

I Vulcani

Le manifestazioni vulcaniche e sismiche appartengono a quella categoria di processi naturali chiamati **ENDOGENI** (origine **all'interno della crosta terrestre** o sono originati da **forze generate entro la crosta**, queste forze si manifestano anche sulla superficie producendo morfologie caratteristiche, quali ad esempio gli edifici vulcanici).

I fenomeni vulcanici e sismici rappresentano una testimonianza, spesso drammatica, della continua evoluzione cui è sottoposto il nostro pianeta.

Le **manifestazioni vulcaniche e sismiche** sono distribuite sulla superficie terrestre e sono invece localizzate ad individuare delle **ZONE definite ATTIVE**.

Dove si concentrano le manifestazioni di processi endogeni: **ZOLLE TETTONICHE** da cui è costituita la crosta terrestre e corrispondono a **FASCE ATTIVE** dove si produce (dorsali oceaniche) o si elimina (zone di subduzione) crosta.

Il censimento di sismi e vulcani è difficoltoso ed è legato alla loro attività; per i vulcani bisogna poi tenere presente che il numero degli apparati sottomarini è assai elevato e difficilmente quantificabile, mentre i vulcani subaerei per i quali si hanno notizie, in tempi storici, di attività superano le 600 unità.

La maggior parte di questi si concentra nella cosiddetta "**cintura di fuoco**" dell'Oceano Pacifico, che va dalle *catene montuose di Sud, Centro e Nord America fino alle coste e agli arcipelaghi dell'Asia, all'Indonesia ed alla Nuova Zelanda, tracciando, insieme agli IPOCENTRI dei sismi, i limiti tra le ZOLLE TETTONICHE*.

Per quanto riguarda l'Italia i sismi di forte intensità di cui si ha memoria storica negli ultimi mille anni sono stati circa 200.

Qual è l'importanza dei fenomeni vulcanici a livello globale?

I **fondali oceanici**, sotto una coltre più o meno spessa di sedimenti marini, sono **costituiti da ROCCE EFFUSIVE**, basaltiche, prodotte in corrispondenza delle dorsali oceaniche che non sono altro che vulcani lineari in attività continua.

Forme e strutture del rilievo sottomarino

Attorno alle terre emerse vi è una **PIATTAFORMA CONTINENTALE a debole pendenza** (mediamente del 2%) e con modesta profondità (fino a -200 m); la sua estensione varia da luogo a luogo ed è maggiore in corrispondenza delle aree continentali piatte, ridotta laddove le grandi catene montuose si accostano al mare.

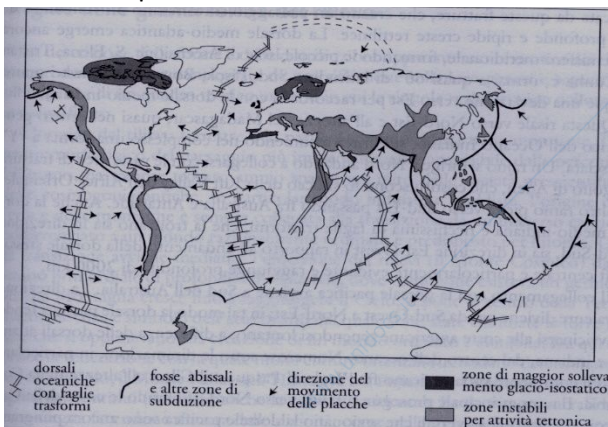
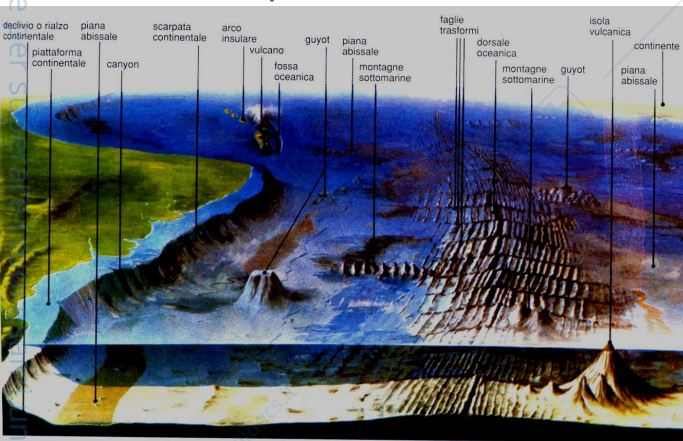
Globalmente la piattaforma continentale presenta una superficie pari a circa il 7% di tutti i fondali.

