

Il rischio sismico
***Corso di livello avanzato per il Volontariato
di Protezione Civile***

Di.Ma. Gaetano Bastoni

Rischio sismico

Il rischio sismico è la misura dei danni attesi in un dato intervallo di tempo ed è determinato dalla combinazione di tre fattori:

PERICOLOSITA' SISMICA (P): è la probabilità che in una data area ed in un certo intervallo di tempo si verifichi un terremoto che superi una soglia di intensità, magnitudo o accelerazione di picco di nostro interesse.

VULNERABILITA' SISMICA (V): è una caratteristica delle strutture ed indica la loro propensione a subire un danno di un determinato livello, a fronte di un evento sismico di una data intensità.

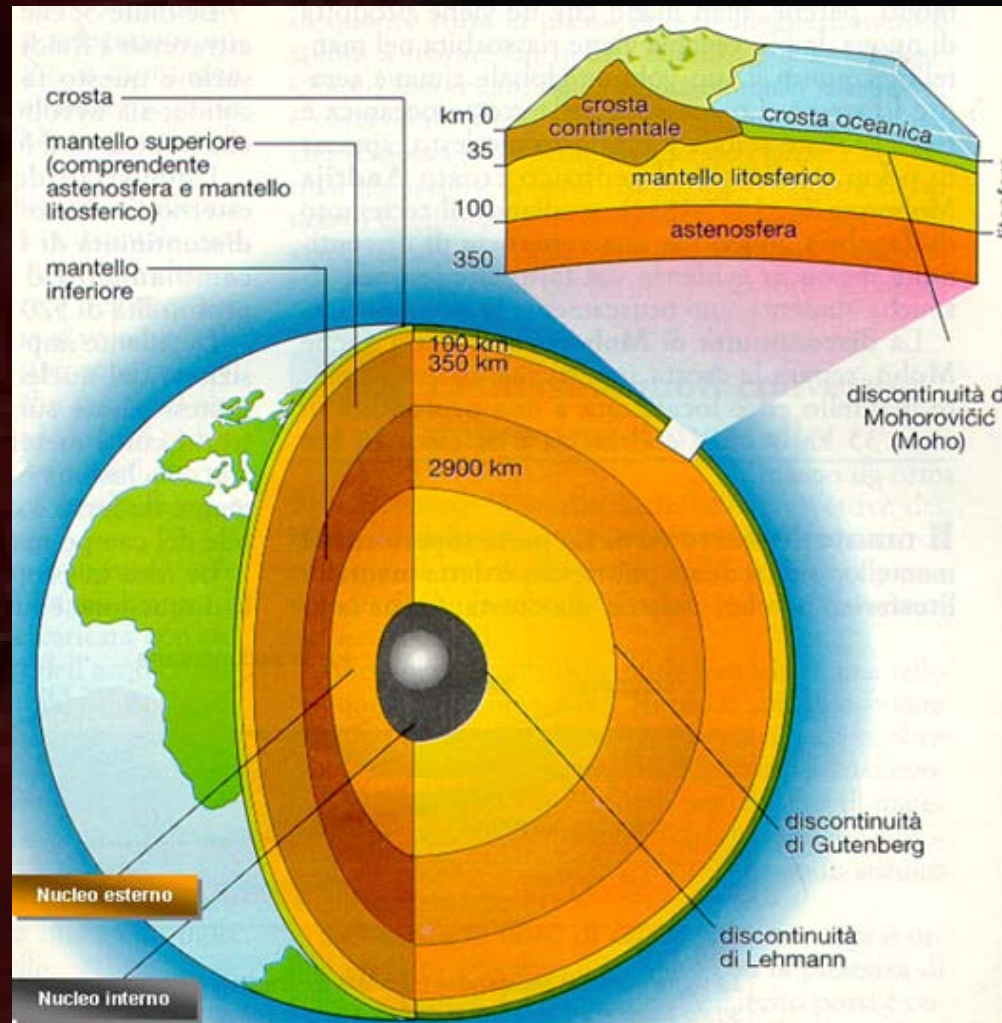
ESPOSIZIONE (E): è una caratteristica che si riferisce a tutto ciò che può essere distrutto o il cui funzionamento può essere alterato o danneggiato: edifici, infrastrutture, sistema economico e produttivo, rete dei servizi e soprattutto la vita umana.

IL PIANETA TERRA

Morfologicamente la Terra è formata da strati di diversi materiali e densità, che sono stati studiati con trivellazioni del sottosuolo, ma soprattutto osservando l'attività sismica e vulcanica propria del pianeta. I rilevamenti hanno portato alla luce la struttura interna, che a partire dall'esterno verso la parte centrale è così composta:

- **Crosta** - ricca di minerali, rocce eruttive, silicati, spesso un centinaio di km, forma uno strato che si estende anche al di sotto degli oceani;
 - **Mantello** - la parte intermedia, sede della materia che fluisce verso l'esterno sotto forma di lava, in cui si trovano strati di ossidi, silicati e solfuri metallici;
 - **Nucleo** - ricco di nichel e ferro, e caratterizzato da un diametro di 6000 km circa e da una temperatura di oltre 1000°C, è lo strato più interno e denso a cui sembra possano ricondursi le proprietà del magnetismo terrestre.
-
-

