

IL VULCANESIMO

L'ISLANDA

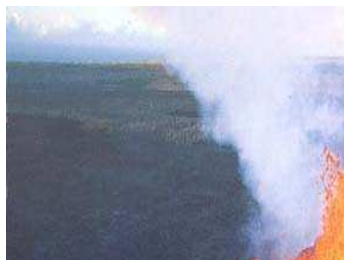
VOLTO DI GHIACCIO, CUORE DI FUOCO.



INDICE

Che cos'è un vulcano?
Struttura di un vulcano
Vulcani monogenici e poligenici
Il magma e i gas
Eruzioni vulcaniche effusive
Eruzioni vulcaniche esplosive
Gli stratovulcani
I vulcani a scudo
Le caldere
I vulcani lineari
I coni di scorie
I supervulcani e il Parco di Yellowstone
Vulcanesimo secondario: i geyser
Fenomeni secondari alternativi
Distribuzione globale dei vulcani

L'Islanda
Un sistema in continua evoluzione
Caratteristiche geologiche
L'Hekla
Il Krafla
Il Lakagigar
L'isola di Surtsey
Il Grimsvotn e gli altri vulcani
I geyser
L'energia geotermica
Le aurore boreali
Islanda, il paradiso dei geologi



CHE COS'È UN VULCANO?

La definizione più corretta che si potrebbe dare al sostantivo “**vulcano**” è “apertura della crosta terrestre attraverso la quale fuoriescono materiali rocciosi fusi (magma) e gas, entrambi provenienti dall’interno della Terra, ovvero i prodotti dell’attività magmatica endogena”. Il termine deriva dal nome di una delle isole Eolie, l’isola di Vulcano: qui, secondo la mitologia latina, il dio del fuoco Vulcano aveva la sua fucina.

Tuttavia, nel linguaggio moderno comune, si tende a identificare il vulcano con il tipico rilievo a forma di tronco di cono dalle pareti ripide e

Il Kilauea, uno dei due vulcani appartenenti all'arcipelago delle Isole Hawaii.

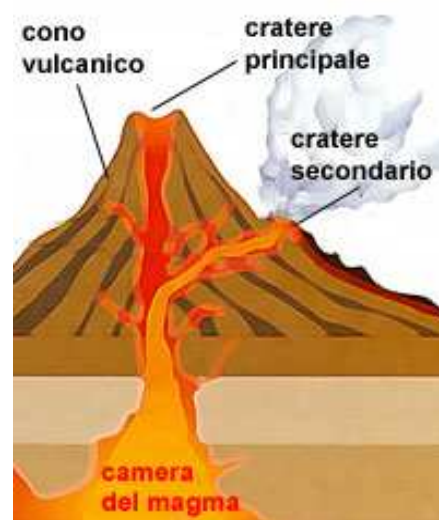
privo di vegetazione, composto da masse di rocce ignee eruttate dall’interno della Terra. In realtà, ciò che è stato appena descritto è solo un particolare tipo di vulcano, o meglio di “**edificio vulcanico**”, che è l’espressione con cui oggi, nel linguaggio scientifico, si indica una generica struttura vulcanica, che può assumere qualunque forma, quindi non necessariamente quella di una montagna. Gli edifici vulcanici costituiscono il prodotto dell’accumulo stratificato di materiali fusi e solidi depositati durante innumerevoli eruzioni vulcaniche, anche molto distanti nel tempo l’una dall’altra.

È invece definito “**fenomeno di vulcanesimo (o vulcanismo)**” qualsiasi caso di risalita in superficie di materiale allo stato solido, liquido o gassoso. Questo processo è provocato dai numerosi movimenti tettonici che interessano la crosta e il mantello terrestre, dove si creano grosse masse magmatiche che, a causa delle forze tettoniche e della crescente pressione e temperatura, tendono a risalire verso l’alto. Il vulcanesimo viene detto “primario” quando i materiali in risalita alimentano le singole eruzioni vulcaniche; “secondario” quando essi fuoriescono nell’intervallo di tempo fra due eruzioni o verso le ultime fasi di vita di un vulcano.

STRUTTURA DI UN VULCANO

Nonostante non abbiano tutti la stessa forma, i vulcani sono fra di loro accomunati dai medesimi elementi intrinseci che ne costituiscono la struttura. I principali sono:

- La **camera magmatica**, una sorta di serbatoio nel quale il magma e i gas possono stazionare prima di essere emessi in superficie. Essa non coincide necessariamente con la zona sorgente del magma: di solito rappresenta uno spazio che il magma occupa in uno stadio intermedio della sua risalita verso la superficie. Nella camera del magma avviene il processo di cristallizzazione frazionata dei magmi, processo per cui i cristalli che si separano vengono separati dal liquido, che qu



profondità di queste strutture varia dai 2 ai 10 km, elemento che conferma che esse si ritrovano nella crosta terrestre.

- Il **condotto (o camino) vulcanico**, una lunga frattura di forma cilindrica, parallela all'asse del vulcano, attraverso la quale il magma proveniente dal serbatoio magmatico si dirige verso la superficie per essere in seguito depositato.
- Il **cratere principale**, ovvero l'intersezione tra il camino vulcanico e la superficie. È il sito in cui avviene l'eruzione vulcanica, il contatto fisico fra il magma e i gas con l'atmosfera terrestre. È generalmente una depressione di forma circolare, originata dal collasso gravitazionale delle rocce causato dalla pressione del magma sottostante. In certi casi, i vulcani possiedono alcuni crateri secondari (o avventizi) generati da vie di fuga laterali del magma.

Il meccanismo che genera le **eruzioni vulcaniche** consiste nella differenza di pressione tra i gas accumulati nella camera magmatica e le rocce che la costituiscono: quando la pressione gassosa supera quella litostatica, le rocce vengono frantumate e il serbatoio magmatico si svuota parzialmente, lasciando magma e gas liberi di risalire su per il condotto. Maggiore è la differenza di pressione, più violenta è l'eruzione vulcanica. Al termine di questa, la camera magmatica sarà soggetta a un processo di ricarica consistente nel nuovo riempimento del serbatoio, il che dimostra che l'attività vulcanica eruttiva possiede un andamento ciclico.

