitario	Azioni preventive
Esplosioni	Esplosione laterale; frammenti di roccia; onda d'urto	Traumi; ustioni cutanee; ferite da frammenti di origine vulcanica	Evacuazione Riduzione dell'esposizione
Espulsioni di cenere calda	Nubi ardenti Flusso e caduta di ceneri Fulmini Incendi dei boschi	Ustioni cutanee e delle vie respiratorie; asfissia; folgorazione; ustioni	Evacuazione
Ghiaccio e neve sciolti, pioggia simultanea all'eruzione	Colate di fango; inondazioni	Annegamenti e sommersione	Evacuazione
Lava	Colate di lava Incendi dei boschi	Sommersione e ustioni	Evacuazione Deviazione del flusso
Emissione di gas: SO₂, CO, CO₂, H₂S, HF	Concentrazioni nelle aree a bassa quota e inalazione	Asfissia	Evacuazione Equipaggiamenti o protettivo
Radon	Esposizione a radiazioni (principalment e radiazioni gamma)	Tumori polmonari	Evacuazione
Sisma	Danni a edifici	Traumi	Evacuazione

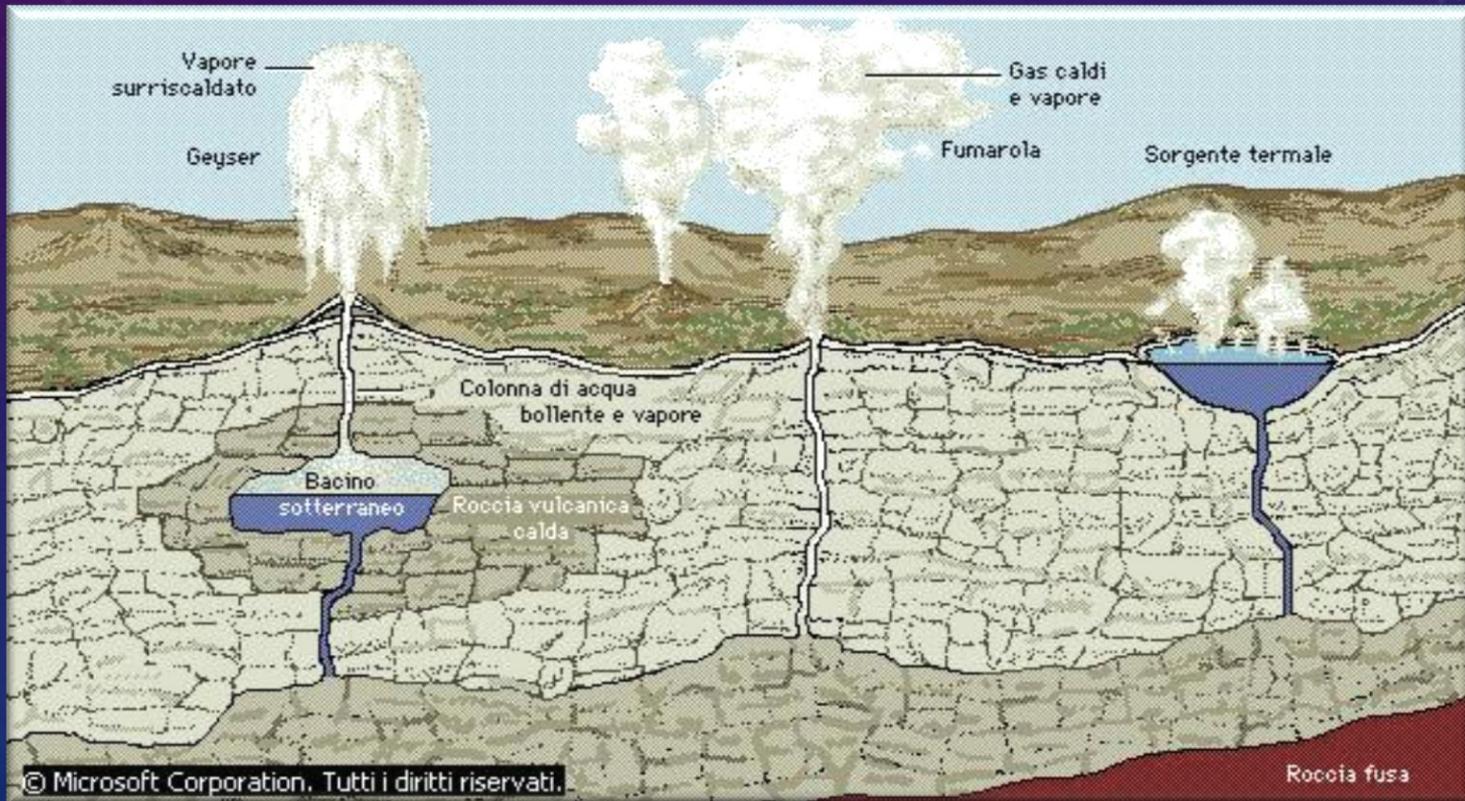
**Effetti principali dei fenomeni vulcanici sulla salute
(in prossimità del vulcano)**

