



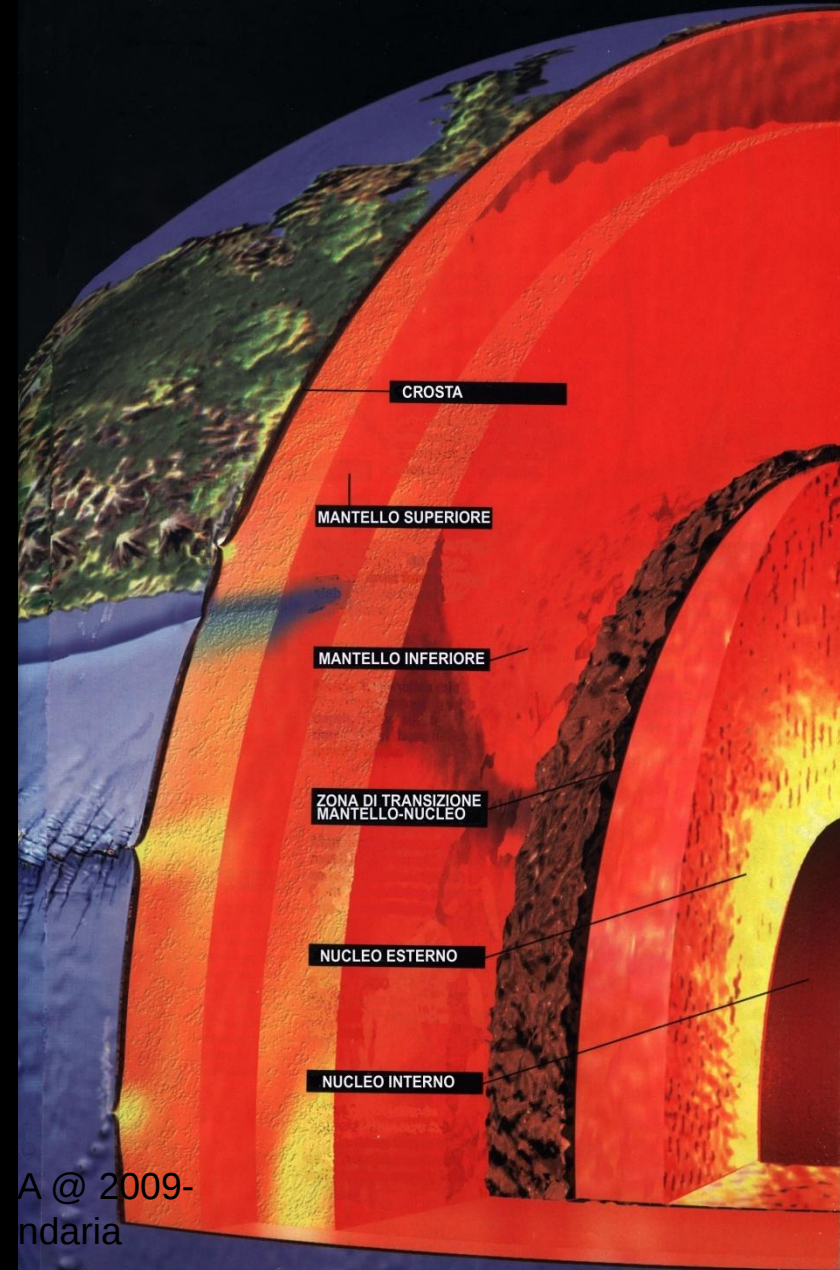
LA TETTONICA A ZOLLE

ED I FENOMENI SISMICI



Ad uno spaccato, la struttura del nostro pianeta appare a strati concentrici. Dall'interno verso l'esterno distinguiamo:

- **Il Nucleo:** con un raggio di circa 3.470 Km, è costituito da una parte più interna, solida, ed una più esterna, liquida. Si ritiene che si a composto da una lega dei Ferro (Fe) e Nickel (Ni), alleggerita da altri elementi come Silicio (Si) e Carbonio (C)
- Una zona di transizione, che riflette le onde sismiche, separa il Nucleo dal Mantello, lo strato sopostante. Si chiama **Discontinuità di Gutenberg**, dal nome del geologo che la scoprì
- **Il Mantello:** si estende fino a 2.900 Km dalla superficie. Anch'esso è suddiviso in mantello inferiore e superiore
- **La Moho:** è la zona di discontinuità che separa il Mantello dalla Crosta
- **La Crosta terrestre:** è lo strato più superficiale. E' spessa da soli 2 Km, sotto gli oceani, a 70 Km sotto le catene montuose, con una media di 35 Km sotto i continenti