La piattaforma fa parte geologicamente del **CONTINENTE** vicino il cui margine si estende anche nella **SCARPATA CONTINENTALE** che si incontra solo ad una certa distanza dalla costa, è più ripida e giunge in media fino ai 2000 m di profondità, ma è di poco più estesa (9% del fondo marino) rispetto alla zona precedente.

Il bordo inferiore della scarpata è segnato da un dolce declivio detto **RIALZO CONTINENTALE** che segna il passaggio al dominio oceanico vero e proprio.

Oltre la scarpata si estendono i FONDI OCEANICI sino a profondità intorno ai 6000 m; essi occupano un'area molto vasta pari a circa l'83% della intera superficie sottomarina, a tratti interrotta da rilievi imponenti.

Sulla **PIATTAFORMA CONTINENTALE** sono accumulati imponenti depositi costruiti dai fiumi maggiori che in parte vengono ridistribuiti da correnti e moto ondoso.



Sulla piattaforma sono visibili forme dovute a modellamento subaereo (emersioni passate) e da modellamento sottomarino (**CANYONS**).

Per le zone di piattaforma e di scarpata mai emerse l'escavazione dei canyons va attribuita a fenomeni sottomarini (**CORRENTI TORBIDITÀ** – conoidi sottomarine).

Le **COLLINE ABISSALI** sono rilievi non molto accentuati del fondale oceanico formati probabilmente da apparati vulcanici che hanno rapidamente interrotto la loro evoluzione.

I **GUYOT** (dal nome di un oceanografo svizzero) sono vulcani sottomarini a sommità piatta che un tempo probabilmente si sviluppavano anche sopra la superficie del mare ma poi sono erosi e livellati dal moto ondoso e successivamente di nuovo sommersi a causa dell'abbassamento del fondale oceanico.

DORSALI OCEANICHE: formano una catena praticamente ininterrotta da un oceano all'altro per oltre 60000 km e coprono il 10% della superficie terrestre, emergono in prossimità di Azzorre ed Islanda. L'altezza della cresta è tra i 2000 e 3000 m rispetto al fondo marino.

La parte rimanente (poco più dell'1%) è occupata dalle **FOSSE o ABISSI** che comprendono le depressioni

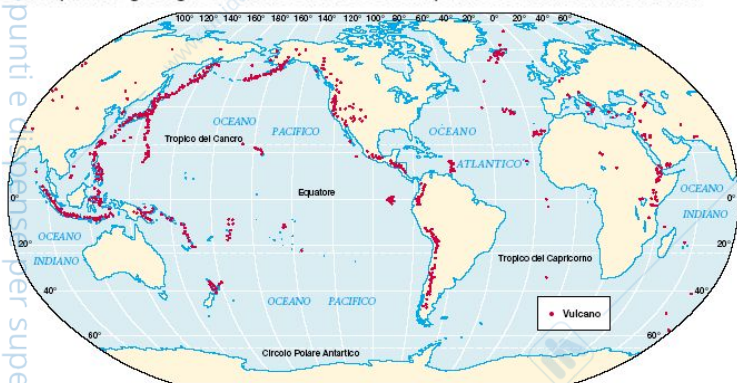
oltre i 6000 m fino alle massime profondità (11000 m); queste però non si trovano nelle zone centrali degli oceani, ma vicino al margine dei rilievi, sia emersi, sia sottomarini.

La profondità massima (11000 m) è stata misurata nella Fossa delle Marianne.