HOT SPOT



MANIFESTAZIONI CONCLUSIVE

Le manifestazioni conclusive dell'attività di un vulcano danno luogo a una serie di fenomeni detti di **VULCANISMO SECONDARIO**; essi si originano a causa della presenza di magma in prossimità del suolo, che, raffreddandosi, determina la liberazione dei gas o il riscaldamento delle acque del sottosuolo, con conseguente emissione di gas e vapor d'acqua (*fumarole, soffioni boraciferi, geyser*).



MANIFESTAZIONI CONCLUSIVE

IL VULCANISMO SECONDARIO

Il *Vulcanismo Secondario* rappresenta una serie di fenomeni che sono la manifestazione secondaria dell'attività di un vulcano o quando il vulcano è dichiarato spento, ma il magma residuo permane comunque in profondità nella camera magmatica raffreddandosi e solidificandosi nel corso di milioni di anni, nel corso dei quali continua ad interagire con il terreno, l'acqua delle falde, i gas in risalita determinando la liberazione di gas o il riscaldamento delle acque del sottosuolo con conseguente ulteriore emissione di gas e vapor d'acqua. Tale massa in raffreddamento è detta *plutone* e dà origine a popolari fenomeni detti *manifestazioni tardive*. Esempi di questi fenomeni sono i **geyser**, **le sorgenti termali**, **le fumarole**, **le mofete**, **i soffioni boraciferi**, **le solfatare**, **le salse**. Un altro fenomeno di vulcanismo secondario è il **Bradisismo**, che consiste nel movimento verticale del terreno veloce dal punto di vista geologico, ma estremamente lento e percepibile a livello strumentale.

MANIFESTAZIONI CONCLUSIVE

I FENOMENI DI VULCANESIMO SECONDARIO SONO:

Fumarole: piccole fessure nel suolo da cui viene emesso vapore acqueo a circa 100 °C: a contatto con l'aria il vapore si raffredda e condensa formando dei "fumi" da cui deriva il nome del fenomeno.

Soffione: un particolare tipo di fumarole: in questo caso il vapore acqueo fuoriesce dal suolo a forti pressioni e a temperature fra i 120 e i 200 °C.

Mofete: sono emissioni di anidride carbonica. Questo gas è più pesante dell'aria e perciò ristagna nella strato d'aria a diretto contatto con il suolo, rendendo difficile la respirazione.

Solfatare: emissioni di gas contenenti zolfo, come l'anidride solforosa e l'idrogeno solforato. Intorno a queste emissioni le rocce si presentano ricoperte da uno strato di colore giallo per la sublimazione dello zolfo.

