



# LE FORZE CHE MODIFICANO LA SUPERFICIE TERRESTRE

- **Forze Endogene**

dipendono dalle condizioni dell'interno del pianeta e sono legate all'azione di vulcani e terremoti.

## **Forze Esogene**

dipendono dall'energia che la Terra riceve dal Sole e si manifestano con l'azione del vento, calore, e acqua.

**FORZE ENDOGENE**

# Vulcani

I vulcani sono spaccature della crosta terrestre attraverso cui sale in superficie il materiale incandescente: il magma.

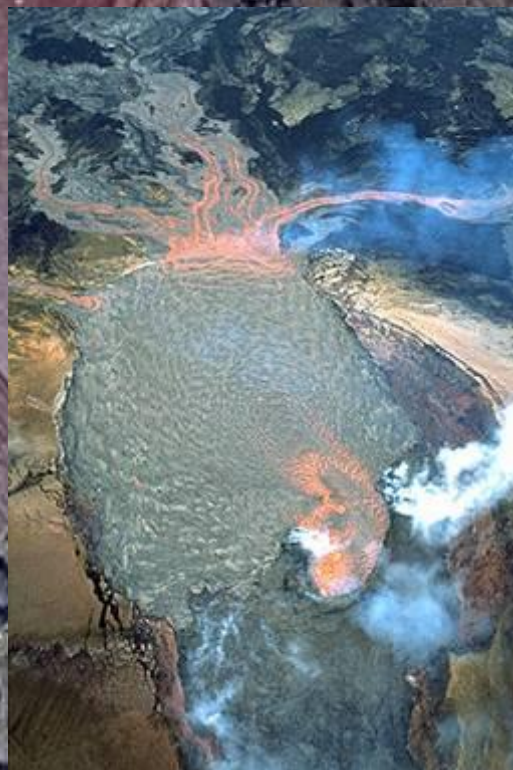
# Terremoti

un terremoto o **sisma** è uno scuotimento improvviso della crosta terrestre.





# I vulcani





# STRUTTURA DEL VULCANO



Un generico vulcano è formato da:

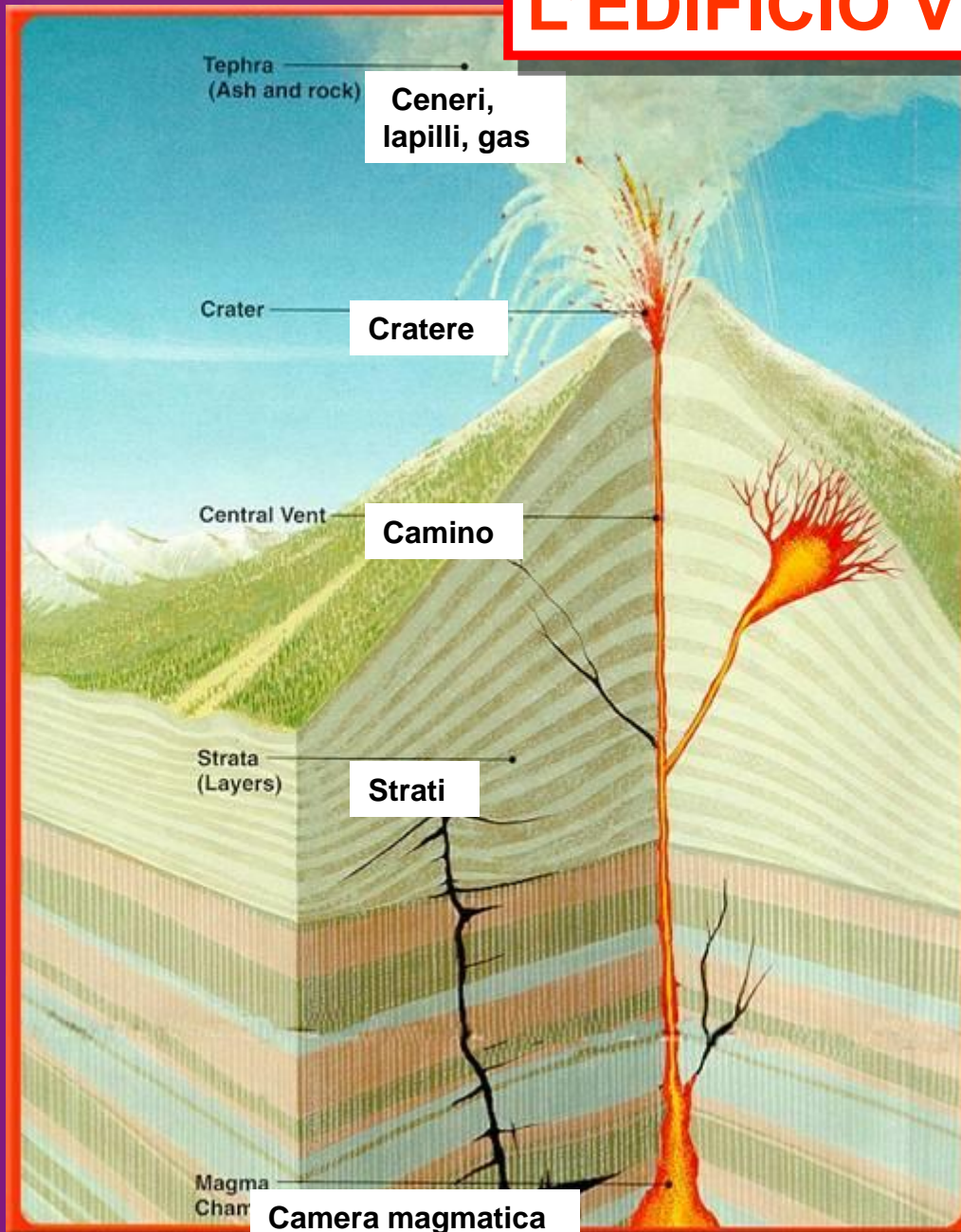
una camera magmatica o bacino magmatico, alimentata dal magma; quando questa si svuota in seguito ad un'eruzione, il vulcano può collassare e dar vita ad una caldera. Le camere magmatiche si trovano tra i 10 e i 50 km di profondità nella litosfera .

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.