Le **FOSSE** viste in pianta hanno una forma arcuata con tipica convessità rivolta verso l'oceano.

Nei pressi delle fosse si trovano arcipelaghi detti **ARCHI INSULARI** di dimensioni molto varie e costituiti da una sequenza di piccole isole vulcaniche.

Figura 14-20. Distribuzione dei vulcani che hanno eruttato in qualche momento del recente passato geologico. L'Anello di fuoco circumpacifico è abbastanza evidente.



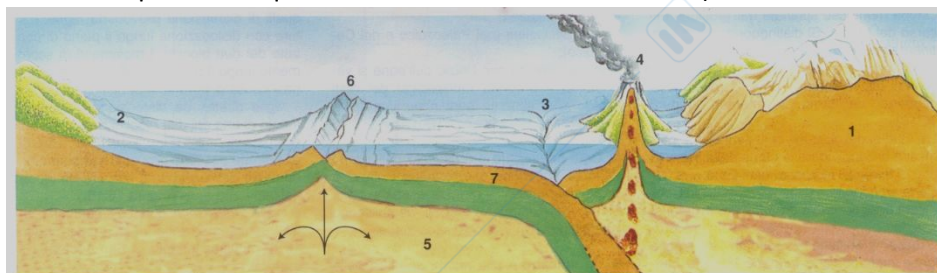
Vediamo ora di precisare meglio la definizione di VULCANISMO: fenomeni che portano **MAGMI** e gas associati dalla zona di origine alla superficie ed all'atmosfera.

MAGMI: fusione parziale di lembi di crosta terrestre e di mantello, localizzati in zone ben precise e limitate, chiamate **SERBATOI MAGMATICI o CAMERE MAGMATICHE**. Hanno una densità minore rispetto alle rocce che li circondano ed a ciò contribuisce anche l'elevato contenuto di gas ad essi associati (queste determinano il moto di risalita di magmi e gas che spesso avviene lungo fratture preesistenti).

Quando la pressione di questi materiali in ascesa supera quella delle rocce che li ricoprono, si ha un fenomeno dirompente che porta il materiale in superficie: **ERUZIONE**.

I gas vulcanici (H_2O per il 90%, H_2 , CO_2 , CH_4 , H_2S , HCl ,) si disperdono nell'atmosfera, mentre il magma fuoriuscendo alla superficie dà origine a **LAVE e DEPOSITI PIROCLASTICI**.

Quando lava e materiali magmatici sono emessi in quantità consistenti e trovano condizioni idonee al loro accumulo possono portare alla costruzione di **EDIFICI VULCANICI** che presentano forme caratteristiche (la più nota è quella a CONO con cratere terminale).

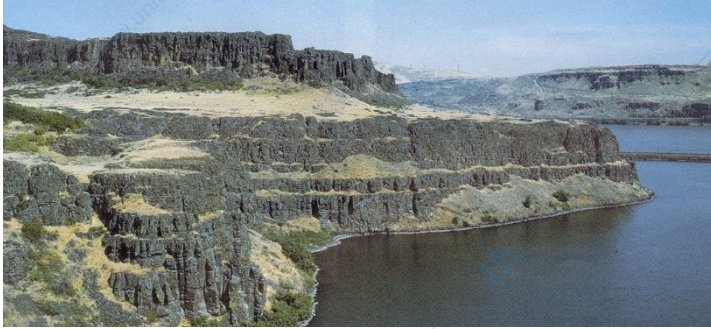


Le **LAVE** derivano dai magmi una volta che questi sono giunti in superficie fuoriuscendo dai crateri, hanno una temperatura compresa tra i 1200 ed i 750 °C, e possono essere più o meno fluide o viscosi in relazione alla composizione chimica del magma sorgente. Giunte in

superficie percorrono tratti più o meno lunghi, si accumulano e raffreddandosi infine solidificano.

Colate di lava basaltica visibili nei dirupi che fiancheggiano il fiume Columbia nello stato di Washington.