Geyser: spettacolari getti intermittenti di acqua bollente e vapore acqueo, che vengono generalmente emessi ad intervalli regolari di tempo. Si formano in cavità piene d'acqua presenti nella crosta terrestre; a contatto con rocce incandescenti l'acqua si riscalda, entra in ebollizione e, insieme al vapore acqueo, viene espulsa sotto forma di getto; l'acqua poi ricade nel condotto del geyser e il ciclo si ripete.

Acque Termali: acque calde che risalgono in superficie dal sottosuolo: possono derivare dal vapore acqueo proveniente dal magma e condensatosi, oppure dal riscaldamento di acque sotterranee per contatto con rocce calde.

MANIFESTAZIONI CONCLUSIVE



IL BRADISISMO

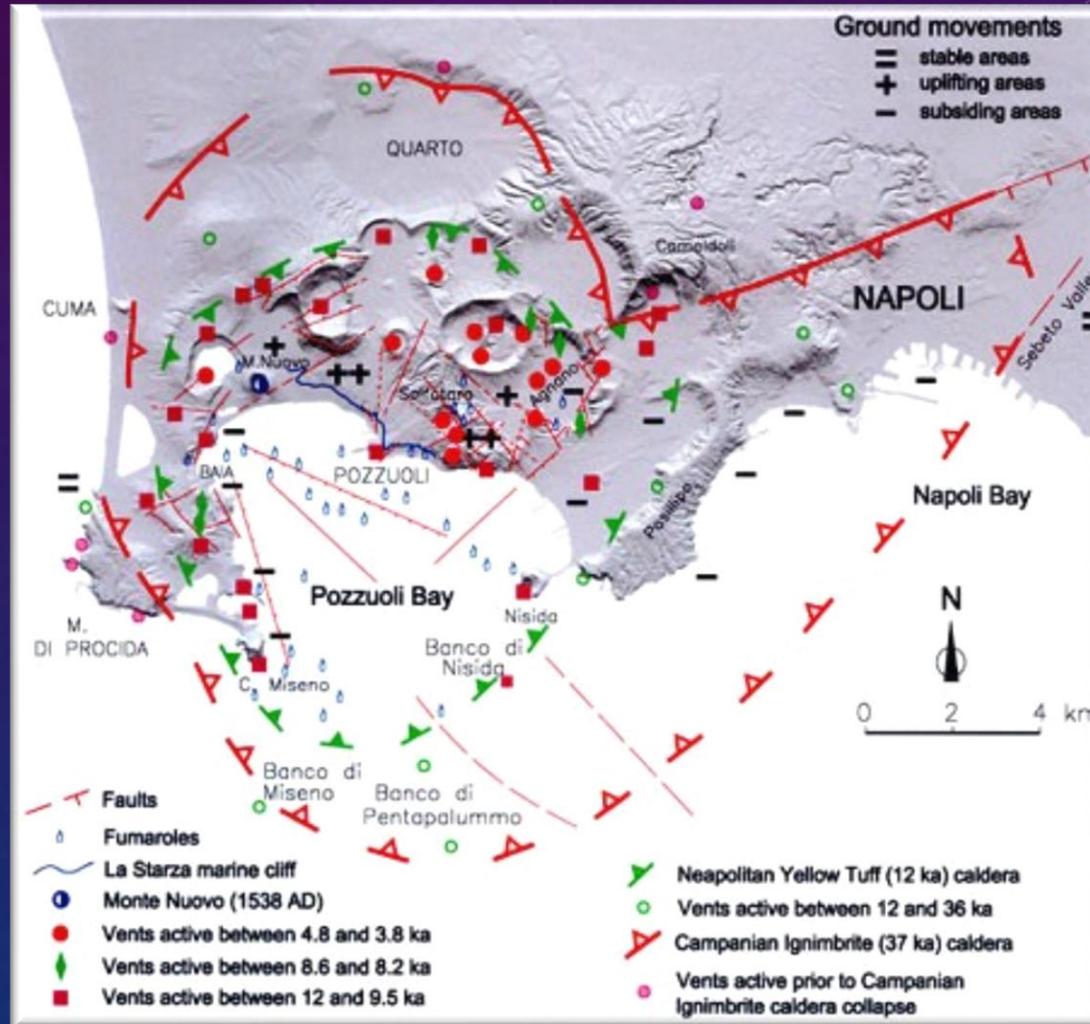
IL BRADISISMO A POZZUOLI E NELL'AREA FLEGREA