# L'EDIFICIO VULCANICO

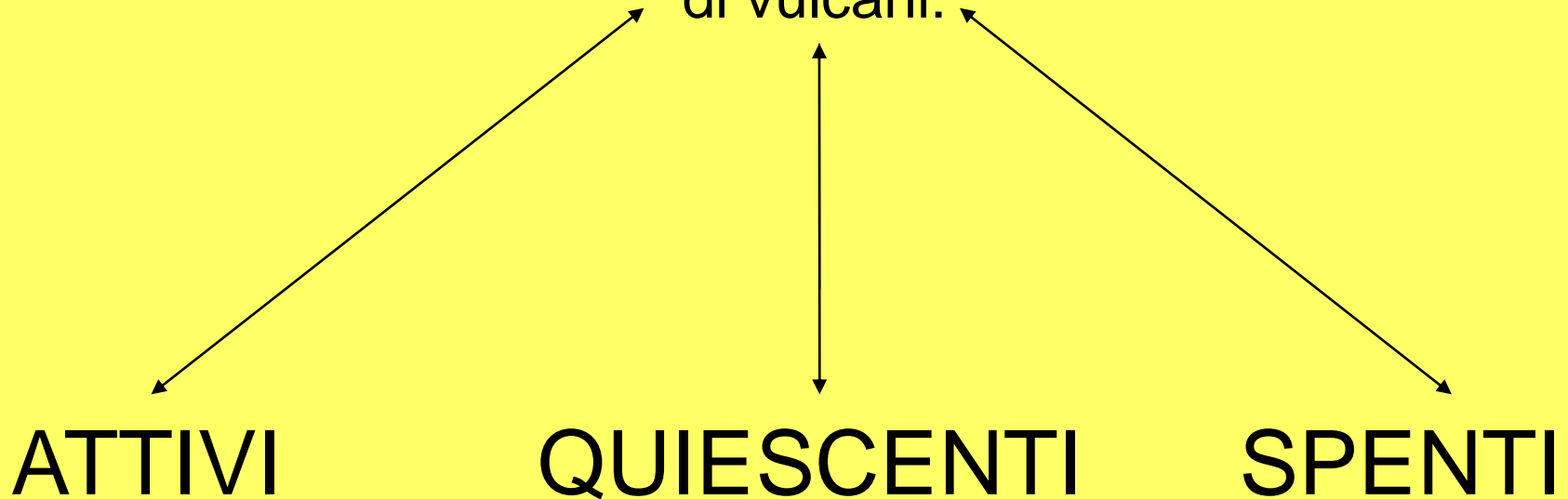


uno o più condotti secondari, i quali, sgorgando dai fianchi del vulcano o dalla stessa base, danno vita a dei coni secondari.

delle fessure laterali, fratture longitudinali sul fianco del vulcano, provocate dalla pressione del magma. Esse permettono la fuoriuscita di lava sotto forma di eruzione fessurale.

# TIPOLOGIA DI VULCANI

In base alla loro attività si possono distinguere tre tipi diversi di vulcani:





VULCANI ATTIVI - sono i vulcani che possono avere un'in qualsiasi momento. In Italia ci sono vulcani attivi in Sicilia (Etna, Stromboli, Vulcano) e in Campania (Vesuvio)



**VULCANI QUIESCENTI** - sono i vulcani che si trovano in stato di quiete (cioè che non attivo) da alcuni secoli e non sono pericolosi. Dai vulcani quiescenti esce gas o vapore.





**VULCANI SPENTI** – Sono vulcani che non hanno attività (non c'è eruzione e non esce il gas o il vapore) da molti secoli.





**COSA EMETTE  
UN VULCANO?**

# I PRODOTTI DELL'ATTIVITA' VULCANICA



CENERI

GAS E VAPORI



LAPILLI



BOMBE



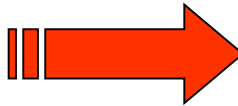
LAVA



# TIPI DI MAGMA

## MAGMA ACIDO

viscoso, bassa temperatura di solidificazione, ricco in silice.



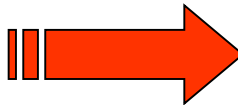
- Attività vulcanica:

### **ESPLOSIVA**

- Tipi di vulcano: coni di cenere, stratovulcani.
- Eruzioni: vulcaniana, pliniana, peleana.
- Prodotti: gas, ceneri, lapilli, bombe.
- Rocce effusive: pomici, vetri vulcanici, tufo.

## MAGMA BASICO

fluida, alta temperatura di solidificazione, povero in silice.