VULCANI MONOGENICI E POLIGENICI

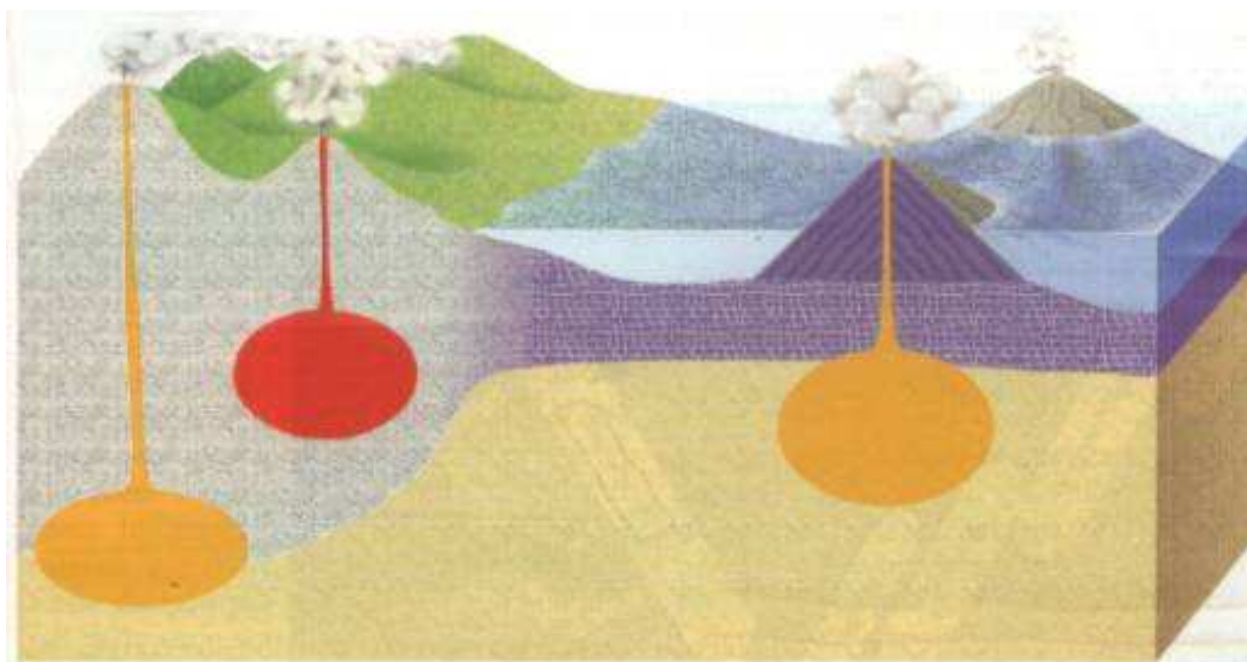
I vulcani possono essere classificati in base al tipo di eruzione che li ha generati: si distinguono **vulcani monogenici** e **vulcani poligenici**. I primi sono il prodotto di una singola eruzione (generalmente di piccola entità), o di una singola fase eruttiva, mentre i secondi vengono originati da più eruzioni, spesso separate da periodi di tempo relativamente lunghi, che possono implicare il coinvolgimento di magmi a differente composizione. Le eruzioni che formano i vulcani monogenici possono durare alcuni anni, caratterizzando un periodo di attività persistente nel corso del quale il magma che viene emesso dà origine a fenomeni sia effusivi che esplosivi e, a differenza dei vulcani poligenici, esso presenta una composizione relativamente costante. Inoltre, per quanto riguarda il sistema di alimentazione, i vulcani monogenici sono caratterizzati da un condotto semplice, che viene utilizzato soltanto nel corso di una singola eruzione (o di una fase eruttiva prolungata), mentre quelli poligenici presentano un sistema complesso, costituito da un'intricata rete di condotti, i quali possono essere utilizzati più di una volta per alimentare differenti eruzioni.

IL MAGMA E I GAS

Gli elementi fondamentali affinché si verifichi un'eruzione vulcanica sono due: il magma e i gas.

Il **magma** è comunemente definito una massa liquida, ad alta temperatura, a composizione prevalentemente silicatica e originata dalla fusione parziale o totale delle rocce costituenti la crosta terrestre o il mantello. Esso, quando entra in contatto con l'atmosfera, assume il generico nome di "**lava**". In base ad alcuni parametri quali la temperatura, la composizione chimica e il grado di viscosità, si distinguono due tipi principali di magma:

- magma "primario" o "basico";
- magma "secondario" o "acido".



Dualismo magmatico: il magma primario (in arancione) si forma nel mantello, quello secondario (in rosso) si origina nella crosta terrestre.

Il primo si forma nella parte superiore del mantello, è molto fluido e la sua temperatura si aggira sui 1200-1300 °C. Possiede una densità media di 3 g/cm³, poco inferiore a quella del mantello (3,3 g/cm³). Durante un'eruzione vulcanica, questo tipo di magma raggiunge molto facilmente la superficie poiché la diminuzione di pressione che si riscontra con la diminuzione della profondità non influisce particolarmente sulla temperatura di fusione della massa magmatica. Per quanto riguarda la composizione chimica, il magma primario è composto da minerali femici (o basici), e ultrafemici (basso contenuto in silice), per esempio inosilicati ricchi di ferro e magnesio (peridotiti), con la totale assenza del minerale quarzo.

Il magma secondario, invece, si genera per fusione parziale delle rocce della crosta terrestre; è molto viscoso e relativamente freddo (700-800 °C) e la sua densità media è di 2,7 g/cm³. Viene chiamato anche "magma di anatessi", in quanto con "anatessi" si indica il processo di fusione parziale delle rocce in profondità. È composto interamente da minerali sialici (o acidi), quali tettosilicati (soprattutto quarzo), alluminosilicati e alcuni nesosilicati e inosilicati. Essendo molto viscoso, raramente affiora in superficie e spesso solidifica in profondità, dando così origine a particolari strutture chiamate "filoni" o "plutoni", i quali non sono altro che rocce magmatiche

intrusive, formate essenzialmente da granito, che rappresentano le masse di magma acido che non sono riuscite a raggiungere la superficie terrestre (dicchi e laccoliti).

Tutti i magmi contengono disciolte quantità variabili di **gas**, specialmente acqua e anidride carbonica, ma anche cloro, fluoro, vari composti dello zolfo (SO_2 , SO_3 , H_2S), metano e ammoniaca, la cui solubilità aumenta con la pressione. Solitamente, i gas si trovano ammassati in bolle che, a seconda del tipo di magma di cui fanno parte, vengono emesse o trattenute al momento dell'eruzione: i magmi basici tendono a liberare gas, mentre quelli acidi li trattengono. Da questo importantissimo fattore, si determinerà il tipo di eruzione vulcanica.

ERUZIONI VULCANICHE EFFUSIVE

Le eruzioni effusive sono le più comuni e, generalmente, le meno pericolose. Infatti, il loro prodotto è la classica **colata lavica**, generata da un magma di tipo basico, molto fluido, capace di perdere facilmente la propria componente gassosa: infatti, se ciò non avvenisse, l'elevata pressione dei gas rischierebbe di frantumare il magma e l'eruzione diventerebbe esplosiva. La dispersione dei gas può avvenire sia attraverso fumarole situate lungo i fianchi del vulcano, sia attraverso eruzioni precedenti a carattere esplosivo, anche se quest'ultimo è un caso molto particolare. La velocità di una colata lavica dipende da due importanti fattori, quali il grado di viscosità del magma da cui essa è stata generata e il tipo di superficie su cui essa scorre (se per esempio vi sono delle asperità topografiche, la colata tende a rallentare). Poiché la lava è basica, quindi abilitata a solidificare a grande distanza dal centro di emissione e, in base al grado di ruvidezza della superficie di raffreddamento, si possono distinguere tre tipi di lave:

- “pahoehoe” (termine hawaiano che significa “ci si può camminare sopra a piedi nudi”);
- “aa” (termine hawaiano che significa “non ci si può camminare sopra a piedi nudi”);
- “lave a corda”.

Le superfici di raffreddamento delle prime sono molto lisce, mentre per le seconde sono scoriacee, e quindi ruvide, taglienti. Le lave a corda, invece, presentano dei corrugamenti superficiali molto simili a delle corde tese, generati da asperità del suolo oppure da variazioni di velocità del flusso lavico. In alcuni casi, la porzione superficiale di una colata lavica si consolida prima di quella sottostante, perché si trova a diretto contatto con l'atmosfera: la massa solida può così fungere da isolante termico e, dunque, fare in modo che la parte fusa rimanga tale e continui a scorrere, dando origine a particolari strutture chiamate “tunnel di lava” (molto frequenti sull'Etna).

Le eruzioni effusive possono produrre anche lave acide: in casi del genere, queste, essendo molto viscosi, solidificano subito dopo essere state emesse, andando così a ostruire la parte sommitale del cratere vulcanico (si tratta comunque di eventi relativamente rari).