Ogni gradone rappresenta una grande colata lavica.



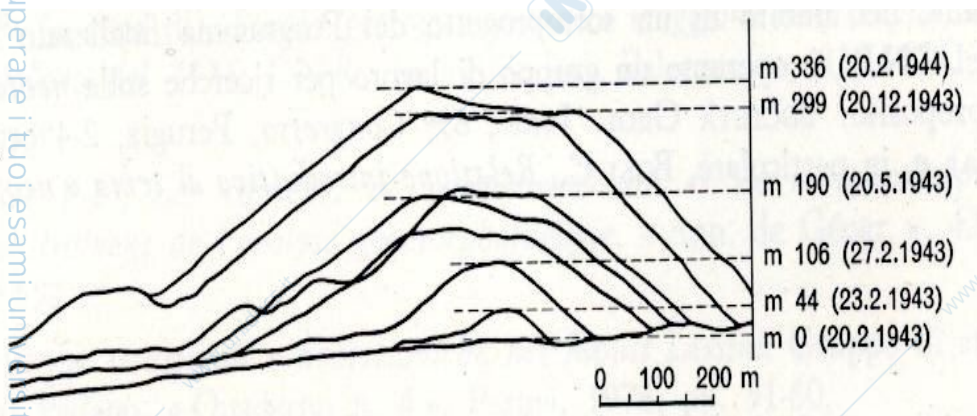
Con il raffreddamento la lava assume una fessurazione colonnare. Se la lava è fluida il suo scorrimento è facilitato, l'alimentazione dal cratere di fuoriuscita è continua e l'inclinazione della colata è ridotta, se è viscosa lo scorrimento è difficoltoso, si verifica accumulo di materiale nelle vicinanze del cratere, materiale che una volta raggiunte dimensioni e pendenze critiche crolla e viene così rimesso in movimento; l'inclinazione della colata è in questo

caso più elevata.

Una nota a parte va riservata alle colate laviche eruttate in ambiente sottomarino, frequenti lungo le dorsali oceaniche, che danno origine alle morfologie a PILLOWS (= A CUSCINI), caratterizzate da forma sferica di qualche decimetro di diametro. I PRODOTTI PIROCLASTICI sono costituiti da frammenti di magma di varie dimensioni (da millimetriche a pluridecimetriche, a metriche) che vengono eiettati durante la fase esplosiva delle eruzioni.

La classificazione dei prodotti piroclastici viene fatta in genere su base dimensionale:

- CENERI per i materiali che dopo essere stati eiettati possono raggiungere nell'atmosfera quote di qualche decina di chilometri;
- LAPILLI per le particelle di dimensioni comprese tra i 2 mm ed i 6 cm;
- BOMBE per i materiali superiori ai 6 cm.
- TUFO si intende invece il prodotto derivante dalla cementazione dei materiali piroclastici fini. [esso ha trovato nel tempo ampio utilizzo in campo edilizio (duplice vantaggio di una buona coibentazione invernale e di un isolamento termico (con il conseguente mantenimento di temperature ridotte) in estate)]



L'attività vulcanica può avvenire con emissione di lava, di materiali piroclastici o di entrambi, può essere concentrata (CRATERE) oppure può avvenire lungo una serie di fratture diffuse e si parla allora di ERUZIONI LINEARI. Anche la durata dell'attività vulcanica è varia: manifestazioni brevi (qualche mese), oppure l'attività può protrarsi per anni o secoli con fasi di quiescenza e successive

riprese. La classificazione delle eruzioni vulcaniche attualmente in uso si avvale di una terminologia derivata, per lo più, dai siti geografici dove i vari tipi di manifestazioni eruttive ed i prodotti connessi sono caratteristici.

Hawaiane: eruzioni tipicamente effusive, caratterizzate dall'emissione di lave molto fluide e poco viscosi, a scorrimento rapido e formazione di pendio di scorrimento poco inclinato. L'emissione di gas associati all'eruzione della lava è assai modesta ed essi si liberano in modo tranquillo. Isole Hawaii (dove si formano tipici laghi di lava) e dell'Islanda.