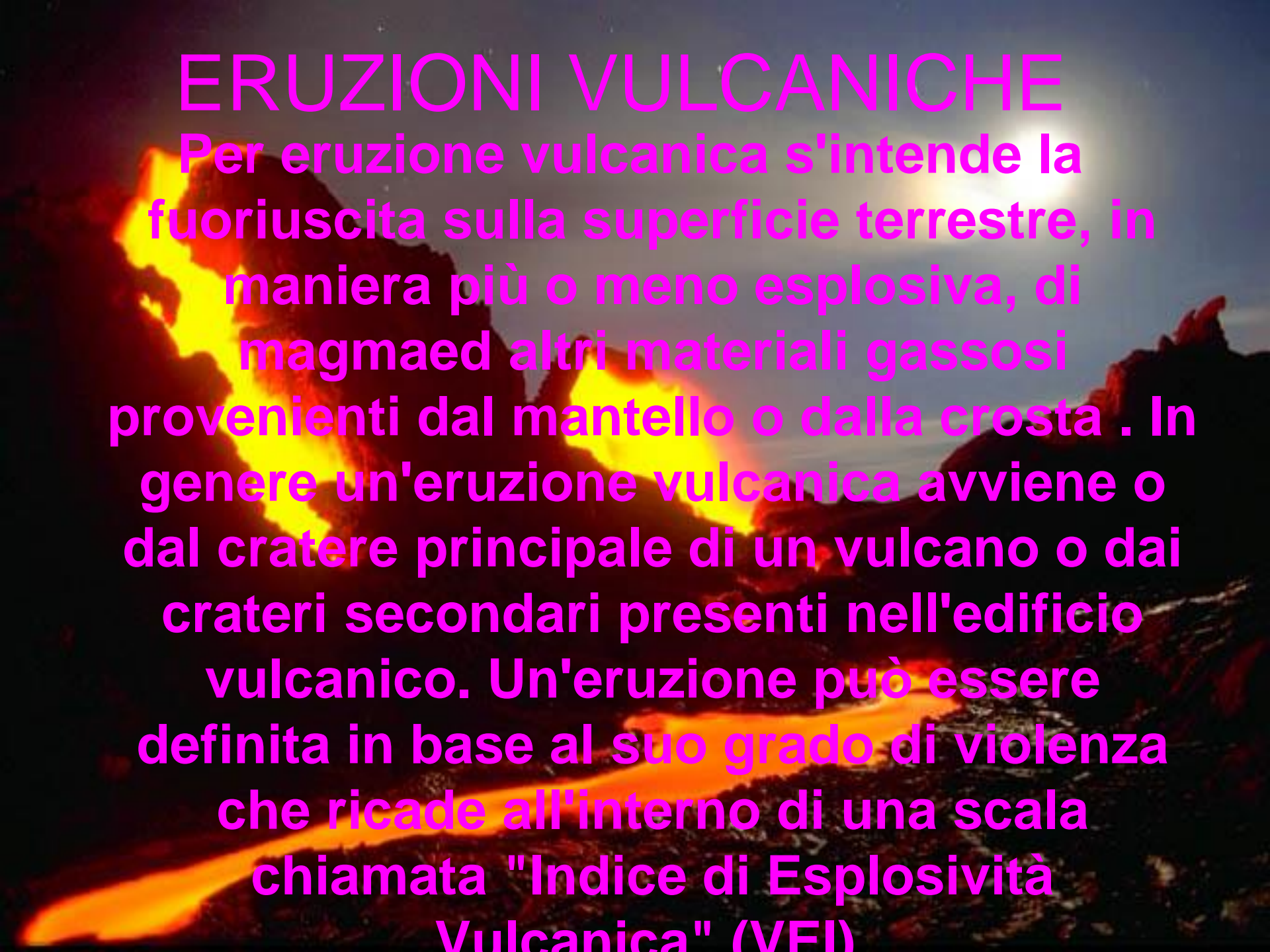
- Attività vulcanica: **EFFUSIVA**

- Tipi di vulcano: a scudo.
- Eruzioni: lineare, hawaiana, stromboliana.
- Prodotti: lava.
- Rocce effusive: basalto.



# ERUZIONI VULCANICHE

Per eruzione vulcanica s'intende la fuoriuscita sulla superficie terrestre, in maniera più o meno esplosiva, di magma ed altri materiali gassosi provenienti dal mantello o dalla crosta. In genere un'eruzione vulcanica avviene o dal cratere principale di un vulcano o dai crateri secondari presenti nell'edificio vulcanico. Un'eruzione può essere definita in base al suo grado di violenza che ricade all'interno di una scala chiamata "Indice di Esplosività Vulcanica" (VEI)



# ERUZIONE EFFUSIVA

Un' eruzione effusiva è un' eruzione vulcanica in cui il magma viene espulso dal vulcano sotto forma di fiumi di lava detti anche colate laviche. Per avere un' eruzione di questo tipo è necessario che i gas contenuti nel magma vengano espulsi in modo da evitare che la pressione del gas conduca ad una esplosione. L'espulsione del gas può avvenire sia gradualmente o rapidamente, tramite esplosioni freatiche o eruzioni precedenti a carattere esplosivo



# ERUZIONE ESPLOSIVA

**Nelle eruzioni vulcaniche esplosive il rapido rilascio e la decompressione dei gas magmatici, o l'istantanea vaporizzazione di acqua esterna, determina la frammentazione del magma prima che questo venga a giorno e la sua espulsione sotto forma di una miscela di gas, particelle solide e liquide. Se la frammentazione del magma è dovuta alla sola espansione esplosiva dei volatili 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 espandendosi in maniera esplosiva, l'eruzione viene detta freatomagmatica. Nel caso in cui si abbia una esplosione dovuta alla sola vaporizzazione di acqua di falda, senza che in superficie vengano eruttati frammenti del magma che innescano l'esplosione, allora l'eruzione è definita freati**



# ALTRI TIPI DI ERUZIONE



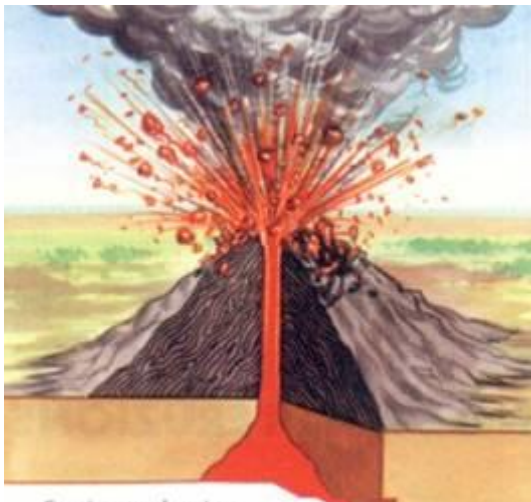
**Eruzione lineare**



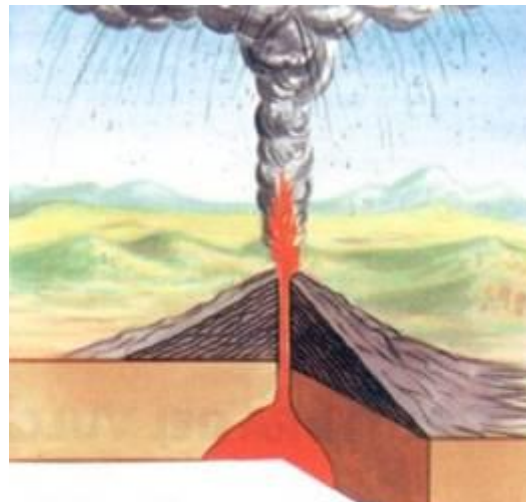
**Eruzione hawaiana**



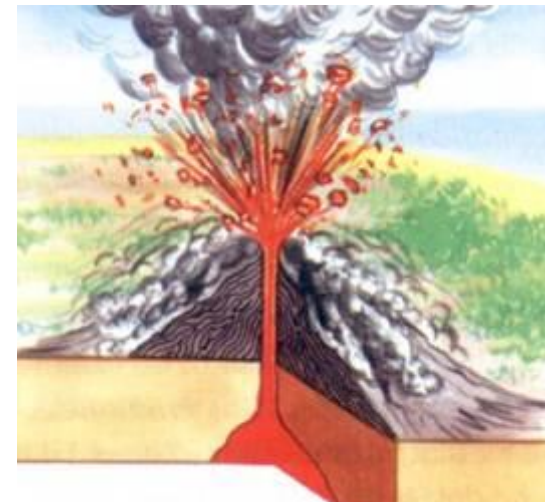
**Eruzione stromboliana**



**Eruzione vulcaniana**



**Eruzione pliniana**



**Eruzione peleana**

# IL RISCHIO VULCANICO

Vulcano	Ann o	Numero vittime	di	Cause
Laki (Islanda)	178 3	9.350		Carestia
Unzen (Giappone)	179 2	14.300		70% Frana, 30% Maremoto
Tambora (Indonesia)	181 5	92.000		90% Carestia
Krakatau (Indonesia)	188 3	36.417		90% Maremoto
Pelée (Martinica)	190 2	29.025		Flussi piroclastici
Ruiz (Colombia)	198 5	28.000		Valanghe di fango