Litosfera e Astenosfera

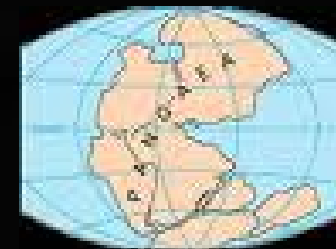
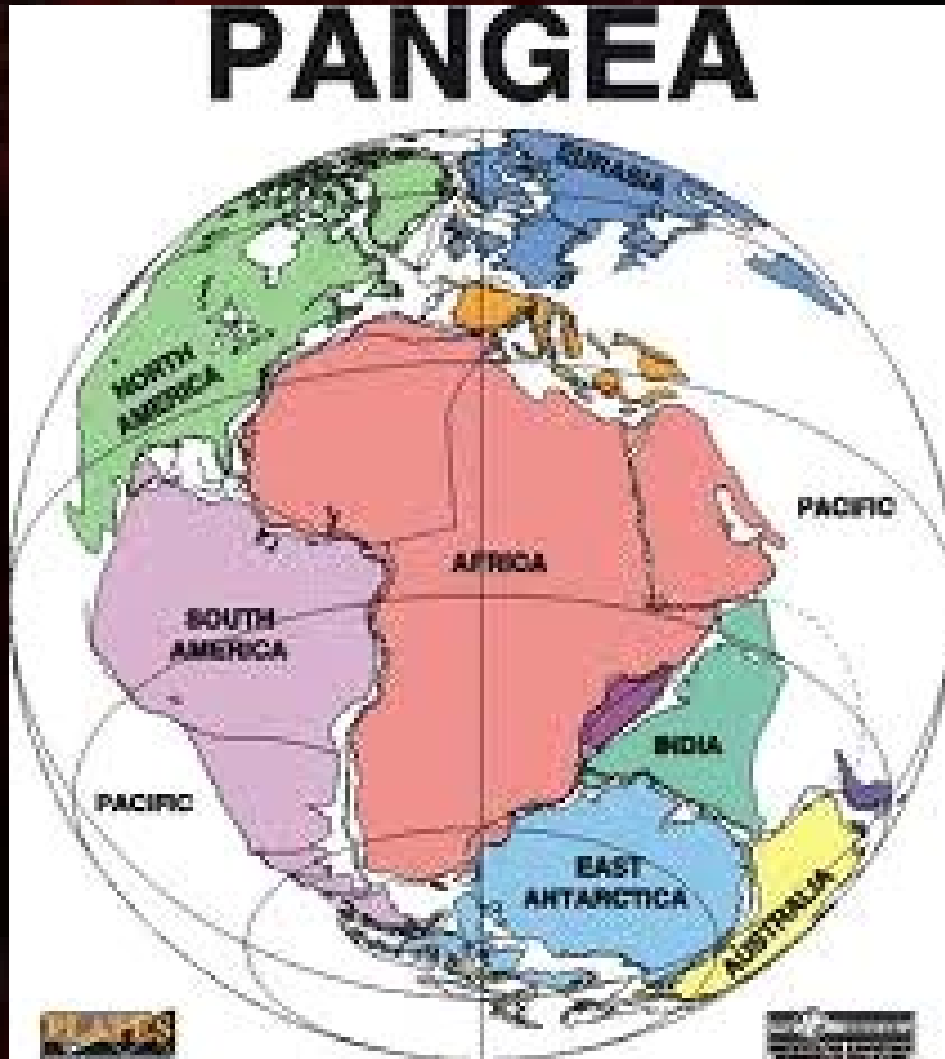


Come si è modificata la crosta terrestre

Le zolle o placche che costituiscono la crosta terrestre si spostano di appena pochi centimetri ogni anno. Tuttavia, nei milioni di anni d'età del nostro pianeta, hanno percorso migliaia di chilometri, originando nuovi dorsali oceaniche.

1. **Cambriano** (570 - 510 milioni di anni fa): i continenti sono alle latitudini tropicali. Il supercontinente Gondwana tocca il Polo Sud.
 2. **Devoniano** (408 - 362 milioni di anni fa): i supercontinenti Laurentia e Gondwana si spostano verso Nord.
 3. **Carbonifero** (362 - 290 milioni di anni fa): si sono formati tre continenti: Laurentia, Angara e Gondwana.
 4. **Triassico** (245 - 208 milioni di anni fa): i tre continenti si sono uniti formando la Pangea.
 5. **Giurassico** (208 - 145 milioni di anni fa): Pangea comincia a dividersi, provocando un generale innalzamento dei mari.
 6. **Cretaceo** (145 - 65 milioni di anni fa): mari caldi e poco profondi ricoprono le terre. I livelli delle acque superano quelli attuali di 25 metri.
-
-

Pangea



PERMIAN
250 million years ago



TRIASSIC
230 million years ago



JURASSIC
180 million years ago



CRETACEOUS
130 million years ago



PALEOGENE
60 million years ago

La teoria della Tettonica a Zolle

Secondo questa teoria la parte superiore della terra e' considerata suddivisa in **due strati** con differenti proprietà deformative.