BRADISISMO (o anche "bradisima"; dal greco *bradýs* - lento e *seismós* - scossa) è un fenomeno legato al vulcanismo secondario non molto diffuso nel Mar Mediterraneo, ma comunque presente nell'area dei Campi Flegrei (ad esempio nel golfo di Pozzuoli, dove interessa la zona che va da Capo Miseno e Baia fino a Posillipo).

Esso consiste in un **periodico abbassamento (*bradisismo negativo*) o innalzamento (*bradisismo positivo*) del livello del suolo**, relativamente lento sulla scala dei tempi umani (normalmente è nell'ordine di 1 cm per anno) ma molto veloce rispetto ai tempi geologici. Esso non è avvertibile in se stesso, ma riconoscibile visivamente lungo la riva del mare, mostrando la progressiva emersione o sommersione di edifici, coste, territori.

Generalmente tale fenomeno è dovuto a variazioni di volume di una camera magmatica vicina alla superficie che si svuota e si riempie, o anche a variazioni di calore che influiscono sul volume dell'acqua contenuta nel sottosuolo molto poroso. Un'altra teoria parla di onde magmatiche che al loro passaggio porterebbero prima ad un innalzamento e poi ad un abbassamento della crosta terrestre nei punti dove questa risultasse più sottile.

IL BRADISISMO

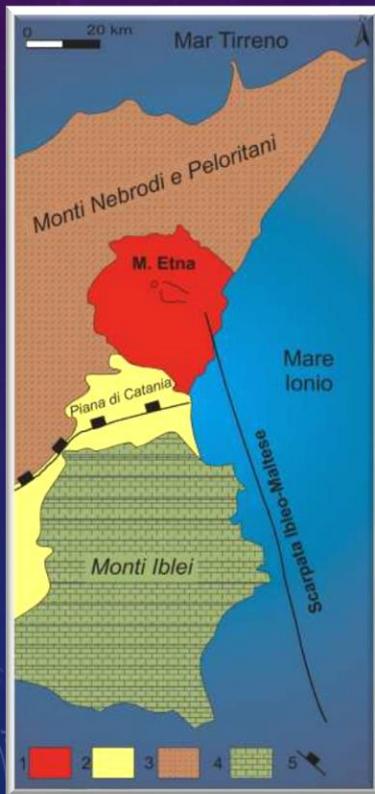
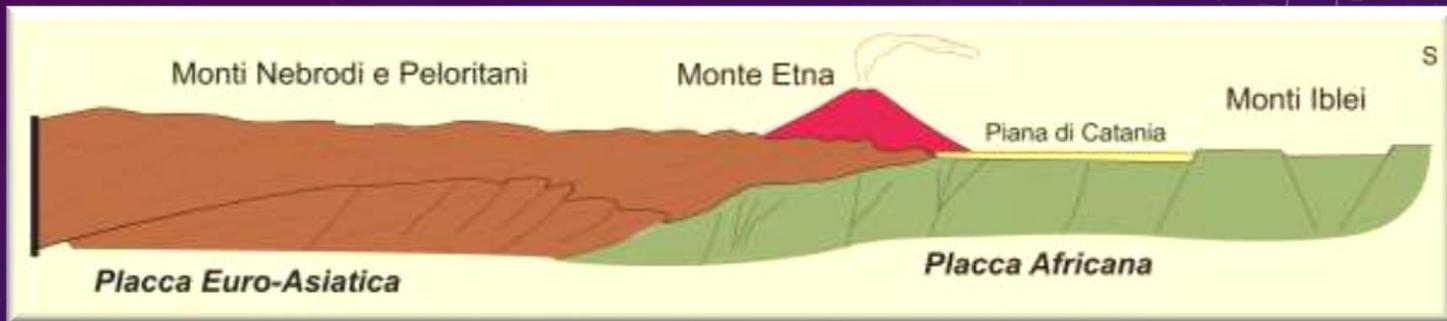