Un'eruzione effusiva e la relativa colata di lava.



Lava "pahoehoe"



Lava "aa".



Lava "a corda".



Un tunnel di lava.



L'eruzione esplosiva del Mount St. Helens nel maggio 1980.

ERUZIONI VULCANICHE ESPLOSIVE

Le eruzioni esplosive sono caratterizzate dalla violenta frammentazione del magma di tipo acido dovuta al rapido rilascio e alla decompressione dei gas vulcanici. La loro caratteristica principale, da cui deriva peraltro l'elevata pericolosità di queste eruzioni, consiste nell'emissione di enormi quantità di miscele di gas, particelle solide e liquide che, una volta ammassatesi in gigantesche nubi ardenti, scendono lungo i fianchi del vulcano a velocità e temperature elevatissime, distruggendo tutto ciò che incontrano lungo il loro percorso. Queste nubi ardenti vengono anche chiamate "**colate piroclastiche**", e sono composte da miscele di gas che si interpongono tra la superficie di scorrimento dell'intero flusso e una considerevole massa di detriti vulcanici denominati "**piroclasti**". Essi possono essere di varia dimensione: si va dai più piccoli (le ceneri) fino ai più grossolani (le bombe di lava), passando per quelli di medie dimensioni (i lapilli);

una parte proviene direttamente dalla

frammentazione del magma acido originario, mentre l'altra, già presente sulle pendici del vulcano, non è altro che il relitto di precedenti eruzioni. Quando i piroclasti si aggregano con i gas appena emessi, questi ultimi agiscono da puro lubrificante, permettendo così ai detriti vulcanici di scorrere su di essi a temperature dell'ordine di centinaia di gradi e a velocità di centinaia di km/h.

Le colate piroclastiche si possono formare in due modi differenti: se il cratere vulcanico non è ostruito, esse si generano per caduta gravitativa della nube di esplosione; se invece il cratere è parzialmente ostruito, gas e materiale solido e liquido vengono emessi dalla porzione libera del cratere, formando così la nube ardente. Se infine

l'ostruzione è totale, il "tappo" creatosi sarà completamente frantumato quando la pressione dei gas sarà in grado di vincere quella litostatica, e l'esplosione sarà perciò violentissima. Inoltre, ogni eruzione esplosiva genera una nube di esplosione, composta prevalentemente da gas e polveri, capace di innalzarsi fino ad altezze pari a decine di chilometri. Le particelle costituenti tali nubi possono riflettere una parte dell'energia proveniente dal Sole, la quale non riesce dunque a raggiungere la Terra: si originano in questo modo piccoli sconvolgimenti climatici (abbassamento di qualche decimo di grado della temperatura



media, abbondanza relativa di precipitazioni, ecc...) che possono interessare anche per qualche mese una vasta area intorno all'eruzione. Chiaramente, maggiore sarà il materiale emesso, più accentuati saranno questi mutamenti climatici e più estesa sarà la loro zona di influenza.

Le eruzioni esplosive si possono classificare in base al tipo di elementi che entrano in gioco: se la frammentazione del magma è dovuta alla sola espansione esplosiva dei gas contenuti nel magma, l'eruzione è detta magmatica; se la frammentazione avviene con il contributo di acqua di origine esterna (acqua di falda o superficiale) che, venendo a contatto con il magma, vaporizza istantaneamente espandendosi in maniera esplosiva, l'eruzione viene detta freato-magmatica; infine, nel caso in cui si abbia un'esplosione dovuta alla sola vaporizzazione di acqua di falda, senza che in superficie vengano emessi frammenti del magma che ha innescato l'esplosione, allora l'eruzione è definita freatica, ma questo è un caso piuttosto raro. La più pericolosa in assoluto è quella freato-magmatica, la stessa che, provocata dal Vesuvio nel 79 d.C., sommerse le città romane di Pompei ed Ercolano.

GLI STRATOVULCANI

Il tipo di edificio vulcanico più comune e più rappresentativo è sicuramente lo **stratovulcano**, detto anche "vulcano composito". Si tratta del classico rilievo a forma di tronco di cono i cui fianchi diventano sempre più ripidi all'aumentare dell'altitudine, e sulla cui cima è presente il cratere principale, che in alcuni casi può essere accompagnato da crateri avventizi situati poco più in basso. Questi crateri secondari si formano quando il cratere principale è ostruito, e perciò, durante le eruzioni, il magma in risalita lungo il



Il Fujiyama (in Giappone), un tipico esempio di stratovulcano.

condotto cerca percorsi alternativi e apre nuove bocche, le quali tendono spesso a districarsi lungo le linee di frattura del vulcano stesso. Gli stratovulcani sono tipicamente caratterizzati dall'alternanza di eruzioni effusive ed esplosive, in proporzioni molto variabili da vulcano a vulcano. Ciò dipende da particolari parametri quali l'ubicazione del vulcano, la composizione del magma che ne alimenta

le eruzioni, la possibile interazione di quest'ultimo con l'acqua di falda (può anche succedere che nel corso della stessa eruzione si passi da una modalità eruttiva all'altra). L'alternanza fra eruzioni effusive ed esplosive determina ovviamente anche un avvicinarsi di tipi di materiale vulcanico emesso: si passa da semplici colate laviche all'emissione di gas e materiali piroclastici. La lava può avere una composizione variabile, a volte più fluida (basica) a volte viscosa (acida), mentre i gas che si accumulano nella camera magmatica causano esplosioni intermittenti, ma non troppo violente, e l'emissione di materiale piroclastico. L'edificio vulcanico risulta quindi costituito da strati di lava consolidati alternati a strati di materiale piroclastico (ignimbrite), di consistenza e dimensioni variabili (ceneri, lapilli, bombe laviche).

Gli stratovulcani possono alternare periodi di intensa attività persistente a lunghi periodi di riposo, che possono avere anche la durata di migliaia di anni: generalmente, quando essi si risvegliano dopo un lungo arco di tempo, danno vita a eruzioni esplosive



Una fontana di lava generata dall'Etna, uno stratovulcano la cui attività si addice però maggiormente ai vulcani a scudo.

molto violente e disastrose. Tipici esempi di stratovulcani nel mondo sono il Vesuvio, lo Stromboli, il Fujiyama (in Giappone), il Mount St. Helens (nell'America nord-occidentale), il Cotopaxi (in Ecuador), il Kilimangiaro (in Africa) e il Pinatubo (nelle Filippine). L'Etna, invece, costituisce una via intermedia tra gli stratovulcani e i vulcani a scudo.

I VULCANI A SCUDO

Morfologicamente, i **vulcani a scudo** sono costituiti sempre da rilievi con il cratere principale situato sulla cima, ma questa volta i pendii non sono affatto ripidi e la forma di tronco di cono dell'edificio vulcanico risulta molto schiacciata. Ciò avviene perché le eruzioni generate da questi tipi di vulcani sono solo effusive, quindi si sviluppano semplicemente colate di lava basica: questa, essendo molto fluida, solidifica a grande distanza dal centro di emissione, e perciò il

vulcano si espande in orizzontale, lasciando quasi intatti i pendii sommitali. Negli stratovulcani, invece, avviene il contrario perché la lava che fuoriesce dal cratere è acida e tende quindi a consolidarsi essenzialmente in cima, permettendo all'edificio vulcanico di aumentare in altitudine. Tuttavia, in circostanze molto rare, anche i vulcani a scudo possono eruttare lava sialica. Questa, raffreddandosi molto velocemente, crea delle strutture chiamate "**duomi di lava**" o "**cupole di ristagno**",

ovvero costruzioni laviche di forma più o meno conica (cupola) che si formano al di sopra del cratere quando la lava è molto acida. Se queste strutture raggiungono altezze dell'ordine di centinaia di metri, tali da sembrare delle guglie, esse prendono il



nome di “protrusioni solide”. La lava basica, invece, dà vita a rocce femiche effusive chiamate “basalti”, i principali costituenti dei fondali oceanici: se queste rocce si dispongono verticalmente, lungo una parete rocciosa già esistente, assumono la forma allungata di tanti prismi a base esagonale che generano un bellissimo effetto visivo a “canne d’organo” (sono molto frequenti in Islanda).