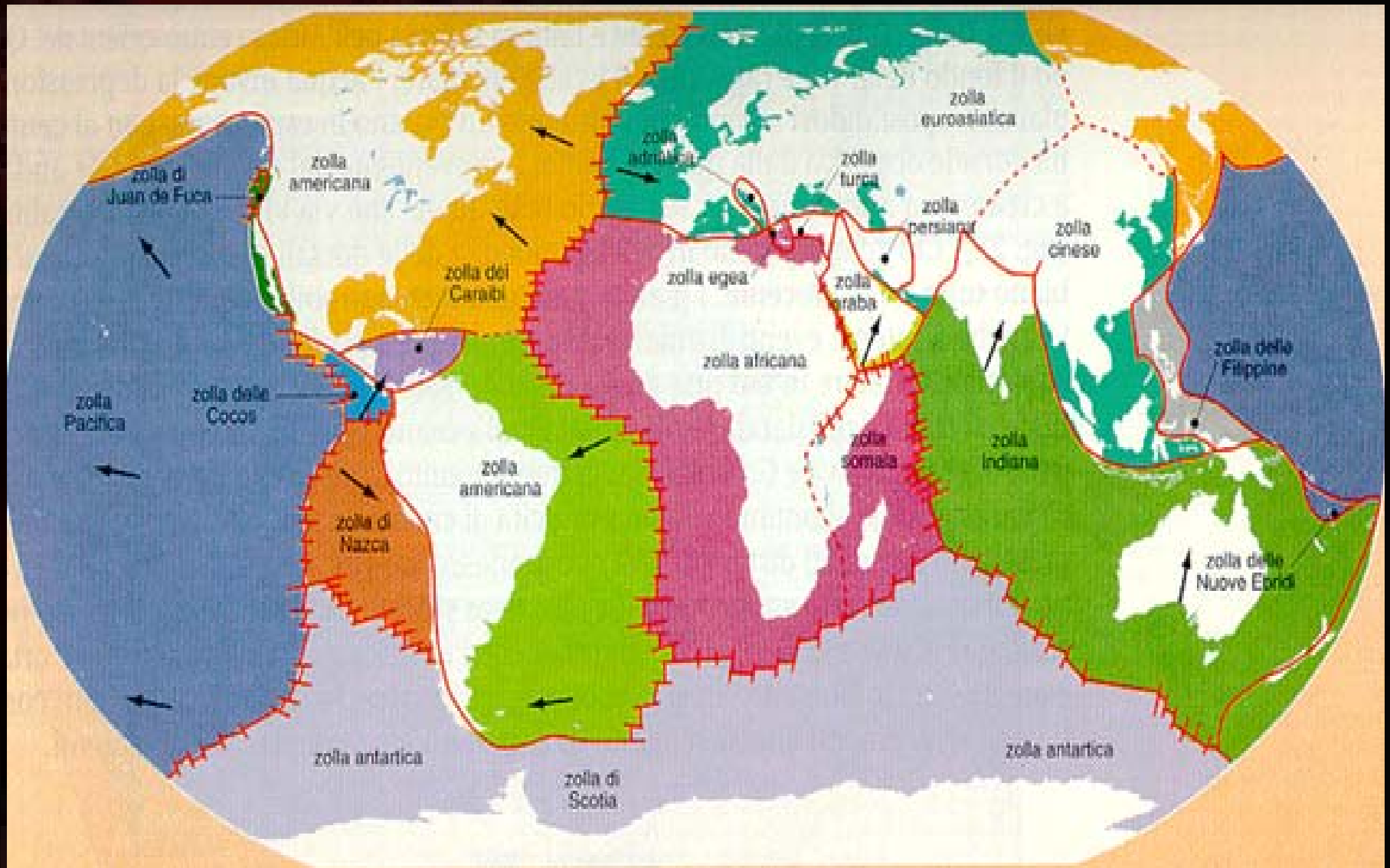
Lo strato superiore rigido, chiamato litosfera e' spesso circa 100 km sotto i continenti e circa 50 km sotto gli oceani ed è costituito dalla crosta e dalla parte sottostante rigida del mantello superiore .

Lo strato sottostante, l' astenosfera si estende sino a 700 km di profondità ed è caratterizzato da rocce meno fragili, cioè meno deformabili in confronto a quelle della litosfera. La litosfera rigida è suddivisa in una dozzina di placche maggiori (che non coincidono necessariamente con i continenti) ed un gran numero di placche secondarie. Le placche litosferiche non sono stazionarie, al contrario esse "galleggiano" in modo complesso con velocità dell'ordine dei 2-10 cm/anno sullo strato di rocce "soffici" della sottostante astenosfera.

L'idea delle placche "erranti" è stata originalmente proposta nel 1912 dallo scienziato tedesco A. Wegener.

Solo nella litosfera, a comportamento fragile, si ha la possibilità di avere un terremoto.

LE ZOLLE DEL PIANETA TERRA



Cause dei movimenti tettonici

Le placche possono muoversi dando origine a diversi fenomeni. E' importante ricordare che la terra emette continuamente calore, a riprova dell'esistenza di un nucleo interno molto caldo.

L'origine di questo flusso termico va ricercata nel fenomeno della **radioattività**; si presume che nel mantello e nel nucleo terrestre abbondino elementi radioattivi come **l'Uranio 238 o il Torio 232** che decadono emettendo particelle la cui energia cinetica si tramuta in calore. Quindi dall'interno del pianeta si diparte il calore generato che si trasmette agli strati superiori.