Stromboliane: Stromboli nelle Isole Eolie. La lava è un poco più viscosa rispetto a quella delle eruzioni hawaiane, viene emessa a getti intermittenti, che si innalzano anche per centinaia di metri (chiamati FONTANE DI LAVA), che si alternano ad emissioni di lava in forma di COLATE.

Pliniane: Plinio il Giovane che ne fece la prima descrizione in una famosa lettera a Tacito in occasione dell'eruzione del Vesuvio del 79 d.C. Caratterizzate da una viscosità delle lave emesse maggiore, ciò comporta un difficile scorrimento, con possibilità di blocchi ed intasamenti del cratere di fuoriuscita,

intensa attività esplosiva, abbondante emissione di ceneri e lapilli che si innalzano in forma di colonne anche per decine di Km nell'atmosfera e ricadono su vaste aree circostanti.

Pliniane: Vesuvio del 79 d.C. furono distrutti gli abitati di Pompei, Stabia, Ercolano, persone morirono investite e sepolte da colate di fango provocate dallo **SMOTTAMENTO** dei depositi piroclastici imbevuti dell'acqua prodotta dalla condensazione del vapore acqueo emesso dal vulcano con i gas di eruzione. La morfologia del Vesuvio non è più stata la stessa; collasso della parte sommitale del cono e la genesi di una zona depressa **CALDERA**, si è formato un cono di dimensioni minori tuttora presente. Eruzioni appartenenti a questa categoria sono quelle del Krakatoa nel 1883 e del St. Helens nel 1980.

Il monte S. Helens, uno strato vulcano della Catena delle Cascate.



Figura 14-B. Eruzione del Monte St. Augustine, in Alaska: un flusso piroclastico si muove lungo il pendio del vulcano, alla sinistra della cima (Steve Kaufman/DRK).



Figura 14-C (a). Il Monte St. Helens prima dell'eruzione del 1980. Il rilievo sullo sfondo è il Monte Adams; (b) il Monte St. Helens dopo l'eruzione del 1980. La sua quota dopo l'eruzione è inferiore di 400 m rispetto a quella precedente l'eruzione. (Foto TLM).

Vulcaniane: Isola di Vulcano nelle Lipari. Le eruzioni di questo tipo sono particolarmente esplosive a causa dell'interazione tra il magma e le acque sotterranee; questo contatto, comporta il rapido passaggio dell'acqua dallo stato liquido a quello di vapore. L'abbondante quantità di gas generati in pochissimo tempo determina rapide risalite esplosive del magma, con abbondanti emissioni di piroclasti e colate dei

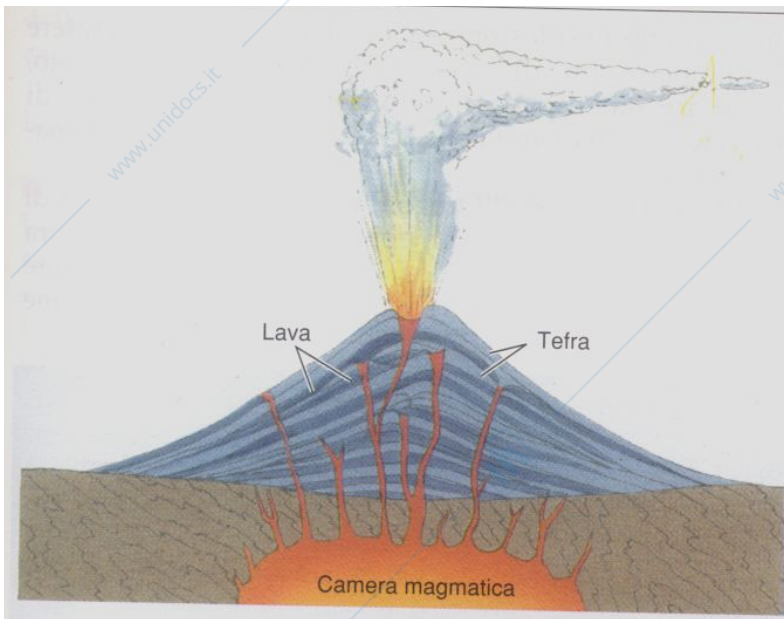
materiali prodotti.