A partire dal 1600 le eruzioni hanno causato approssimativamente 260.000 vittime, di cui circa l'80% in soli sei eventi, mentre durante lo stesso periodo di tempo si stima che almeno cinque milioni di persone abbiano perso la vita a seguito di terremoti. La peggiore catastrofe vulcanica di cui si ha conoscenza (quella del Tambora nel 1815) ha causato circa 92.000 morti, mentre il maggior numero di vittime causato da un uragano è stato di 500.000. Nel disastroso terremoto del 1976, a Tang Shan in Cina, persero la vita 830.000 persone. Negli Stati Uniti, fra il 1963 ed il 1983 le vittime da inondazioni sono state 200 all'anno, quelle causate da frane 25, 12 causate da terremoti, 6 per tsunami (Costa, 1988), mentre solo 3 per anno sono state causate da eruzioni



# IL MOUNT S. HELEN PRIMA E DOPO L'ERUZIONE

PRIMA....



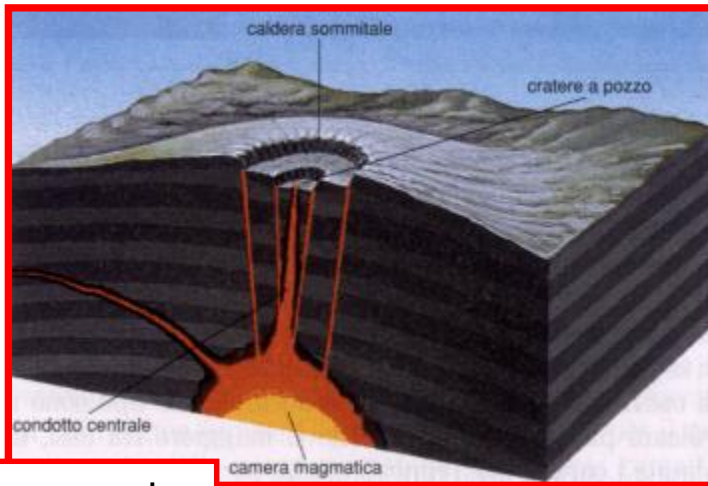
....DOPO

**...E DURANTE**





# LA FORMA DEI VULCANI



Vulcano a scudo



Stratovulcano



Cono di cenere



# VULCANI A SCUDO



I vulcani a scudo sono costituiti essenzialmente dall'accumulo di colate laviche a composizione basaltica, con intercalati subordinati depositi piroclastici originati da esplosioni stromboliane (depositi di scorie da caduta) e/o freatomagmatiche (depositi di ceneri e lapilli da caduta, da flusso e da surge). L'edificio che ne deriva ha una forma convessa verso l'alto ed ha base circolare o ellittica in pianta. Nei vulcani a scudo l'altezza dell'edificio è mediamente pari a  $1/20$  del diametro di base. Quest'ultimo può essere di pochi chilometri negli edifici più piccoli, mentre può superare i 100 chilometri negli edifici di maggiori dimensioni.

# VULCANO A CONI DI CENERE

I coni di scorie sono piccoli edifici vulcanici monogenici, formati nel corso di eruzioni subaeree di tipo stromboliano, della durata di pochi giorni o pochi anni. Essi sono formati dall'accumulo di frammenti messi in posto secondo traiettorie balistiche nelle immediate vicinanze del centro di emissione.

# STRATOVULCANI

**Gli stratovulcani o, più propriamente, i vulcani compositi, sono edifici vulcanici formati dall'accumulo di colate laviche e prodotti piroclastici intercalati, emessi nel corso di ripetute eruzioni che si verificano in corrispondenza del medesimo centro eruttivo. Gli stratovulcani sono pertanto vulcani centrali, anche se sono comunemente presenti diversi centri eruttivi lungo i fianchi dell'edificio, spesso allineati lungo zone di frattura.**



# VULCANI LINEARI

**I vulcanismo lineare, è caratteristico delle dorsali oceaniche, ma può anche verificarsi sulla terraferma. I vulcani da spaccatura emettono grandi volumi di materiale fluido, che effondendosi ricopre vaste aree; eruzioni successive possono dar luogo alla formazione di piattaforme o *plateau*. Oggi i più classici vulcani di spaccatura si possono osservare in Islanda. Tale vulcanismo di spaccatura sulle superfici continentali ha interessato soprattutto le epoche geologiche passate, com'è rilevabile dai grandi plateau presenti su tutti i continenti.**



# VULCANESIMO SECUNDARIO





# SOLFATARA

Esalazione vulcanica che consiste in emissione di vapore acqueo, biossido di carbonio, idrogeno solforato, dalla cui ossidazione si forma zolfo che si deposita, spesso in cristalli. Sono manifestazioni legate a vulcani in stato di quiescenza o prossimi all'estinzione. Alcune possono dare origine a depositi di zolfo, sfruttabili. Le solfatare sono diffuse in tutte le aree vulcaniche della Terra. Numerose sono anche in Italia: nei Campi Flegrei, e inoltre sull'Etna e nell'isola di Vulcano.



# SOFFIONE

Getto naturale di gas, soprattutto di vapor d'acqua accompagnato da anidride carbonica, ammoniaca, acido solfidrico, acido borico, gas nobili, che escono da fessure del suolo a una temperatura di 120-210 °C e a una pressione di 1-6 atmosfere. I *soffioni* sono manifestazioni legate a masse magmatiche profonde in via di consolidamento e si trovano in Islanda, Alaska, California, Cile, Nuova Zelanda, Giappone e anche in Toscana.