ORIGINE DEI TERREMOTI

La litosfera rigida è suddivisa in 7 placche grandi e 12 piccole che hanno avuto origine 230 milioni di anni fa, quando la crosta terrestre, che fino a quel momento costituiva un unico blocco, cominciò a rompersi in più pezzi; la prima frattura è stata quella che separa la placca americana da quelle eurasiatica e africana. Queste placche non sono stazionarie, al contrario esse galleggiano sullo strato di rocce "soffici" della sottostante astenosfera.

A una velocità media di 5 cm l'anno, ogni placca scivola lungo il fianco dell'altra o vi spinge contro e ognuna oppone resistenza al movimento dell'altra. Lungo le zone di contatto e per una fascia che di solito è larga un centinaio di chilometri, **si creano fratture, crepe e smagliature che prendono il nome di FAGLIE.**

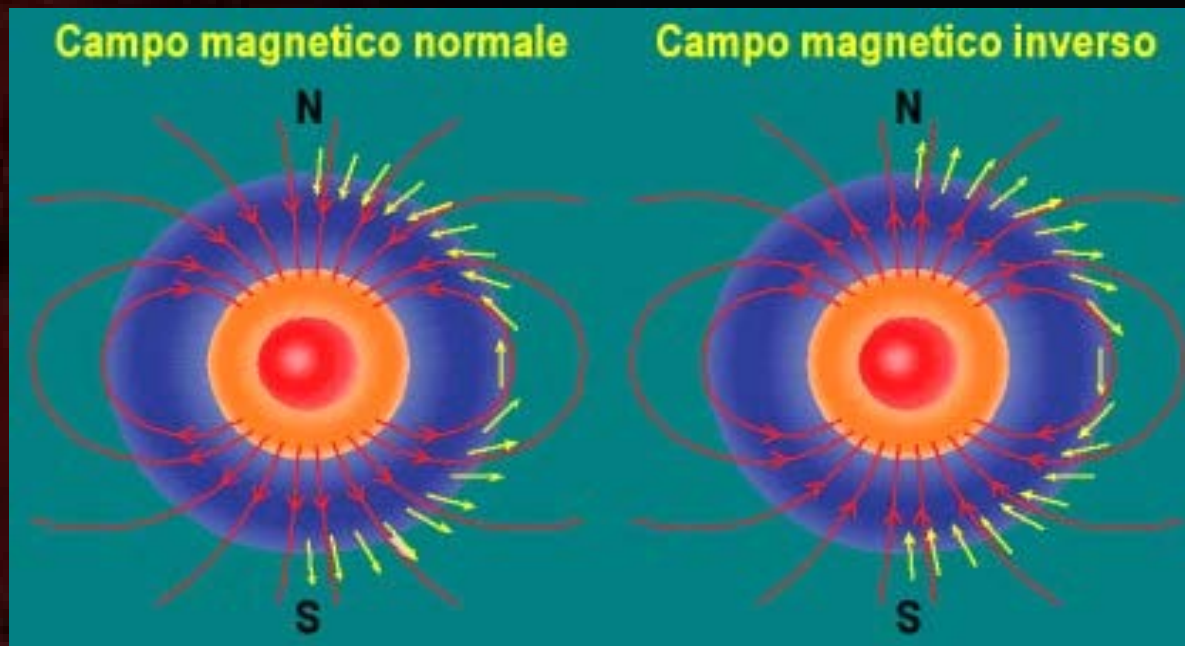
Infatti, il sisma è dovuto al movimento improvviso dei due lati della faglia, durante il quale si accumula energia potenziale di natura elastica. Quando la pressione supera la capacità di resistenza delle rocce, esse cedono di colpo liberando energia meccanica sotto forma di oscillazioni e provocano il terremoto.

IL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE

Il ferro liquido in movimento produce correnti elettriche così intense da generare un grande capo magnetico (quello terrestre).

L'area che va da sud America all'Africa è notevolmente meno intenso che nel resto del pianeta, infatti l'area viene chiamata "Anomalia del sud atlantico".

L'inversione l'ultima dei poli nella terra avvenne circa 800.000 anni fa e poiché questo è anche il valore medio tra una inversione e l'altra, non è da escludere che siamo vicini alla prossima volta.



Onde sismiche

Esistono due tipi di onde sismiche prodotte dai terremoti:

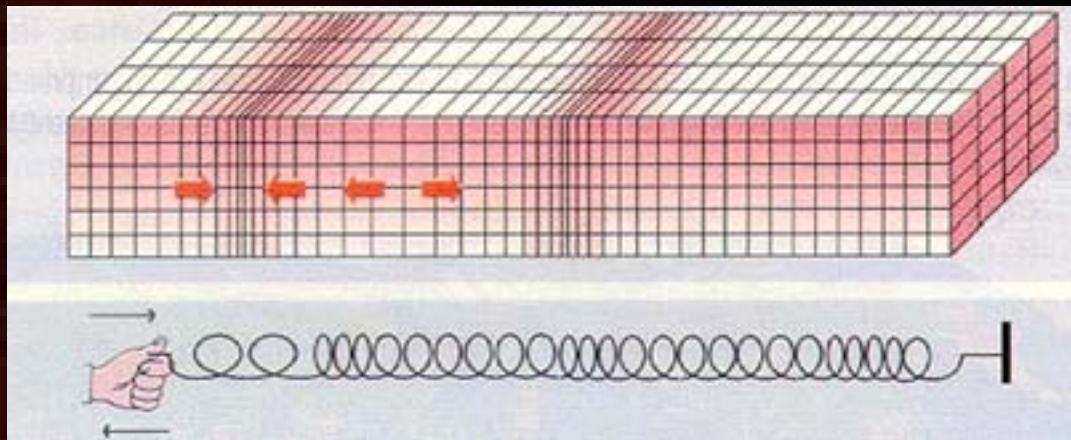
le onde di volume che si propagano all'interno della Terra e si dividono a loro volta in **onde di compressione (onde P) ed onde di taglio (onde S)**. sono più veloci (fino a 8 km/s nella crosta terrestre) e **possono propagarsi sia nei solidi che nei fluidi.**