Peleano: La Pelée in Martinica (Piccole Antille) che ha avuto una drammatica manifestazione eruttiva nel 1902. Lave molto viscosi, a rapida solidificazione e con temperature relativamente basse che ne limitano la fuoriuscita e l'allontanamento dal cratere. La conseguenza: solidificazione delle stesse all'interno del condotto di emissione o del cratere, l'ostruzione dei condotti e la produzione di **DOMI** e **GUGLIE** costituite da lave in via di consolidamento che si innalzano dal cratere anche per centinaia di metri. La crescita determina un blocco nella fuoriuscita dei gas di eruzione che si accumulano al di sotto del "tappo" formato dalla lava solidificatasi precocemente; arrivati alla pressione limite: liberazione di gas e ceneri surriscaldate sotto forma di **NUBI ARDENTI**.

Gli edifici vulcanici

La **classificazione morfologica**. La forma e le dimensioni di un EDIFICIO VULCANICO dipendono da vari fattori, tra i principali:

-il **tipo di eruzione** -il **chimismo** (e quindi la viscosità o fluidità della lava emessa) -la **durata dell'eruzione**.



In un tipico **EDIFICIO VULCANICO** si può distinguere un **RILIEVO** (più o meno conico) che si innalza anche di parecchie centinaia di metri dal livello del mare e che pertanto spicca sulla topografia circostante; alla sommità dello stesso si può trovare un'unica apertura per la fuoriuscita di lave e gas e si parla in questo caso di **CRATERE PRINCIPALE SOMMITALE** oppure si possono avere diversi **CRATERI SECONDARI**. Questi sono immagazzinati in un **SERBATOIO MAGMATICO** che si trova in profondità e che è in comunicazione con la superficie attraverso un **CONDOTTO** o **CAMINO** lungo il quale avviene la risalita del materiale. **Vi sono vulcani la cui morfologia deriva** principalmente da **-attività effusiva** con lave fluide e poco viscosi, che

scorrono rapidamente e vanno a costituire dolci pendii poco ripidi, esse danno origine a **CONI** e **CUPOLE -attività mista**, effusiva ed esplosiva nei quali le colate laviche, meno fluide, si alternano agli accumuli di materiali piroclastici; lo scorrimento è più difficoltoso, il pendio di scorrimento più accentuato esse formano i **VULCANI A SCUDO**.

Nel caso in cui si abbia **alternanza tra colate di lava** e depositi piroclastici si ha la formazione di **VULCANI A STRATO** o **STRATOVULCANI**, caratterizzati da versanti più ripidi dei **VULCANI A SCUDO** e formati da strati ad inclinazione parallela.

La morfologia degli edifici vulcanici **può venire complicata** dalla presenza di numerosi piccoli **CONI ACCESSORI** che si **aggiungono al più grande CONO CENTRALE PRINCIPALE**.



Il Monte Mayon, nell'Isola Luzon nelle Filippine, viene considerato il cono stratovulcanico più perfetto del mondo, una morfologia di questo tipo caratterizza l'Etna, il grande stratovulcano, altre volte il **cono centrale**

può essere **parzialmente circondato da un anello di lave alternate a materiali piroclastici**, residuo di un più antico edificio attivo in precedenza. È questo il caso di un altro vulcano italiano, il Vesuvio. Più correttamente bisognerebbe parlare di Vesuvio - Monte Somma, poiché il cono più recente (Vesuvio), i cui primi depositi risalgono a 17.000 anni fa, si è sviluppato all'interno di una più antica **CALDERA** (particolare edificio vulcanico, costituito nella parte sommitale da una depressione circolare più ampia dei normali crateri e presumibilmente derivato dal collasso o dall'esplosione delle porzioni superiori di antichi edifici vulcanici). Nell'Italia centrale sono presenti numerose morfologie di caldera che spesso ospitano laghi (Vico e Bolsena), nei monti Vulsini, Cimini, Sabatini e Albani. Il Crater Lake, nell'Oregon, è circondato dall'elevato e ripido muro di una grande caldera. Wizard Island (al centro) è un cono di tefra quasi perfetto con colate di lava basaltica. L'isola si formò sul fondo della caldera dopo la cessazione dell'attività esplosiva principale.