VESUVIO



Il Vesuvio è un vulcano esplosivo attivo (in stato di quiescenza dal 1944), situato nel versante orientale della provincia di Napoli, nel territorio dell'omonimo parco nazionale istituito nel 1995. La sua altezza è di 1.281 m² e sorge all'interno di una caldera di 4 km di diametro. Quest'ultima rappresenta ciò che è rimasto dell'ex edificio vulcanico (Monte Somma) dopo la grande eruzione del 79 d.C., che determinò il crollo del fianco sud-orientale in corrispondenza del quale si è successivamente formato il cratere attuale. È attualmente l'unico vulcano attivo di tutta l'Europa continentale.

ETNA



Il Monte Etna è un grande strato-vulcano, alto circa 3340 m, situato lungo la costa orientale della Sicilia. Esso ricopre un'area di oltre 1250 km² ed è delimitato verso nord dai rilievi dei Monti Nebrodi e Peloritani e verso sud dalla piana alluvionale del Fiume Simeto (Piana di Catania). Da un punto di vista geodinamico il Monte Etna si localizza in corrispondenza della zona di collisione continentale tra la placca Euro-Asiatica a nord e quella Africana a sud (Fig. 1 e 2).

Lo sviluppo di un vulcanismo di tipo **Basico** in questa zona di collisione continentale è legato alla presenza di un importante fascio di faglie distensive, conosciuto con il nome di **Scarpata Ibleo-Maltese**, che tagliano la crosta della Sicilia orientale permettendo la risalita del magma dal mantello terrestre.

ISOLA FERDINANDEA



L'Isola Ferdinandea è conosciuta oggi come "Banco Graham", ovvero una vasta piattaforma rocciosa a circa 6 metri dalla superficie marina tra Sciacca e l'isola di Pantelleria. Costituisce la bocca di un vulcano sommerso che, eruttando, nel 1831, vide l'isola crescere fino ad una superficie di circa 4 km² e 65 m di altezza. Tuttavia essa era composta da materiale eruttivo chiamato tefra o tefrite, materiale facilmente erodibile dall'azione delle onde. Alla conclusione dell'episodio eruttivo si verificò una rapida erosione e l'isola scomparve definitivamente sotto le onde nel gennaio del 1832, prima di ogni soluzione del problema sorto intorno alla sua sovranità.

KRAKATOA



L'eruzione del 1883 distrusse i due terzi del territorio che allora era l'isola di Krakatoa. Nuove eruzioni del vulcano, dal 1927, hanno fatto emergere una nuova isola, detta Anak Krakatau (figlio di Krakatoa).

Ultima eruzione 23-12-2018.

ST. HELENS



L'eruzione del **1980 del St. Helens**, uno stratovulcano situato nello stato di Washington, negli Stati Uniti, fu una delle più rilevanti mai avvenute nel XX secolo. Classificata come evento VEI-5 (Volcanic Explosivity Index - Scala di esplosività dei vulcani) l'eruzione fu l'unica davvero importante dal 1915, anno dell'eruzione del *Lassen Peak* in California.

L'eruzione fu preceduta da una serie di fenomeni sismici nei precedenti due mesi, e da sbocchi di vapore causati dalla pressione del magma a poca profondità sotto il vulcano, che creò un enorme rigonfiamento e una serie di fratture lungo tutta la parete nord del St. Helens.

ST. HELENS