le onde di superficie che si propagano sulla superficie terrestre, unicamente nei mezzi solidi e sono quelle che provocano i maggiori danni, sono più lente (la velocità è circa la metà di quella delle onde P) .

Le onde di superficie vengono generate quando le onde di volume raggiungono la superficie terrestre. Anche le onde di superficie si dividono in due tipi in funzione della modalità di propagazione: **onde di Love e onde di Rayleigh.**

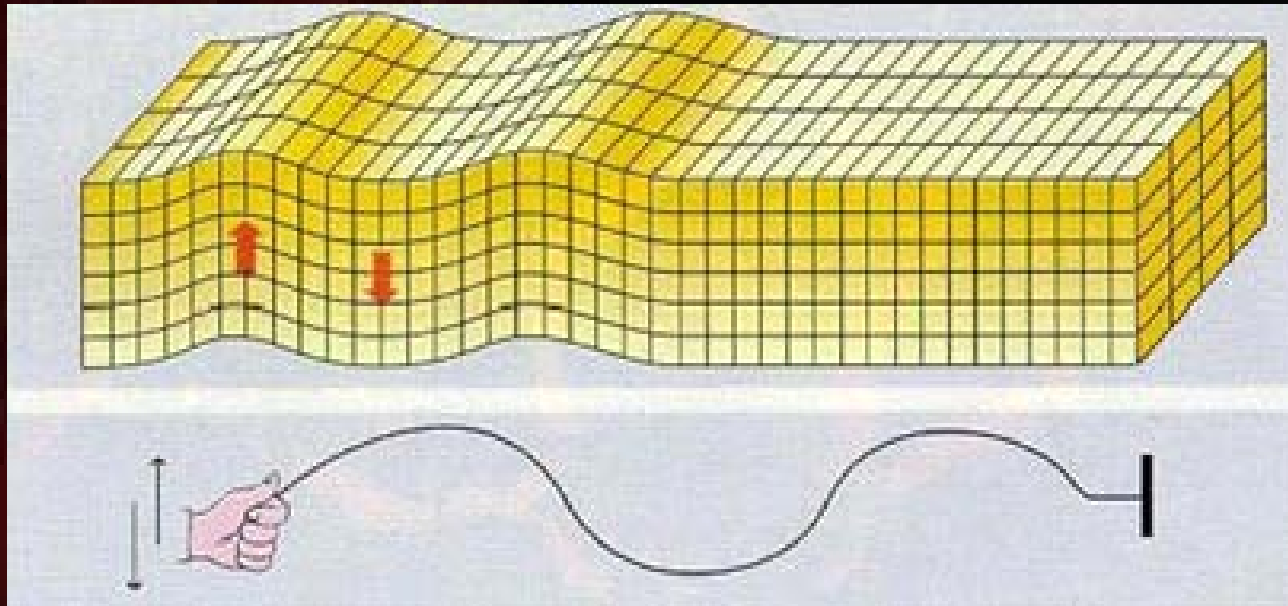
Onde di compressione - (onde P)

se immaginiamo un corpo solido come composto da tante particelle elementari, al passaggio di un'onda P, queste oscillano nella stessa direzione in cui si propaga l'onda sismica.