I vulcani a scudo eruttano con molta frequenza e le loro eruzioni, trattandosi di semplici colate laviche, raramente provocano danni. In Italia, un esempio di vulcano a scudo è costituito dall’Etna, nato circa 600.000 anni fa come vulcano sottomarino, poi emerso in superficie circa 200.000 anni dopo. Attualmente, è difficile stabilire la natura dell’Etna, perché la sua forma è tipica degli stratovulcani, mentre la sua attività effusiva è caratteristica dei vulcani a scudo.



Colonne di basalti in Islanda.

LE CALDERE

Quando l’eruzione di un edificio vulcanico centrale è molto violenta, può accadere che l’intero cratere sprofondi all’interno della camera magmatica vuota non ancora ricaricata e dia così origine ad una particolare struttura chiamata “**caldera**”, una cavità di grosse dimensioni, di forma circolare o ellittica caratterizzata da pareti interne subverticali. Questo fenomeno può verificarsi durante o subito dopo un’eruzione, quando l’eccessivo peso dovuto al carico delle rocce che gravano sul tetto della camera magmatica supera la pressione litostatica che la protegge. In altri casi, invece, una lenta subsidenza dell’area interessata dal collasso può protrarsi molto a lungo nel tempo, dopo la fine di un’eruzione: il cedimento può realizzarsi sia attraverso la formazione di nuove fratture (generalmente lungo la zona che in superficie corrisponde alla camera magmatica), sia attraverso la riattivazione di fratture preesistenti. Tuttavia, molto raramente, alcune caldere possono essere soggette a un fenomeno particolare chiamato “risorgenza”, che consiste nel sollevamento del fondo calderico a causa della spinta del magma sottostante.

Le caldere possono ricoprire aree molto vaste ed essere anche abbastanza profonde: è il caso dei Campi Flegrei, presso Napoli, dove un’enorme caldera formatasi tra 36.000 e 14.000 anni fa, la cui attuale superficie misura circa 180 km², provoca ripetuti fenomeni di bradisismo e di vulcanesimo secondario (solfatare, fumarole e sorgenti calde). Altrove, le depressioni calderiche possono riempirsi d’acqua e formare laghi di origine vulcanica (Bolsena, Vico, Bracciano nel Lazio e il Crater Lake nell’Oregon) oppure, durante le eruzioni, creare dei veri e propri laghi di lava (Kilauea nelle Isole Hawaii e alcuni vulcani africani). La più grande caldera in assoluto conosciuta non si

trova sulla Terra, bensì su Marte, dove si è formata in seguito allo sprofondamento della sommità del Monte Olimpo, alto ben 26 km.

I VULCANI LINEARI

Come suggerisce il nome stesso, queste strutture vulcaniche non sono identificabili con le semplici montagne dalle quali il magma fuoriesce attraverso un cratere principale, ma tendono a coincidere con le fratture della crosta terrestre, soprattutto in prossimità delle dorsali oceaniche. Infatti, si potrebbe anche affermare che queste ultime non sono altro che una serie di **vulcani lineari** che si snodano lungo tutta la litosfera, per una lunghezza complessiva di 80.000 km. Le eruzioni generate da tali vulcani sono dette “**fissurali**” e la lava che viene emessa è interamente basica (fluida) perché, essendo la crosta terrestre molto sottile in presenza delle dorsali, proviene direttamente dalla zona superiore del mantello. Quando il magma fuoriesce dalle fessure, sia sul fondo degli oceani che in superficie, occupa aree relativamente pianeggianti e forma giganteschi piastroni di basalto, spessi a volte più di mille metri, chiamati “plateaux basaltici”: essi sono molto frequenti in Islanda, dove attualmente una gran parte dei vulcani è lineare. Anche in India e nell’America meridionale sono presenti vasti plateaux, ma questi risalgono a ere geologiche molto antiche, a differenza di quelli islandesi, molto più giovani a causa della natura geologica dell’isola.



Un'eruzione fissurale.



Un plateau basaltico in Islanda.

I CONI DI SCORIE

I **coni di scorie** sono piccoli edifici vulcanici monogenici, originatisi nel corso di eruzioni subaeree della durata di pochi giorni o pochi anni. Essi sono formati dall'accumulo di materiale vulcanico (in genere ceneri e piroclasti) messo in posto nelle immediate vicinanze del centro di emissione. La forma di questi edifici è approssimativamente circolare o ellittica, ma se l'attività che ne determina la formazione si protrae nel tempo, la struttura tende ad estendersi lungo alcune fratture. I coni di scorie sono caratterizzati dalla presenza di un piccolo cratere sommitale di forma emisferica, il cui diametro è mediamente pari al 40% del diametro di base, che può variare da 0,25 a 2,5 km, con una media di 0,9 km. L'altezza dei coni non va generalmente oltre il 18% del diametro di base. I depositi vulcanici che si accumulano lungo i pendii includono anche bombe e brandelli di lava. Questi ultimi, ancora parzialmente fluidi al



Un cono di scorie originatosi sull'Etna.

momento dell'eruzione, possono assumere forme affusolate e tendono a solidificarsi durante il tragitto compiuto nell'atmosfera; se invece la solidificazione non è ancora avvenuta, si deformano plasticamente al momento dell'impatto con la superficie terrestre. In alcuni casi, vi è la completa deposizione di strati di pomice a gradazione inversa, che danno origine ai cosiddetti "**coni di pomice**". Essi, a differenza dei coni di scorie, possono essere anche poligenici.

I SUPERVULCANI E IL PARCO DI YELLOWSTONE

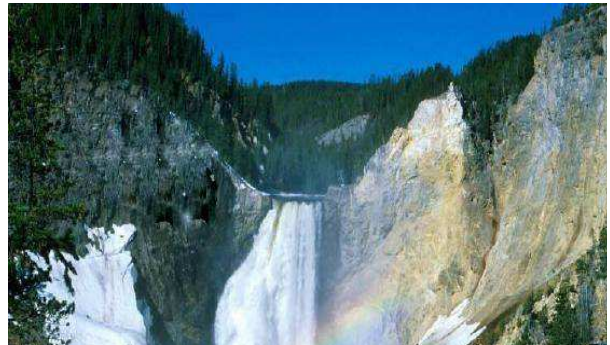
Il termine "**supervulcano**" fu utilizzato per la prima volta nel 2000, con lo scopo di riferirsi a un tipo di vulcano capace di produrre gigantesche eruzioni, tali da modificare radicalmente il paesaggio locale e condizionare pesantemente il clima a livello mondiale per diversi anni, con effetti cataclismatici sulla vita stessa del pianeta e dei suoi abitanti. Dal punto di vista morfologico, non si tratta di un apparato vulcanico centrale a forma di montagna, ma di una depressione, di un enorme cratere collassato sottoterra, molto difficile da individuare. Il meccanismo che dà origine ad esso non si discosta molto da quello tipico dei "semplici" vulcani perché anche i supervulcani si possono generare ai margini delle placche o in presenza di punti caldi. È probabile che la loro camera magmatica vada ad interagire con una camera preesistente, ma estinta: questo fenomeno provocherebbe l'ampliamento a dismisura del serbatoio principale, che rimane comunque nascosto nel sottosuolo. Le immense dimensioni del vulcano, e il successivo considerevole tempo impiegato dalla camera magmatica per ricaricarsi dopo un'eruzione, fanno in modo che l'attività distruttiva di un supervulcano si intensifichi ogni centinaia di migliaia di anni: in questo lungo arco di tempo, spesso