# FUMAROLE

**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 in cui i centri vulcanici non sono più attivi.**

**Le fumarole sono piccole ma profonde fessure nel suolo nelle quali si ha una risalita di gas emessi a temperature che, a seconda del tipo di attività vulcanico-idrotermale, vanno da circa 100 fino a 900 °C. A contatto con l'aria, a causa della sensibile diminuzione di temperatura, i gas condensano formando i caratteristici "fumi", da cui deriva il nome del fenomeno.**



# GEYSER

A photograph of a geyser erupting in a natural landscape. The geyser is the central focus, with a large plume of white steam rising from a rocky vent. The surrounding area is a mix of dark rocks, light-colored sand, and patches of green grass. In the background, there are rolling hills under a clear blue sky. The overall scene is bright and natural.

Il geyser è una tipologia di sorgente di acqua calda che ha delle eruzioni periodiche che creano delle colonne di acqua calda e vapore. Il nome geyser deriva da *Geysir* che è il nome del più noto geyser islandese.

Essi sono una manifestazione del vulcanismo secondario, che si ha quando è presente una caratteristica struttura a sifone.



# **MOFETE**

**Le mofete sono una forma secondaria di attività vulcanica, consistenti in emissioni fredde di anidride carbonica che scaturiscono da fessurazioni del terreno.**

## Distribuzione dell'attività vulcanica in Italia

-  vulcani attivi
-  vulcani sottomarini
-  complessi vulcanici estinti
-  vulcani attivi in epoca storica



# I Vulcani in Italia



# I vulcani italiani attivi sono quattro: l'Etna, il Vesuvio, lo Stromboli e Vulcano.

I vulcani italiani attivi sono quattro: l'Etna, il Vesuvio, lo Stromboli e Vulcano.

- L'Etna è il vulcano più grande d'Europa ed è uno dei più attivi del mondo. E' alto 3300 metri e si trova

in Sicilia, vicino a Catania. Le colate di lava dell'Etna sono lente e non sono pericolose per l'uomo, ma

possono essere un pericolo per la città di Catania e per i paesi vicini.

- Il Vesuvio è vicino a Napoli, in Campania, ed è alto 1200 metri. Le eruzioni del Vesuvio sono esplosive e molto pericolose. Nel 79 d.C. quando c'era la civiltà romana, l'eruzione del Vesuvio ha

distrutto le città romane di Ercolano e Pompei.

- Lo Stromboli si trova nell'arcipelago delle isole Eolie, vicino alle coste della Sicilia. E' alto 900 metri ed è sempre attivo. Ogni giorno fa rumore e fa uscire sassi infuocati.

- Vulcano è una delle isole Eolie. Nel 1900 non ha mai avuto eruzioni ma è attivo perché dai suoi crateri

escono gas e vapori, che si chiamano fumarole.

# L'ETNA



Foto : [www.lasicilia.it](http://www.lasicilia.it)



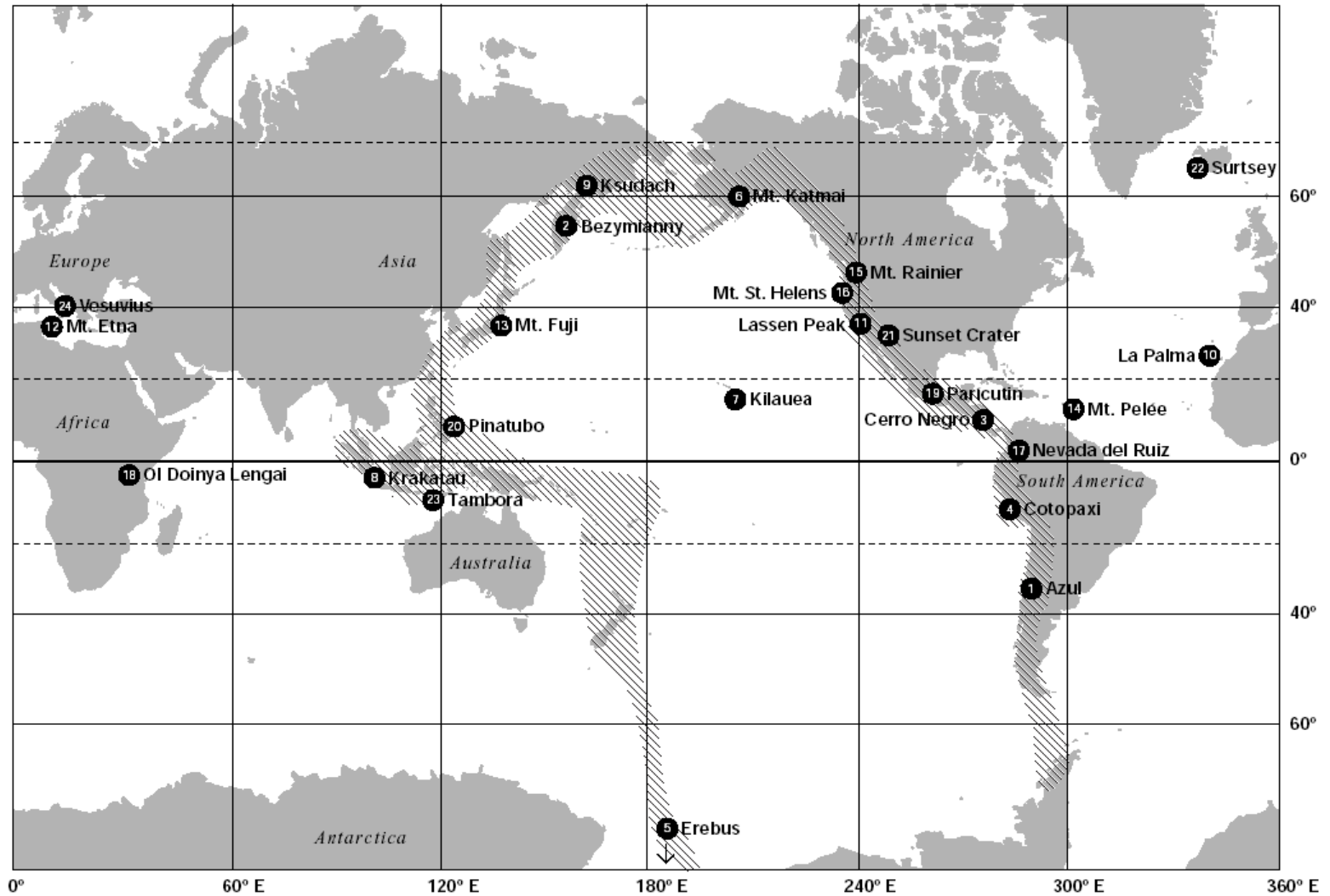
Foto : [www.lasicilia.it](http://www.lasicilia.it)