PUNTI CALDI (HOT SPOT) e VULCANI A SCUDO

I fenomeni vulcanici **avvengono al limite tra le placche o all'interno delle placche stesse ed in condizioni sia continentali sia oceaniche**, dipendono da perturbazioni profonde presso il limite tra mantello (silicatico) e nucleo (metallico) della Terra nei pressi di una discontinuità detta di Gutenberg e posta a 2900 Km di profondità rispetto alla superficie.

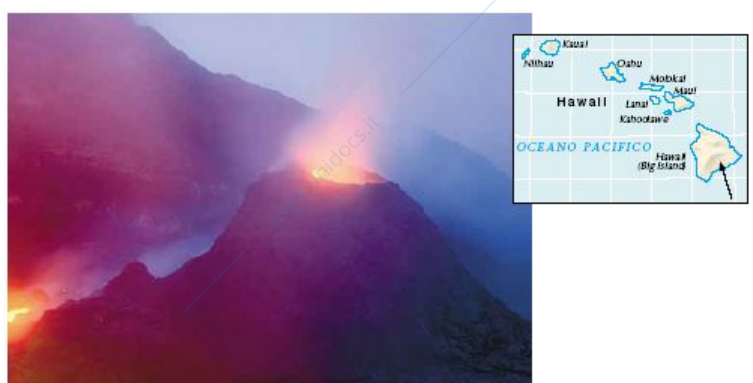
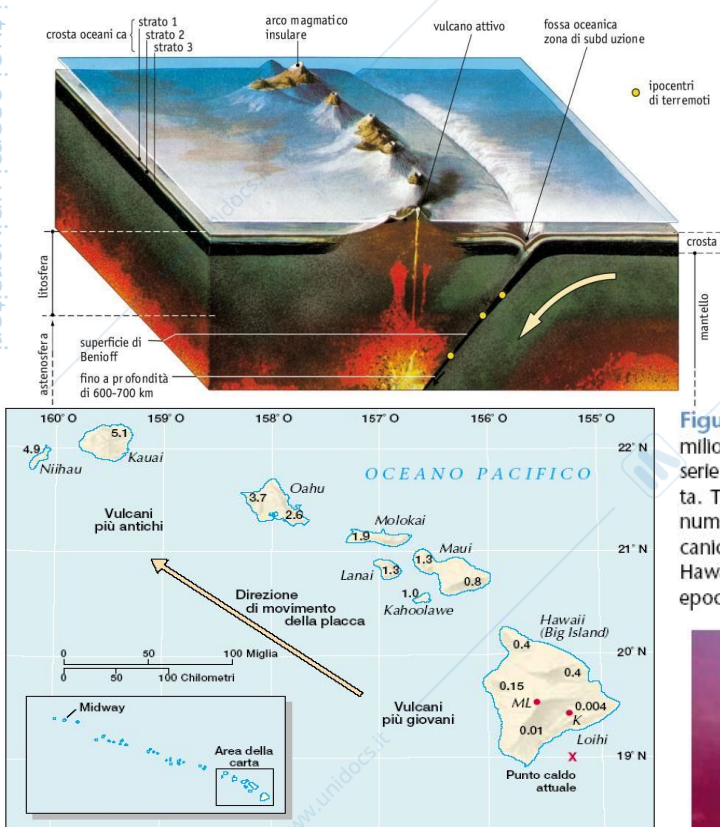
La grande **differenza tra mantello e nucleo** terrestre **unità all'instabilità del nucleo ed alla elevata temperatura: formano magmi profondi** che risalgono a raggiungere la superficie in modo puntiforme (HOT SPOT) o se estesi arealmente in LIP (Large Igneous Provinces)

La **lava basaltica** degli Hot-spot proviene da grandi profondità ed è indipendente dalla tettonica a zolle. Essa è fluidissima a bassa viscosità e con pochi gas. Le eruzioni tranquille e i vulcani derivanti sono estese cupole circolari con brevi pendii o **VULCANI A SCUDO**.