in superficie si manifestano consistenti apparizioni di fenomeni di vulcanesimo secondario. Quando un vulcano di questo tipo entra in attività, si verifica un evento di

proporzioni colossali, in grado di espellere centinaia di chilometri cubi di magma e di materiale piroclastico: un'eruzione del genere cancellerebbe virtualmente tutte le forme di vita nel raggio di centinaia di chilometri, mentre un'area dalle dimensioni paragonabili a un intero continente verrebbe quasi interamente sepolta dalle ceneri vulcaniche. In sostanza, ne deriverebbe un immenso sconvolgimento climatico.

Oggi, l'attenzione dei vulcanologi di tutto il mondo è rivolta verso il **Parco nazionale di Yellowstone**, nel Wyoming, sotto cui si

nasconde un'enorme caldera. Questa è ampia ben 70 km, larga 30, e si trova 8 km sotto la superficie terrestre: in pratica, occupa un'area equivalente all'intera Valle d'Aosta! Tutti i fenomeni geotermici di Yellowstone (geyser e sorgenti termali) sono perciò causati dall'elevato flusso termico generato da un punto caldo stazionario sopra il quale si trova il parco. Le eruzioni vulcaniche che hanno formato la caldera furono di dimensioni veramente gigantesche: l'ultima di queste, avvenuta circa 630.000 anni fa, produsse più di 1000 km³ di ceneri e piroclasti che ricoprirono quasi tutti Stati Uniti occidentali. Altre, invece, sono state a dir poco peggiori, come quella risalente a 2,1 milioni di anni fa, che emise una quantità impressionante di ceneri e piroclasti: più di



Il Parco nazionale di Yellowstone (U.S.A.).



Estensione approssimata del deposito di cenere dalla gigantesca eruzione di Yellowstone avvenuta 630.000 anni fa (il puntino rosso rappresenta il supervulcano).

2500 km³. Queste e quella della caldera del lago Toba a Sumatra (in Indonesia), avvenuta circa 75.000 anni fa, sono le più grandi e devastanti eruzioni vulcaniche mai conosciute: l'eruzione del Mount St. Helens del 1980 appare davvero insignificante, se confrontata con queste ultime.

La storia geologica certifica che il supervulcano di Yellowstone erutta circa ogni 600.000 anni, ma l'ultima eruzione risale a 630.000 anni fa. Significa che questa volta l'abbiamo davvero passata liscia? Purtroppo no, vuol dire che il vulcano è solo in ritardo: la prossima esplosione, secondo i vulcanologi americani (anche se si tratta di mere ipotesi), è prevista entro il 2074.

Le conseguenze sarebbero di enorme portata, soprattutto sul clima: l'energia prodotta dall'eruzione sarebbe pari a quella generata dall'impatto di una cometa o di un asteroide, e quindi l'intero pianeta rischierebbe seriamente di entrare in una sorta di inverno nucleare. Ciò avverrebbe perché il supervulcano, esplodendo, scaglierebbe nell'atmosfera migliaia di chilometri cubi di roccia, ceneri, polveri e materiale sulfureo: una massa di sostanze tale da far rimbalzare le radiazioni solari in arrivo sul nostro pianeta, facendo così abbassare notevolmente la temperatura della superficie terrestre. Infatti, le ricerche geologiche affermano che l'eruzione di 74.000 anni fa del lago Toba in Indonesia provocò un raffreddamento del clima di quasi cinque gradi Celsius, e giunse quasi a spazzare via dal pianeta tutti gli esseri viventi, vegetali e animali. In questi ultimi anni le scosse sismiche si stanno

intensificando, e la bolla sovrastante la caldera si sta gonfiando, al punto che il lago del Parco di Yellowstone ha inondato luoghi che prima erano all'asciutto. Il tempo sta quindi scadendo e la catastrofe potrebbe davvero essere imminente e devastante.

Comunque, il pericolo maggiore non proviene solo dagli Stati Uniti o dall'Indonesia, bensì anche dall'Italia, e precisamente dall'area napoletana. I **Campi Flegrei** sono ufficialmente riconosciuti come una caldera, ma, per le sue grandi dimensioni, essa può essere classificata anche come un supervulcano: questo non ci lascia affatto tranquilli perché, come del resto per il Parco di Yellowstone, un'area molto estesa e, soprattutto, densamente popolata, è soggetta a continui fenomeni di bradisismo (sollevamento e abbassamento impercettibile del suolo) e di vulcanismo secondario (solfatare e fumarole). Possibile imminente eruzione? Probabilmente no, perché questi fenomeni non sono del tutto "nuovi", ma si verificano incessantemente da secoli. Ciò nonostante, l'area dei Campi Flegrei deve essere tenuta d'occhio costantemente, perché, anche se la casistica internazionale afferma che la probabilità che una generica supereruzione si verifichi durante le nostre vite sia una su un milione, è sempre meglio essere preparati ad un evento catastrofico che, in ogni caso, anche se non si sa precisamente dove e quando, comunque avverrà.



Immagine 3D della caldera di Yellowstone, estesa in superficie circa 2000 km².

VULCANESIMO SECONDARIO: I GEYSER



I vulcanesimo secondario sono costituite dai **geyser**. Si tratta di senza colonne di vapore e acqua bollente, secondo intervalli da pochi minuti ad alcuni anni. L'altezza complessiva che può raggiungere oscilla fra 1 e 100 metri circa, e il singolo episodio varia da pochi litri a centinaia di metri cubi. La colonna d'acqua viene vaporizzata al contatto con una roccia a profondità. Infatti, nella crosta terrestre sono presenti rocce dirette prima verso il basso e poi verso l'alto, circondate da rocce, nelle vicinanze delle quali è posta una camera magmatica. Non riesce a dare origine ad un apparato vulcanico e può solo restare circolante. Questa entra nella struttura a sifone e viene riscaldata dalla camera magmatica, ma la profondità e la conseguente pressione impediscono al vapore; in seguito risale in superficie e, con una pressione sufficiente, si liberano i gas.

Questo è dovuto proprio al tempo necessario affinché il sifone si

Su scala globale, i geyser sono molto rari in quanto richiedono una combinazione di caratteri geologici e climatici che esistono solo in poche aree. Infatti, essi si trovano in prossimità di vulcani o in luoghi in cui la crosta terrestre è abbastanza sottile. È necessaria anche una rilevante presenza di acqua, quindi fiumi, laghi, falde acquifere e abbondanti precipitazioni. I geyser più noti del mondo si ritrovano in Islanda, in Nuova Zelanda, in Cile, nella Russia orientale e negli Stati Uniti. Famoso è, in quest'ultimo paese, il geyser chiamato "Old Faithful", situato nel Parco nazionale di Yellowstone, il quale espelle durante ogni eruzione da 38.000 a 45.000 litri d'acqua. Questo geyser erutta a intervalli compresi fra 30 e 90 minuti e la sua colonna di vapore raggiunge un'altezza variabile fra i 40 e i 50 metri. La fonte di calore che lo alimenta si deve rintracciare nella natura geologica del parco, sotto cui è presente il supervulcano più pericoloso del mondo.