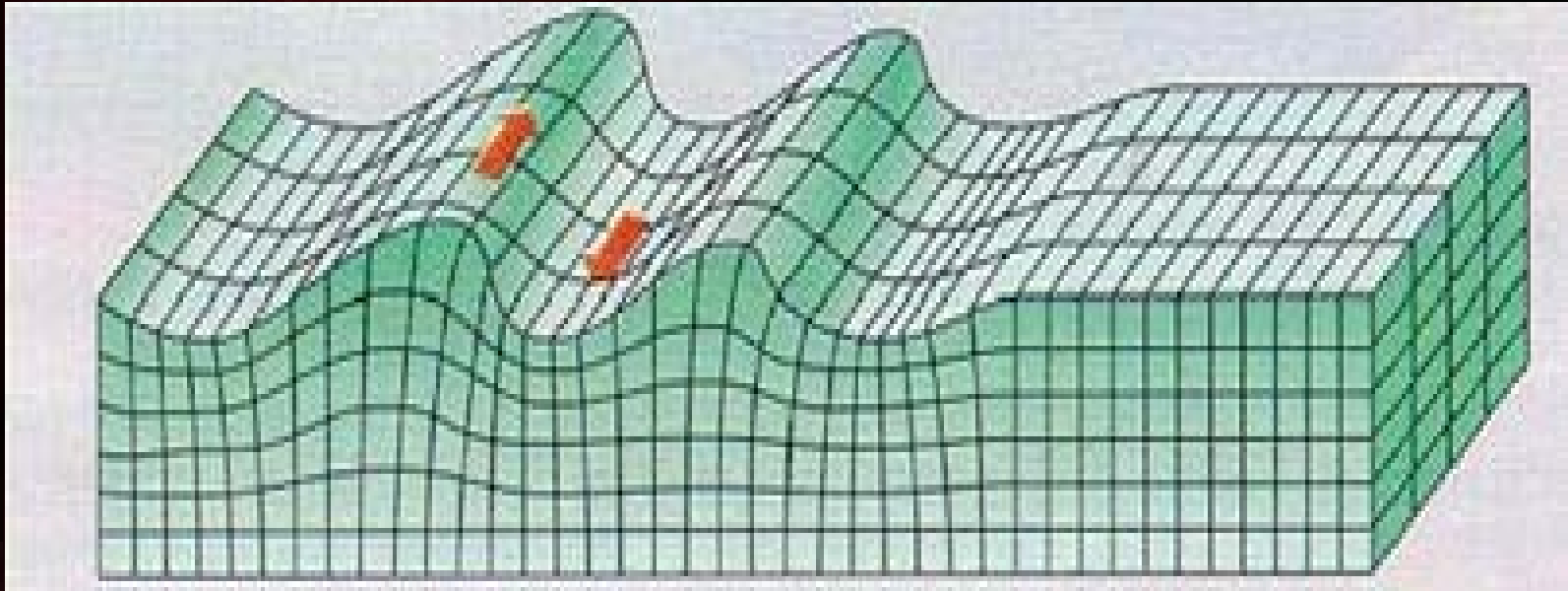
onde di taglio (onde S)

le particelle elementari oscillano in direzione perpendicolare a quella di propagazione.



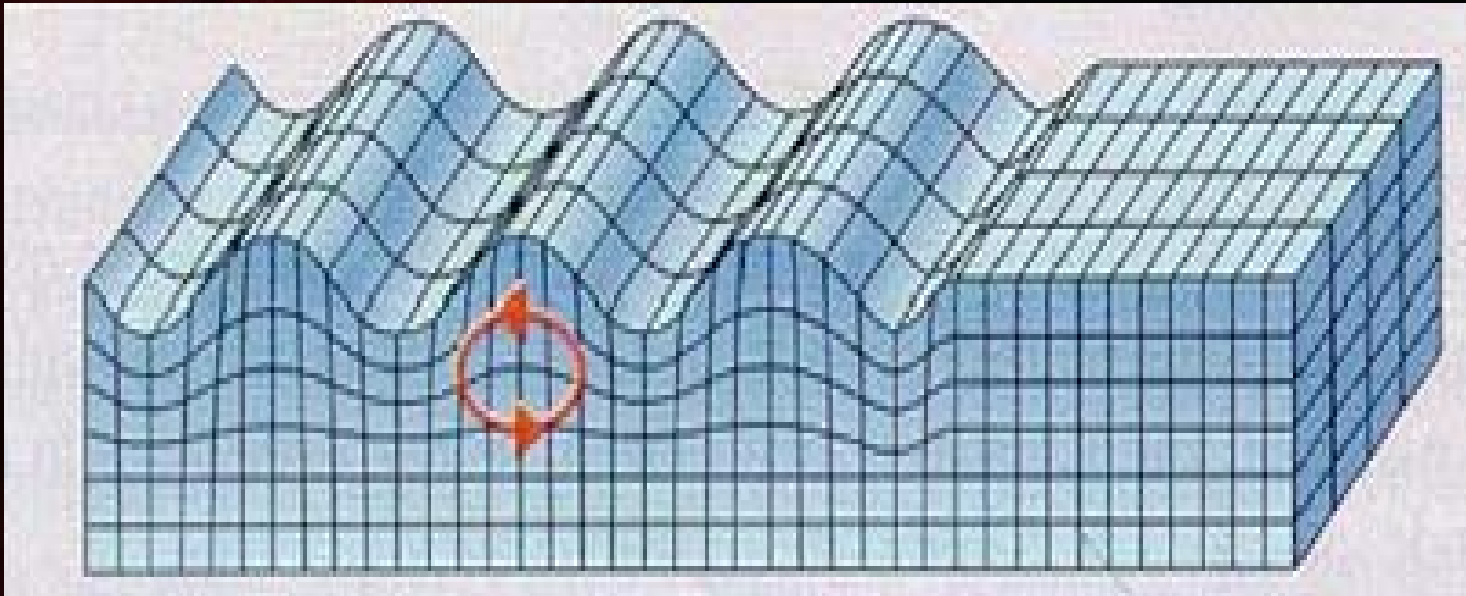
Onde di Love (onde L)

sono le onde di superficie più veloci. Il movimento delle particelle elementari è perpendicolare rispetto alla direzione di propagazione.



onde di Rayleigh (onde R)