Foto : [www.lasicilia.it](http://www.lasicilia.it)



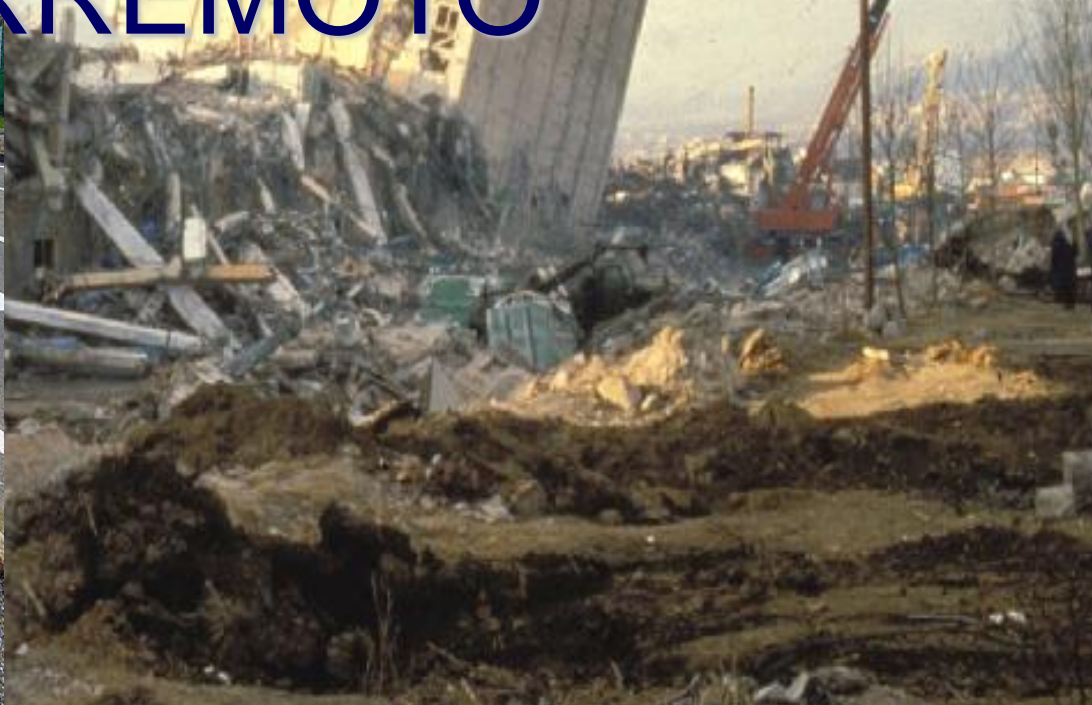
# I VULCANI ATTIVI NEL MONDO







# TERREMOTO





# I TERREMOTI

Un terremoto (o *sisma*) consiste in una vibrazione della superficie terrestre. Il terremoto deriva da un progressivo accumulo di energia elastica in una massa rocciosa sottoposta a notevoli forze di compressione; superato un valore limite la massa rocciosa si spezza liberando l'energia accumulata scorrendo lungo le faglie che si sono formate (*teoria del rimbalzo elastico*).

Il punto nella crosta terrestre da cui si genera il movimento si dice ipocentro e può trovarsi a diverse profondità, sino a circa 700 Km. Il punto sulla superficie terrestre situato sulla verticale dell'ipocentro si dice epicentro ed è qui che il sisma si manifesta con la sua massima intensità.

# ONDE SISMICHE

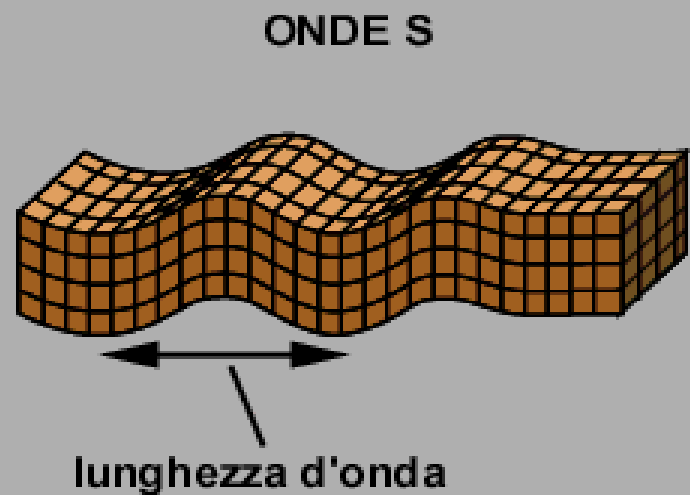
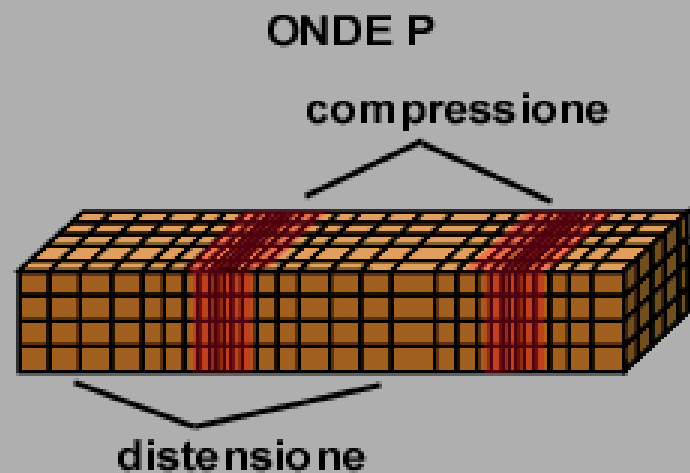
Le onde sismiche si propagano a partire dall'ipocentro e possono essere di vario tipo.

**Onde P** o primarie (o longitudinali o di compressione): sono le più veloci e agiscono comprimendo e dilatando alternativamente la materia che attraversano; possono propagarsi attraverso rocce e liquidi.

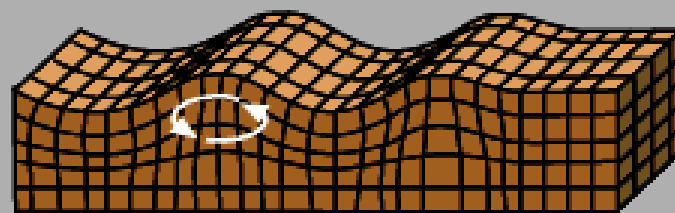
**Onde S** o secondarie (o trasversali): giungono in un secondo momento e si trasmettono producendo ondulazioni della materia. Si propagano attraverso le rocce, ma non attraverso i liquidi.