Poiché gli Hot-spot sono assunti fissi nello spazio lo spostamento nel tempo delle sue manifestazioni (sequenza di vulcani da inattivi ad attivi) viene a testimoniare il moto orizzontale della placca che lo contiene. (L'Hot Spot più famoso costituisce l'insieme di vulcani Hawai-Midway-Emperor, solo in parte emersi, che formano un filare di edifici allineati nel mezzo della Placca Pacifica). L'Isola di Hawai è un grande insieme di vulcani a scudo attualmente in attività.

Muovendo in direzione O-N-O da questa isola si notano altri edifici vulcanici simil inattivi, come l'isola di Oahu dove c'è la città di Honolulu, che continuano poi come vulcani sottomarini con la vetta via via più profonda fino all'isolotto di Midway. Mentre Hawai è attiva, Midway è un vulcano che ha cessato la sua attività 40 milioni di anni fa. Gli edifici in posizione intermedia hanno età regolarmente crescenti fra questi due estremi. L'allineamento di vulcani continua anche oltre Midway nella catena sommersa di Emperor.

Figura 14-18. Il punto caldo delle Hawaii. Una risalita mantellica è qui durata per diversi milioni d'anni. Con lo spostamento verso Nord-Ovest della placca Pacifica, si è formata una serie di vulcani, che si sono poi estinti quando l'alimentazione magmatica è stata interrotta. Tra i più vecchi è il vulcano di Midway. I vulcani successivi hanno costituito la catena. I numeri delle otto isole principali indicano le età dei basalti che hanno formato i coni vulcanici, in milioni d'anni da oggi. Gli unici vulcani attualmente attivi sono sulla Big Island di Hawai; il Mauna Loa (ML nella carta) ed il Kilauea (K) sono stati ripetutamente attivi in epoca storica. Loihi, nell'angolo sud-orientale, sarà la prossima isola vulcanica a formarsi.



La tettonica a zolle utilizza questi elementi (assumendo come fisso l'hot-spot nella attuale posizione dell'isola di Hawaii) per ricostruire velocità e direzione nel passato del movimento della placca pacifica.

L'Islanda

L'hot-spot più caratteristico dell'Oceano atlantico è l'Islanda.

Quest'isola è costituita da **grandi vulcani**, la maggior parte dei quali a **scudo**, e corrisponde come posizione alla dorsale medio-atlantica. Essa è nata circa 30 milioni di anni fa, è tuttora molto attiva ed è costituita da lave che sono state sempre effuse in condizioni subaeree. Si tratta di un hot-spot che **coincide con la dorsale medio-oceanica**, e quindi con un limite fra placche, a differenza di quelli del Pacifico che sono posti all'interno di una placca litosferica.

Sorgenti termali e geyser

Materiali rocciosi molto caldi prossimi alla superficie terrestre, essi si possono riscaldare a elevate temperature le attigue acque di falda, dando luogo a **sorgenti termali** con notevole contenuto di sali e temperature a volte anche vicino al punto di ebollizione. In alcuni luoghi da **strette aperture** del terreno si verificano **emissioni intermittenti di getti di vapore ed acqua bollente**, i **geyser**. Dalle sorgenti termali e dai geyser esce **acqua di falda riscaldata**: l'acqua è poca o totalmente assente.

Le sorgenti termali di Mammoth nel Parco Nazionale di Yellowstone, USA, sono un esempio di attività geotermica. I geyser Old Faithful nel Parco Nazionale di Yellowstone, USA.