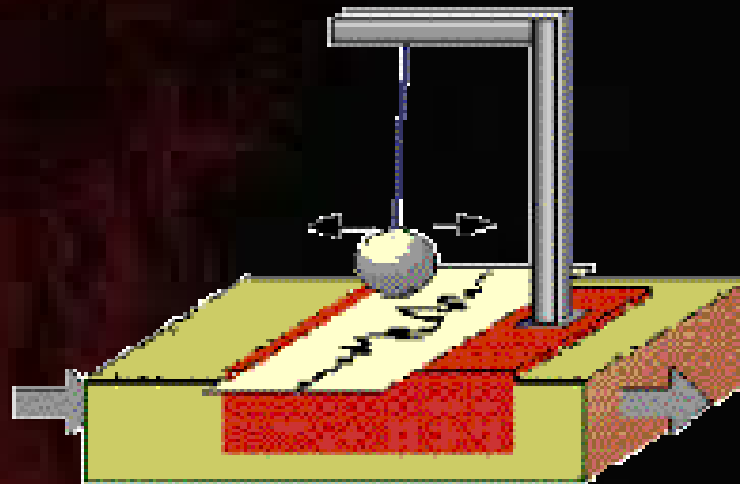
producono un movimento rotatorio con verso opposto alla direzione di propagazione. Somigliano alle onde che si formano su di una superficie liquida, come ad esempio le onde del mare. Gran parte degli scuotimenti prodotti dai terremoti sono dovuti a queste onde, che possono avere ampiezza molto più elevata rispetto a tutte le altre.



SISMOGRAFI E SISMOGRAMMI

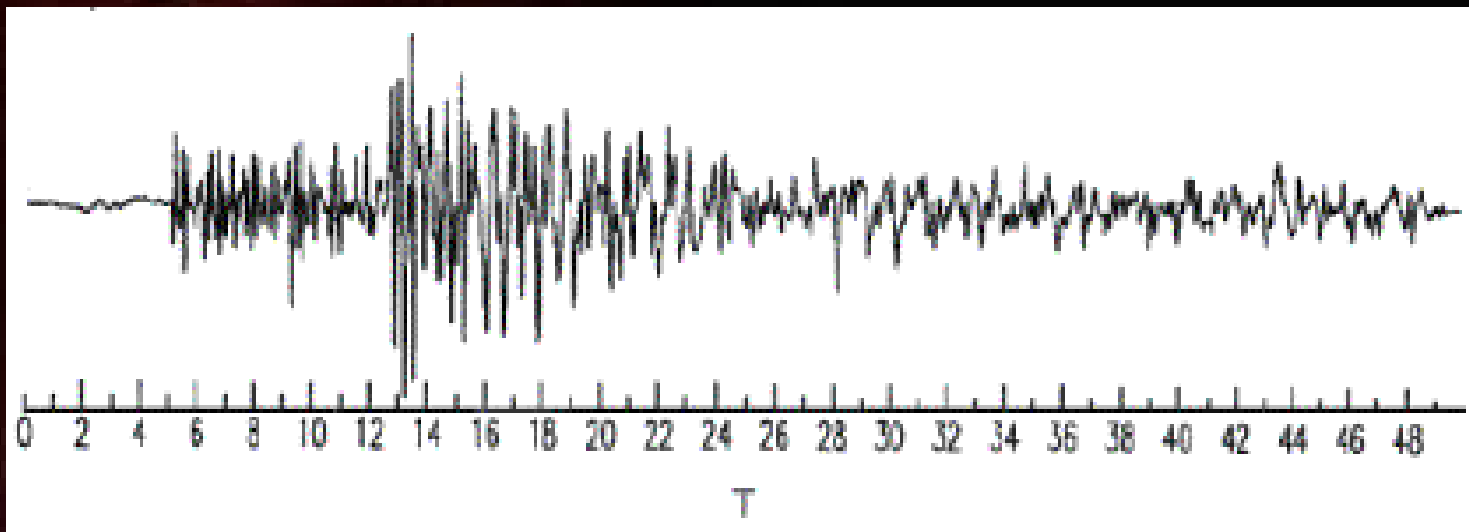
I sismografi sono il principale strumento degli scienziati che studiano i terremoti

un sismografo è un semplice pendolo. Quando la terra trema, la base dello strumento si muove con essa, ma l'inerzia mantiene il pendolo stabile. Esso allora sembrerà muoversi, relativamente al suolo che vibra. Muovendosi, esso traccia su un rullo di carta una registrazione chiamata sismogramma.



SISMOGRAMMI

Una stazione sismografica, dotata di tre differenti pendoli disposti in maniera da registrare rispettivamente i movimenti in senso nord-sud, est-ovest e verticali della terra, possono produrre sismogrammi che consentono agli scienziati di stimare la distanza, la direzione, la magnitudo Richter e il tipo di movimento di faglia che ha causato il terremoto. I sismologi usano reti di stazioni sismografiche per determinare la localizzazione di un terremoto, e per meglio stimare gli altri suoi parametri.