**Onde superficiali:** sono quelle che si propagano sulla superficie terrestre. Possono essere di tipo L e R. Le **onde** di tipo **L** (Love) muovono il suolo secondo un piano orizzontale parallelo alla superficie terrestre danneggiando gravemente le fondamenta delle costruzioni. Le **onde** di tipo **R** (Rayleigh) si propagano verticalmente ed orizzontalmente secondo un piano verticale.

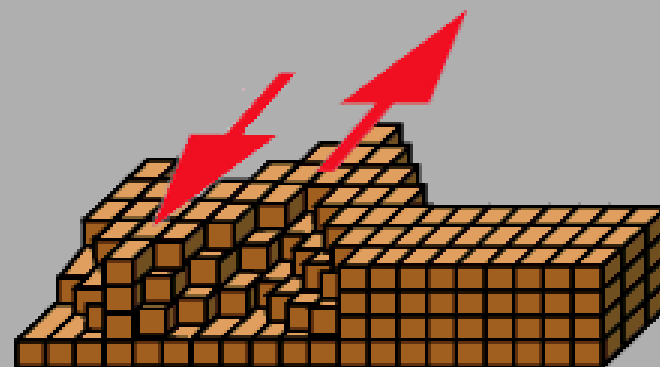




**ONDE SUPERFICIALI**  
onde di Rayleigh



onde di Love



# ORIGINE DEI TERREMOTI

A seconda dell'origine si distinguono tre tipi di terremoti: 1. terremoti di sprofondamento e di assestamento, dovuti a un crollo subitaneo e brusco di una cavità sotterranea; talvolta sono violenti, ma interessano un'area molto limitata; 2. terremoti di origine vulcanica, che precedono o accompagnano le eruzioni; anch'essi interessano un'area ristretta e possono essere catastrofici;

3. terremoti di origine tettonica, che sono di gran lunga i più numerosi e i più disastrosi proprio per l'ampiezza della zona interessata. Essi si verificano nelle zone della crosta terrestre in cui si accumulano tensioni in seguito a lenti e impercettibili scivolamenti delle masse interne lungo grandi e profonde faglie della crosta terrestre che portano poi a una rottura subitanea. Le regioni maggiormente interessate dai terremoti (regioni sismiche) sono situate lungo le catene montuose di origine più recente o lungo le grandi fosse oceaniche e corrispondono anche alle regioni vulcaniche. I terremoti tettonici possono originarsi anche a profondità superiori ai 700 km, ma la maggior parte hanno profondità minori di 60 km.

Cause del  
terremoto

Crollo di cavità sotterranee

Eruzioni vulcaniche

Movimento di masse rocciose

Aftermath of an earthquake in Japan, 2004  
Photograph by Kimmi Oso Mayama/Reuters

NATIONAL  
GEOGRAPHIC

Graphic Society. All rights reserved.



# SCALA MERCALLI

I IMPERCETTIBILE – Non percettibile dalle persone. Rilevato solo dai sismografi

II MOLTO LIEVE – Percepito solo da persone sensibili, a riposo, nei piani alti degli edifici

III LIEVE – Avvertito nelle case da poche persone, come vibrazione; oscillazione di oggetti appesi. A volte non riconosciuto come terremoto

IV MODERATO – Avvertito nelle case e anche all'aperto. Tremolio e oscillazione di oggetti

V ABBASTANZA FORTE – Avvertito da tutti, scricchiolii, tintinnii, spavento, caduta di calcinacci

VI FORTE – Avvertito da tutti, molti fuggono all'aperto, produce rumori e boati, fa cadere oggetti pesanti, provoca qualche lesione agli edifici

VII MOLTO FORTE – Provoca panico, caduta di intonachi, camini e tegole, rottura di vetri, danni di scarsa entità ai muri, piccole frane

VIII DISTRUTTIVO – Caduta di alberi, mobili pesanti, statue, torri; crepacci nel terreno; danni e crolli di edifici non rinforzati; danni ad edifici rinforzati ma non antisismici

IX FORTEMENTE DISTRUTTIVO – Distruzione e gravi danni agli edifici; panico generale; rottura di tubazioni sotterranee; larghi crepacci

X ROVINOSO – Distruzione della maggior parte degli edifici; gravi danni a ponti, dighe, argini; frane e tubazioni spezzate

XI CATASTROFICO – Distruzione generale di edifici, ponti, pilastri; numerose frane

XII TOTALMENTE CATASTROFICO – Distruzione totale di ogni opera costruita dall'uomo; spostamento di grandi masse rocciose; deviazioni di fiumi, scomparsa di laghi

# RISCHIO SISMICO



Per rischio sismico si intende la probabilità che in una data area e in un certo periodo di tempo si possa verificare un fenomeno sismico.

I terremoti si verificano in zone ben precise del pianeta, è quindi importante catalogare queste zone. Vi sono poi diversi metodi che aiutano a prevedere i sismi, come il monitoraggio delle modificazione delle rocce e dei microsismi che precedono un terremoto. Purtroppo nella maggior parte dei casi si è ancora lontani dalla possibilità di dire quando e come si verificherà un sisma.

L'Italia, per le sue caratteristiche geologiche e per la sua conformazione fisica, è particolarmente soggetta ai terremoti. Poiché non è possibile prevedere i terremoti per difendersi dai terremoti è quindi necessario edificare con criteri antisismici e scegliere terreni adatti.