Sequenza degli istanti in cui avviene l'eruzione di un geyser. A destra, il geyser "Old Faithful" nel Parco di Yellowstone (U.S.A.).



Fra le altre manifestazioni di vulcanesimo secondario vi sono le fumarole, le solfatare, le mofete, i soffioni boraciferi e il bradisismo.

Le **fumarole** sono emanazioni di vapore e altri gas vulcanici presenti generalmente in prossimità dei crateri o dei fianchi di vulcani attivi, nonché in aree idrotermali i cui centri vulcanici sono estinti da molto tempo. I gas vulcanici (CO_2 , CO , SO_2 , H_2S , HCl , HF) risalgono per mezzo di piccole ma profonde fessure nel suolo a temperature che vanno da 100 fino a 900 °C. A contatto con l'atmosfera, essi condensano formando i caratteristici "fumi" da cui deriva il nome del fenomeno.

Le **solfatare** sono piccoli apparati vulcanici in cui è presente un campo fumarolico, più o meno esteso, la cui attività è costituita principalmente

dall'emissione di vapore e gas a forte compon

l'ossigeno esterno, e le rocce adiacenti assumono un colore giallastro che indica la presenza dell'elemento zolfo. Le solfatare più famose del mondo si ritrovano presso i Campi Flegrei (Solfatara di Pozzuoli), sull'Isola di Vulcano in Sicilia, in Islanda e nel Parco nazionale di Yellowstone.

Le **mofete** sono sorgenti di anidride carbonica relativamente fredda che, se respirata, è capace di produrre l'asfissia e anche la morte degli animali e dell'uomo. Esse scaturiscono da fratture del



Una solfatar.

FOTO: IANA SALERNI

terreno e l'anidride carbonica emessa, essendo un gas più denso dell'aria, tende a ristagnare sul fondo se si disperde in luoghi non ventilati quali



I soffioni boraciferi di Larderello.

grotte e cunicoli minerari, come ad esempio la “Grotta del cane” nei Campi Flegrei, dove solitamente le mofete si attivano subito dopo un breve periodo di attività sismica o vulcanica.

I **soffioni boraciferi** si sviluppano durante la fase di stasi tra un'eruzione e la successiva oppure durante le ultime fasi di vita di un vulcano. Essi permettono ai gas (H_2O , NH_3 , H_3BO_3) che si sprigionano all'interno della camera magmatica (dove si trovano a temperature che si aggirano sui $230\text{ }^{\circ}\text{C}$ e a pressioni di circa 20 atm) di risalire in superficie e volatilizzarsi. I soffioni boraciferi sono molto diffusi a Larderello, in Toscana, dove sono presenti anche centrali elettriche per il relativo sfruttamento.

Infine, il **bradisismo** (dal greco *bradýs*, “lento” e *seismós*, “scossa”) è un fenomeno molto diffuso nell'area dei Campi Flegrei, in particolare nella zona di Pozzuoli: esso consiste in un periodico abbassamento (bradisismo negativo) o innalzamento (bradisismo positivo) del livello del suolo, relativamente lento sulla scala dei tempi umani (nell'ordine di 1 cm all'anno) ma molto veloce rispetto ai tempi geologici. Tale fenomeno è generalmente dovuto a variazioni del volume di una camera magmatica vicina alla superficie che si svuota e si riempie in continuazione, o anche a variazioni di calore che influiscono sulla massa d'acqua contenuta nel sottosuolo molto poroso. Il processo di bradisismo è ben riconoscibile nelle regioni costiere, dove l'abbassamento del terreno provoca un lento arretramento della linea di costa, mentre in caso di innalzamento vengono messi allo scoperto i fondali bassi: in questo caso la linea di costa subisce un avanzamento.

DISTRIBUZIONE GLOBALE DEI VULCANI

Sebbene i vulcani noti nel mondo siano più di un migliaio, soltanto circa 500 hanno mostrato una certa attività in tempi storici e sono quindi da considerarsi “vulcani attivi” in senso stretto. Tuttavia, un vulcano può rimanere in una fase di quiescenza anche per vari secoli senza peraltro essere diventato inattivo. Da questo presupposto, i vulcanologi hanno stabilito che un vulcano può essere definito “spento” se negli ultimi 10 mila anni non ha manifestato alcun tipo di attività; è invece “quiescente” se, per un lungo arco di tempo, anche se non si sono verificate eruzioni, esso ha comunque emesso gas o vapore, benché in quantità irrilevanti.

I vulcani presenti sulla Terra non sono distribuiti in modo uniforme sulla sua superficie: il 99% è concentrato in alcune zone particolari che, tra l'altro, sono sede di frequenti terremoti con ipocentro superficiale. Le aree più interessate al fenomeno del vulcanesimo sono le **dorsali medio-oceaniche**, le **zone di subduzione** e, per il rimanente 1%, i cosiddetti “**punti caldi**”. Le prime due categorie rappresentano i margini delle placche che costituiscono la litosfera, dove l'attività sismica e vulcanica è incessante a causa delle numerose fessure dalle quali viene emessa un'enorme quantità di flusso termico e di roccia fusa. I vulcani che si trovano in corrispondenza dei punti caldi non si trovano al confine fra due o più placche, bensì nel mezzo di esse: per questo motivo, vengono chiamati “vulcani intraplacca”. Essi sono alimentati da una fonte rintracciabile nella parte inferiore del mantello, la quale non si sposta con l'intera zolla, ma rimane sempre ferma nello stesso punto.

Comunque, non tutti i punti caldi si trovano all'interno delle placche: ve ne sono alcuni che sono collocati in corrispondenza delle dorsali oceaniche, ad esempio quelli che hanno formato l'Islanda, le Azzorre e le Galapagos. Le Hawaii, invece, sono state create da un punto caldo che staziona al centro della placca dell'Oceano Pacifico.

I vulcani che non si trovano in corrispondenza di punti caldi si ritrovano nella "cintura di fuoco" circumpacifica, nella parte occidentale del continente americano, nel Mar Mediterraneo, lungo la dorsale medio-atlantica e nella "Rift Valley" africana. Queste vaste aree sono caratterizzate da fenomeni di divergenza o convergenza tra due o più placche. In generale, i vulcani posti nelle zone di subduzione presentano un carattere più esplosivo di quelli situati vicino alle dorsali: ciò avviene perché i primi sono alimentati da un magma acido, dovuto alla fusione parziale della litosfera della placca in subduzione, mentre i secondi da un magma basico che proviene direttamente dal mantello.



L'ISLANDA

L'**Islanda** è un'isola situata nell'Europa nord-occidentale, pochi chilometri al di sotto del circolo polare artico. Il suo nome deriva dall'inglese *Iceland*, che significa "terra del ghiaccio"; a differenza di ciò che si potrebbe facilmente ricavare da questa denominazione, l'isola è caratterizzata da un'intensa attività sismica e vulcanica, poiché essa rappresenta l'emersione in superficie di un segmento della **dorsale medio-atlantica**. Questa è una profonda spaccatura che "taglia" in due parti l'Oceano Atlantico e che in Islanda (e anche nelle isole Azzorre), appunto, emerge, seguendo un andamento NE-SO e dividendo dunque l'isola in due parti: la

l vulcani (triangolino rossi) si concentrano in aree molto part
modo uniforme sulla superficie terrestre.
nora-americana.