Scala Mercalli

Grado	Scossa	Descrizione
I	impercettibile	Avvertita solo dagli strumenti sismici.
II	molto leggera	Avvertita solo da qualche persona in opportune condizioni.
III	leggera	Avvertita da poche persone.
IV	moderata	Avvertita da molte persone; tremito di infissi e cristalli, e leggere oscillazioni di oggetti appesi.
V	piuttosto forte	Avvertita anche da persone addormentate; caduta di oggetti.
VI	forte	Qualche leggera lesione negli edifici e finestre in frantumi.
VII	molto forte	Caduta di fumaioni, lesioni negli edifici.
VIII	rovinosa	Rovina parziale di qualche edificio; qualche vittima isolata.
IX	distruttiva	Rovina totale di alcuni edifici e gravi lesioni in molti altri; vittime umane sparse ma non numerose.
X	completamente distruttiva	Rovina di molti edifici; molte vittime umane; crepacci nel suolo.
XI	catastrofica	Distruzione di agglomerati urbani; moltissime vittime; crepacci e frane nel suolo; maremoto.
XII	apocalittica	Distruzione di ogni manufatto; pochi superstiti; sconvolgimento del suolo; maremoto distruttivo; fuoriuscita di lava dal terreno.

Scala Richter

Gli strumenti che registrano i terremoti (sismometri) forniscono una misura dell'energia che viene sviluppata nell'evento. La scala che misura l'energia del terremoto si chiama scala Richter. Questa scala paragona l'energia liberata dal sisma a un'equivalente energia liberata da un'esplosione di dinamite nel sottosuolo.

Tra la scala Richter e la scala Mercalli è possibile effettuare un confronto, ma si tratta di una cosa molto approssimativa in quanto non esiste una correlazione precisa tra le due scale. Per comprenderlo basta pensare che due terremoti di uguale energia (valore Richter) sono risentiti in maniera diversa se hanno origine a profondità differenti.

Richter e la scala Mercalli

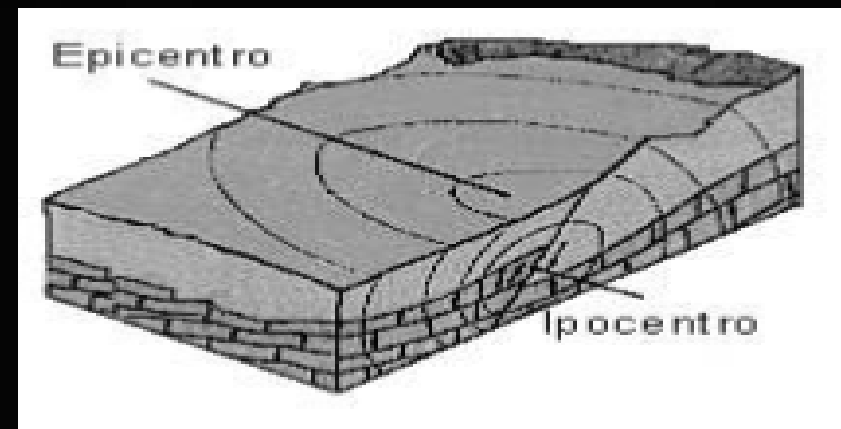
magnitudo Richter
grado Mercalli
235

magnitudo Richter	grado Mercalli
< 3.5	I - II
3.5	II - III
4.2	III - IV
4.5	III - V
4.8	IV - V
5.4	V - VI
6.1	VII - IX
6.5	VIII - X
6.9	IX - XI
7.3	X - XI
8.1	XI - XII
> 8.1	XII

IPOCENTRO E EPICENTRO

Il punto della litosfera da dove inizia la propagazione delle onde sismiche è detto IPOCENTRO. L'ipocentro di un terremoto viene individuato dalla sua profondità in chilometri e dalla sua posizione in latitudine e longitudine.

Il termine EPICENTRO, più comunemente usato in riferimento alla localizzazione di un terremoto, indica il punto della superficie terrestre direttamente sopra l'ipocentro



IPOCENTRO E EPICENTRO

In base alla profondità dell'ipocentro i terremoti si possono dividere in:

1. **terremoti superficiali** con ipocentro tra 0 e 70 km; rappresentano circa l'85% di quelli registrati ogni anno
2. **terremoti medi** con ipocentro tra 70 e 300 km; rappresentano circa il 12% del totale
3. **terremoti profondi** con ipocentro oltre i 300 km; sono circa il 3% del totale

Più profondo è l'ipocentro del terremoto, tanto più attenuata sarà in superficie la magnitudo del sisma, pertanto i terremoti più disastrosi sono quelli che hanno l'ipocentro più in superficie.

RISCHIO SISMICO IN ITALIA

L'Italia è situata nella zona di collisione tra le placche Africana ed Eurasiatica e questo fatto comporta un elevato rischio sismico.

Questa linea parte dalla dorsale atlantica, passa per il Nord Africa, taglia la Sicilia, risale la penisola lungo gli Appennini, volge a est in Veneto e in Friuli, ridiscende lungo le coste Balcaniche e finisce contro le coste della Turchia, al confine con la Siria. A provocare i sismi sono i movimenti reciproci delle due placche, gli stessi che hanno generato la penisola.

Sismologi e geologi ritengono che, per quasi tutta la frattura che attraversa il territorio italiano, la placca africana si infili sotto quella europea.

L'unico dato certo è che, nel Centro-nord, i terremoti sono sempre meno violenti e frequenti che nel Sud, dove non di rado sono arrivati all'undicesimo grado della scala Mercalli. Non a caso, sono le regioni meridionali a preoccupare di più i sismologi per il futuro.

In base alla classificazione sismica di **2965** comuni su **8102**, il 45% del territorio nazionale (70 % dell'Italia centro-meridionale) è a rischio sismico.

***Grazie per l'attenzione
alla prossima !***

Gaetano Bastoni