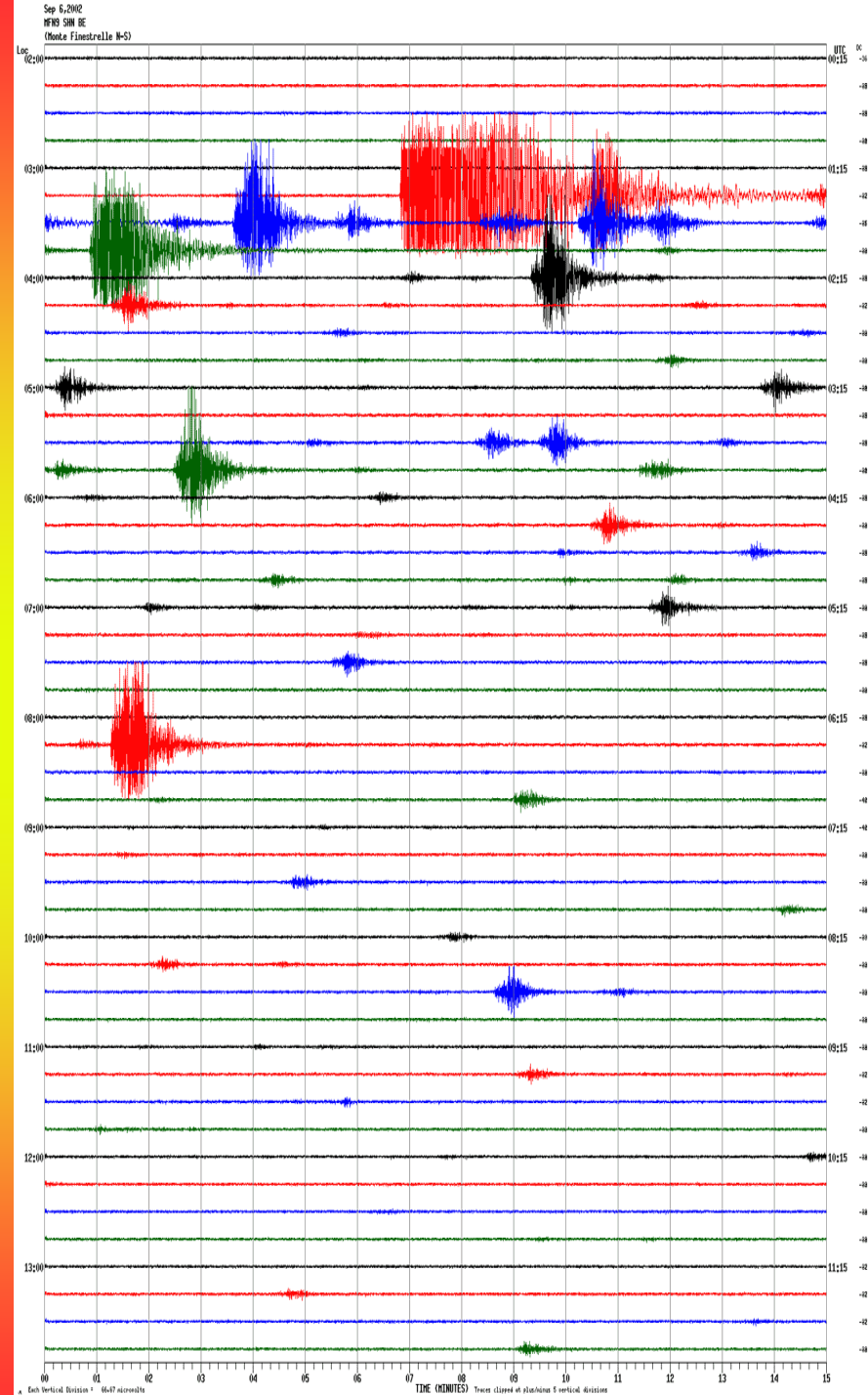


# SISMOGRAFI E SISMOGRAMMI

I sismografi sono apparecchi per rivelare e registrare i movimenti del suolo. Sono costituiti da uno speciale pendolo (verticale per i movimenti orizzontali e orizzontale per i movimenti verticali), da un *trasduttore* delle oscillazioni del pendolo in segnali meccanici o elettrici e da un registratore di tali segnali. I più diffusi sono i sismografi elettrici in cui la massa pendolare agisce su un trasduttore ad uscita elettrica e forma così un sensore sismico. Il segnale d'uscita è registrato localmente o inviato attraverso una linea telefonica o un radiocollegamento, ad un centro di elaborazione, come avviene nelle reti sismiche di zona, regionali o nazionali.

I sismogrammi sono le registrazioni grafiche, fotografiche o magnetiche di un terremoto, ottenute da un sismografo. Un sismogramma sintetico è ottenuto effettuando, con un calcolatore elettronico, la sintesi di registrazioni fornite da più sismometri (sensori sismici)

Un sismogramma è un diagramma temporale in cui si legge come funzione del tempo in valore risultante dalla convoluzione fra lo spostamento del suolo e la funzione di risposta dell'apparecchio. Da tale registrazione si ricavano i parametri che consentono di ottenere informazioni sulle onde sismiche rilevate dalla stazione sismica. Nei treni d'onde elastiche provenienti dalle sorgenti sismiche si individuano le fasi (gruppi di onde caratterizzate dalla stessa natura fisica e dallo stesso percorso), l'istante di arrivo, l'ampiezza massima dello spostamento del terreno, il periodo di oscillazione di ampiezza massima. I dati riguardanti l'ampiezza massima fasi sismiche danno informazioni sull'energia elastica che ha raggiunto la stazione sismica registratrice.



# TSUNAMI

Se l'epicentro è localizzato sul fondale Marino, le onde sismiche si propagano nell'acqua provocando la formazione di onde che, avvicinandosi alla costa, diventano sempre più alte: si parla allora di maremoto o tsunami, nome di origine giapponese e ormai usato in tutto il mondo. Le onde di un maremoto possono raggiungere l'altezza di 30 metri e distruggere villaggi o città costiere





# GLOSSARIO

**Sisma:** scossa del terreno provocata dal movimento di due masse rocciose lungo una linea di faglia

**Faglia:** frattura delle rocce in corrispondenza delle quali le due parti si muovono in senso verticale o orizzontale

**Ipocentro:** punto interno alla litosfera dal quale partono le onde sismiche

**Epicentro:** punto che si trova in superficie lungo la verticale dell'ipocentro

**Magnitudo:** valore numerico che esprime l'intensità di un terremoto, ovvero l'energia liberata

**Onde sismiche:** deformazioni elastiche che si propagano nelle rocce, prodotte dalla rottura delle rocce stesse

**Scala Richter:** Scala strumentale usata per la misura della magnitudo di un terremoto

**Scala Mercalli:** scala empirica basata sugli effetti prodotti da un terremoto

**Sismografo:** strumento che misura e registra le vibrazioni del terreno prodotte al passaggio delle onde sismiche

**Sismogramma:** tracciato registrato da un sismografo durante un terremoto che riproduce le vibrazioni del terreno indotte dal passaggio delle onde sismiche

# Autori

Camilletti Massimo

Cesanelli Federico

Croceri Michele

Palermo Alessio

*Classe IIIC – a.s. 2010-2011*