La dorsale medio-atlantica divide l'Islanda in due parti.

UN SISTEMA IN CONTINUA EVOLUZIONE

La formazione dell'Islanda è cominciata circa 16 milioni di anni fa. L'isola è il risultato di numerose eruzioni vulcaniche sottomarine generate sia dalla dorsale medio-atlantica, sia da un punto caldo: l'enorme quantità di magma proveniente dal mantello

terrestre, una volta solidificatosi a contatto con l'acqua del mare, è apparsa gradualmente in superficie, formando così un'isola vulcanica. Questa attività è tuttora in corso e negli ultimi 3



Sistema di faglie lungo la costa islandese.



milioni di anni ha contribuito a dar forma all'aspetto attuale dell'isola. Poiché la dorsale medio-atlantica costituisce un esempio di margine continentale divergente tra due placche tettoniche e vi è, dunque, costruzione di nuova litosfera, l'Islanda è destinata ad espandersi in orizzontale e ad aumentare così la propria superficie.

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

Geologicamente, l'Islanda rappresenta un sistema instabile, cioè in continua trasformazione, e ciò è ampiamente testimoniato dalla presenza di numerosi vulcani attivi e anche da cospicui fenomeni di vulcanesimo secondario. Sull'isola sono presenti più di 500 vulcani, di cui 130 attivi (in geologia un vulcano si dice attivo se ha avuto eruzioni negli ultimi 10.000 anni): ogni anno, questi vulcani producono una quantità di lava pari a circa un terzo di quella prodotta dai vulcani di tutto il mondo, anche se le maggiori attività vulcaniche si verificano in media ogni 5 anni. I vulcani islandesi generano **eruzioni di tipo effusivo** perché, data la presenza di un punto caldo al di sotto della crosta terrestre, il magma che alimenta le eruzioni è basico (proviene direttamente dal mantello). La caratteristica principale di questi vulcani è la forma, unica nella loro specie: molti non presentano il classico edificio a tronco di cono con un cratere principale collocato sulla cima. Infatti, i crateri di questi vulcani tendono a identificarsi con le fratture della crosta terrestre, assumendo forme allungate e molto strette, simili a delle fessure: per questo motivo essi prendono il nome di “**vulcani lineari**”, e le loro eruzioni sono dette “**fissurali**”. La lava basica che fuoriesce da queste fratture si dispiega su zone relativamente pianeggianti e, quando si solidifica, dà origine a dei veri e propri “campi di lava” che vengono comunemente denominati plateaux basaltici.

Ma in Islanda non esistono solo vulcani: è possibile trovare anche fenomeni di vulcanesimo secondario, tra cui fumarole, solfatare, sorgenti geotermali e idrotermali, e, soprattutto, geysir.



L'intero territorio islandese è ricoperto da fratture molto lunghe e strette, le quali talvolta si possono riempire d'acqua oppure, nel caso dei vulcani lineari, di lava.



L'HEKLA

L'**Hekla** è il più famoso e più pericoloso vulcano islandese. Si tratta di uno stratovulcano, quindi le sue eruzioni possono essere sia effusive che esplosive. Questo fenomeno è molto raro in Islanda, dato che qui le eruzioni vulcaniche sono quasi sempre effusive. Dal punto di vista morfologico, oltre al cratere principale, l'Hekla è formato da numerosi crateri avventizi che si snodano lungo una frattura lunga ben 40 km, di cui 5,5 sono occupati dal vulcano vero e proprio. L'attività vulcanica s'intensifica in media ogni 10 anni e le sue ultime eruzioni risalgono al 1991 e al 2000, ma le più violente si verificarono nel 1104, nel 1767 e nel 1948. In generale, l'enorme quantità di lava emessa dal vulcano nel corso degli ultimi 10.000 anni ha indotto i vulcanologi a ritenere l'Hekla il vulcano più produttivo dell'intera Islanda.



L'eruzione dell'Hekla del 1970.

IL KRAFLA



Colata di lava generata dal Krafla.

A nord dell'Islanda vi è una zona molto attiva dal punto di vista geotermico, l'area del Krafla-Myvatn, di cui **Myvatn** è un lago di origine vulcanica, mentre il **Krafla** è il vulcano caratteristico di questa zona. Quest'ultimo viene comunemente classificato come caldera, nella quale sono presenti molti coni di scorie e anelli di tufo, tali da circondare spesso piccoli laghi vulcanici e da assumere quindi la denominazione di "maar". Su ampia scala, il Krafla rappresenta una parte di un sistema di fratture che ricoprono l'intera zona e che si estendono per circa 90 km: per questo motivo, il vulcano è talvolta

considerato di tipo lineare, anche se la presenza della caldera è

inequivocabile. In passato, tra il 1724 e il 1729, si sono verificate una serie di eruzioni freato-magmatiche provocate dall'interazione dell'acqua dei laghetti con il magma della caldera sottostante, mentre tra il 1975 e il 1984 si sono avute solo eruzioni fissurali. Attualmente, come per l'Hekla, l'attività eruttiva si svolge in media ogni 10 anni e l'enorme quantità di energia geotermica presente nel sottosuolo ha permesso nel 1977 la costruzione di una delle più importanti centrali elettriche islandesi, capace di fornire energia sufficiente per un'area molto vasta.

IL LAKAGIGAR



Sistema di coni di scorie e di fratture che costituiscono il Lakagigar.

Data la posizione geologica dell'Islanda, situata proprio sulla dorsale medio-atlantica, una parte dei vulcani islandesi è di tipo lineare e genera quindi eruzioni fissurali. Il più famoso di questi vulcani è il [Lakagigar](#), meglio conosciuto come "[Laki](#)". Si tratta di una serie di fratture lunghe in tutto circa 25 km e orientate in direzione NE-SO, lo stesso andamento della dorsale principale. Un importante e decisamente catastrofico evento geologico, avvenuto nel 1783, ha prodotto ben 130 piccoli coni di scorie eruttivi che si snodarono lungo le linee di frattura: l'evento fu caratterizzato da una serie di eruzioni freato-magmatiche che si sono via via trasformate in semplici colate di lava, creando così alcuni plateaux basaltici molto comuni in Islanda. Indubbiamente, l'eruzione del 1783 fu in generale la più violenta e la più catastrofica mai registrata dagli islandesi: le sue conseguenze ebbero effetti su tutto il pianeta.

L'ISOLA DI SURTSEY

[Surtsey](#) è una piccola isola vulcanica situata a pochi chilometri dalle coste meridionali dell'Islanda. È una delle isole più giovani del mondo, essendo emersa nel novembre del 1963 a seguito di un'intensa attività vulcanica in corrispondenza della dorsale medio-atlantica: l'eruzione sottomarina generò prima un edificio vulcanico alto circa 130 metri con attività prevalentemente esplosiva; in seguito, con l'incremento della superficie dell'isola causato dalle frequenti eruzioni, il vulcano si elevò fino a 150 metri e la sua attività divenne sempre più



L'eruzione che ha generato, nel 1963, l'isola vulcanica di Surtsey.

effusiva, poiché si riduceva il contatto fisico fra magma e acqua marina. Surtsey si stabilizzò nel giugno del 1967 e da allora non si sono più verificate eruzioni. Tuttavia, a causa del processo di erosione, essa tenderà a scomparire nel giro di qualche secolo, esattamente come sta accadendo per altri isolotti vulcanici della zona risalenti ad alcune migliaia di anni fa. Oggi Surtsey rappresenta un punto di riferimento per tutti i vulcanologi interessati sia alle modalità di formazione di questo tipo di isole, sia allo studio della biocolonizzazione su terre di origine vulcanica (qui fu trovato nel 2004 il primo nido di pulcinella di mare, un tipo di uccello molto comune in Islanda).



Veduta aerea dell'isola di Surtsey allo stato attuale. Qui a destra, un esemplare di pulcinella di mare, simbolo dell'Islanda.

IL GRIMSVOTN E GLI ALTRI VULCANI

In corrispondenza del ghiacciaio più grande d'Europa, il [Vatnajökull](#) (8300 km²), si trova una camera magmatica che alimenta un vulcano chiamato [Grímsvötn](#), che si trova dunque proprio sotto la calotta glaciale: col suo enorme calore, questa caldera è in grado di fondere parte del ghiaccio sovrastante ad essa, creando un lago la cui portata d'acqua aumenta col passare del tempo, finché non raggiunge un punto critico. Quando l'attività del Grímsvötn si intensifica, se nel lago è presente una notevole quantità d'acqua, si verificano eruzioni subglaciali freato-magmatiche, la cui potenza rischia di sciogliere completamente porzioni intere



Quando il Grímsvötn entra in attività, il ghiacciaio Vatnajökull ne risente in modo particolare.

del ghiacciaio e creare, come è avvenuto nel 1996, disastrose colate di lava e fango ([lahar](#)) che scorrono impetuosamente verso valle fino a riversarsi nell’oceano. Il Grimsvotn è uno dei più attivi vulcani islandesi: altre strutture vulcaniche non citate sono l’[Askja](#) (molto simile al Krafla), il [Katla](#) (di tipo subglaciale) e infine [Heimaey](#), un’isoletta vulcanica simile a Surtsey, ma molto più “vecchia”.



Un'eruzione del vulcano Heimaey, nato sull'isola omonima a sud dell'Islanda.



Uno dei tanti laghetti vulcanici che ricoprono i crateri dell'Askja.

I GEYSER

Trattandosi di una terra geologicamente molto attiva, con una crosta decisamente sottile e soprattutto ricca d’acqua (fiumi, laghi, falde acquifere), in Islanda si sono verificate le condizioni favorevoli per la formazione dei [geyser](#). Questi sono concentrati in una zona chiamata Geysir (da cui proviene il termine “geyser”, che in islandese significa “sgorgare”), dove è presente una grande falda acquifera e una camera magmatica ad una profondità tale da poter innescare il meccanismo di risalita dell’acqua bollente e, di conseguenza, di “eruzione” del geyser. Vi sono due geyser principali, il “Grande Geyser” e “[Strokkur](#)”: il primo, purtroppo in fase di spegnimento, è caratterizzato da un'eruzione ogni mese e mezzo,

Il geyser Strokkur, nella zona di Geysir.



mentre il secondo emana, con una temperatura che si aggira sugli 80°C, getti di altezza variabile tra 20 e i 30 metri ogni 7 minuti circa. Sempre nella zona di Geysir, sono presenti una serie di piccoli geyser in via di formazione, dovuti alla circolazione dell'acqua calda nel sottosuolo, e alcuni grandi crateri di geyser definitivamente estinti.

L'ENERGIA GEOTERMICA

Oltre ai geyser, in Islanda vi sono altre manifestazioni di vulcanesimo secondario: sorgenti geotermali, solfatare, fumarole, soffioni boraciferi e aree idrotermali. Di particolare importanza sono le **sorgenti geotermali**, il cui calore alimenta le numerose centrali elettriche sparse per tutta l'isola: queste prelevano energia geotermica dal sottosuolo e la trasformano in energia elettrica, fornendo così elettricità e calore all'intera isola. Solitamente, le **centrali elettrico-geotermiche**, come del resto tutti gli altri fenomeni di vulcanesimo secondario,



Una centrale elettrico-geotermica accanto a una sorgente geotermale.

La geotermia è la fortuna energetica dell'Islanda: l'isola basa l'intera sua esistenza energetico-climatica sul naturale equilibrio tra l'acqua calda di profondità e l'atmosfera glaciale esterna. Si pensi che oggi le società energetiche forniscono all'Islanda più del 70% dell'energia necessaria agli abitanti (in proporzione, di più di qualsiasi altro stato) e che il 99,9% dell'energia elettrica viene generata da fonti rinnovabili.

LE AURORE BOREALI



Un'aurora polare nei cieli islandesi.

Uno dei fenomeni naturali più affascinanti a cui si può assistere in Islanda è senza dubbio lo spettacolo dell'**aurora boreale**. Ciò è possibile perché l'isola si trova in prossimità del polo sud magnetico terrestre, dove c'è una maggiore densità di linee del campo magnetico della Terra, e quindi una probabilità altissima che le particelle che compongono la ionosfera si ionizzino a contatto con quelle provenienti dal sole (vento solare): l'interazione tra il moto delle particelle del vento solare, intrappolate nella magnetosfera, e la variazione di energia che subiscono gli atomi della ionosfera, genera i tipici colori delle aurore, i quali variano a seconda della quantità di energia persa. Questa si trasforma di fatto in radiazioni luminose. In Islanda, le aurore boreali sono facilmente visibili a marzo e a ottobre, a causa del rapporto delle

inclinazioni del Sole e della Terra, tali da fare in modo che una cospicua parte del vento solare raggiunga il nostro pianeta e dia così il via allo splendido fenomeno.

ISLANDA, IL PARADISO DEI GEOLOGI

L'Islanda viene tuttora considerata dai geologi di tutto il mondo un vero e proprio paradiso. Studiare le caratteristiche di questa terra significa andare a verificare sul campo tutte le teorie sulla deriva dei continenti fino ad ora formulate, da quella di Alfred Wegener, agli inizi del '900, alla tettonica a zolle, oggi universalmente accettata. Inoltre, l'analisi delle anomalie magnetiche riscontrate lungo la [dorsale di Reykjanes](#) (una parte della dorsale medio-atlantica situata nella zona sud-occidentale dell'isola) ha permesso agli studiosi di paleomagnetismo di confermare le teorie sull'espansione dei fondali oceanici e quelle sulle inversioni del campo magnetico terrestre nel corso delle ere geologiche. Studiare l'Islanda vuol dire insomma tuffarsi nella memoria del nostro pianeta, scoprire la genesi delle terre emerse e costruire dunque un modello che sia in grado di prevedere l'evoluzione geologica e geofisica terrestre.

Personalmente, il viaggio che ho fatto in Islanda nell'agosto 2007 (che peraltro mi ha regalato la maggiore età!) è stata un'esperienza indimenticabile, non solo dal punto di vista formativo, ma anche, e soprattutto, sotto l'aspetto umano, perché mi ha messo in contatto con una cultura molto diversa dalla nostra, dove alcuni valori sono stati decisamente sovvertiti, e in modo particolare con un popolo che convive armoniosamente con la natura, perché la rispetta, e non la sfrutta in modo aggressivo come oggi succede in buona parte del mondo. Spero vivamente, anzi, sono sicuro che in un futuro prossimo gli islandesi daranno a tutti noi una lezione su come migliorare il rapporto uomo-natura, un rapporto che, col passare del tempo, è destinato inevitabilmente a deteriorarsi in modo irreversibile.



Due delle immagini più belle di tutta l'Islanda: a sinistra, l'imponente cascata di Skogafoss, con i suoi 60 metri di altezza; a destra, la laguna glaciale di Jökulsárlón, insieme ai suoi numerosi iceberg.