LA CROSTA TERRESTRE



- Il suo spessore medio è di 5-6 km sotto gli oceani, con un minimo di soli 2 km, e di 30-35 km sotto i continenti, con un massimo di 60-70 km sotto le catene montuose
- Essendo più leggera, “galleggia” sullo strato sottostante del Mantello

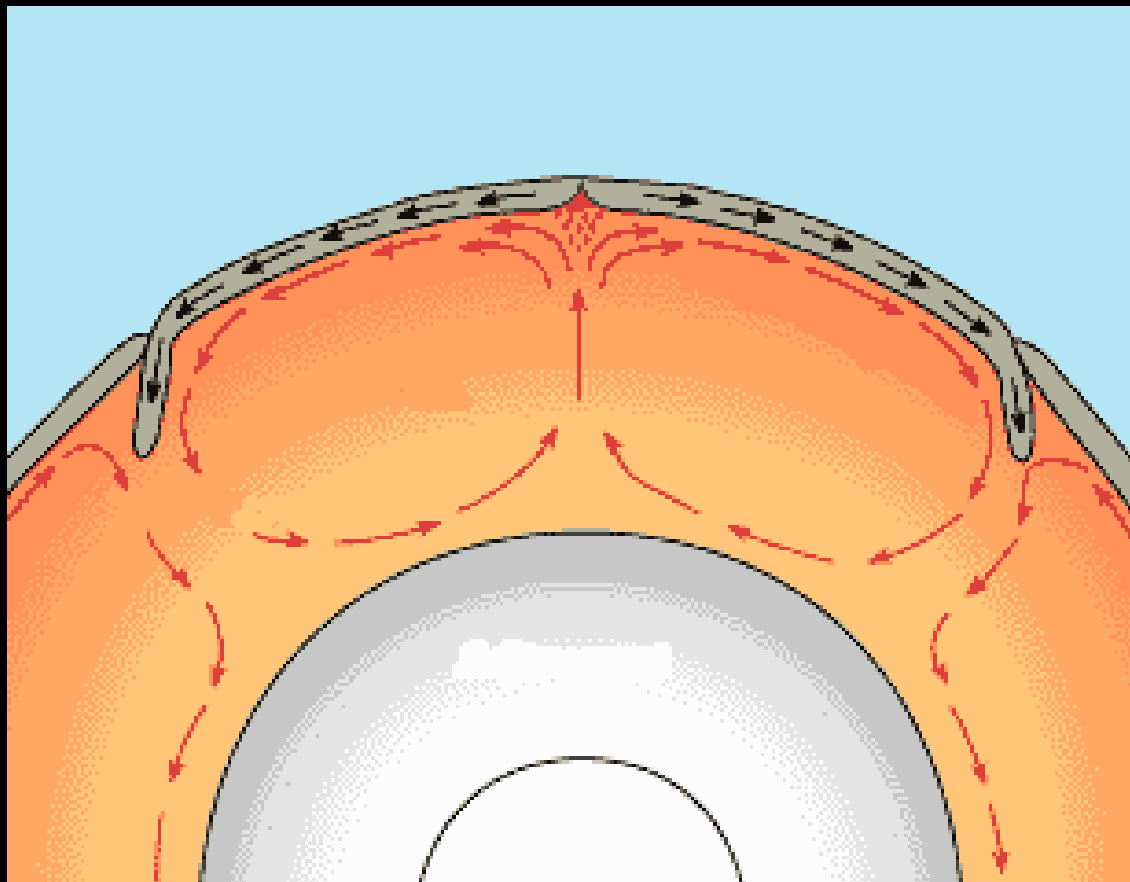
- Merita un esame più accurato. Sui continenti è composta da rocce prevalentemente Sialiche, cioè formate da Silicati di Alluminio (Al) ed altri metalli leggeri come Sodio (Na) e Calcio (Ca). Sui fondali oceanici è composta, invece, da rocce Femiche, cioè ricche di silicati di metalli pesanti, come Ferro (Fe) e Magnesio (Mg); in particolare di Basalto, una roccia effusiva pesante e di colore scuro, eruttata a livello delle formazioni dette Dorsali

LA LITOSFERA: è l'involucro solido più esterno del nostro pianeta

- È costituito dalla crosta terrestre insieme a porzione del mantello superiore
- Il suo spessore varia da oltre 100 km sotto le catene montuose a soli 5 km in corrispondenza dei fondali oceanici
- Il **Mantello** al di sotto della Litosfera presenta una zona in cui si comporta come un liquido molto denso, interessato da lenti movimenti convettivi, che prende il nome di:
- **Astenosfera**. Questa è la principale responsabile della **Geodinamica** del nostro Pianeta

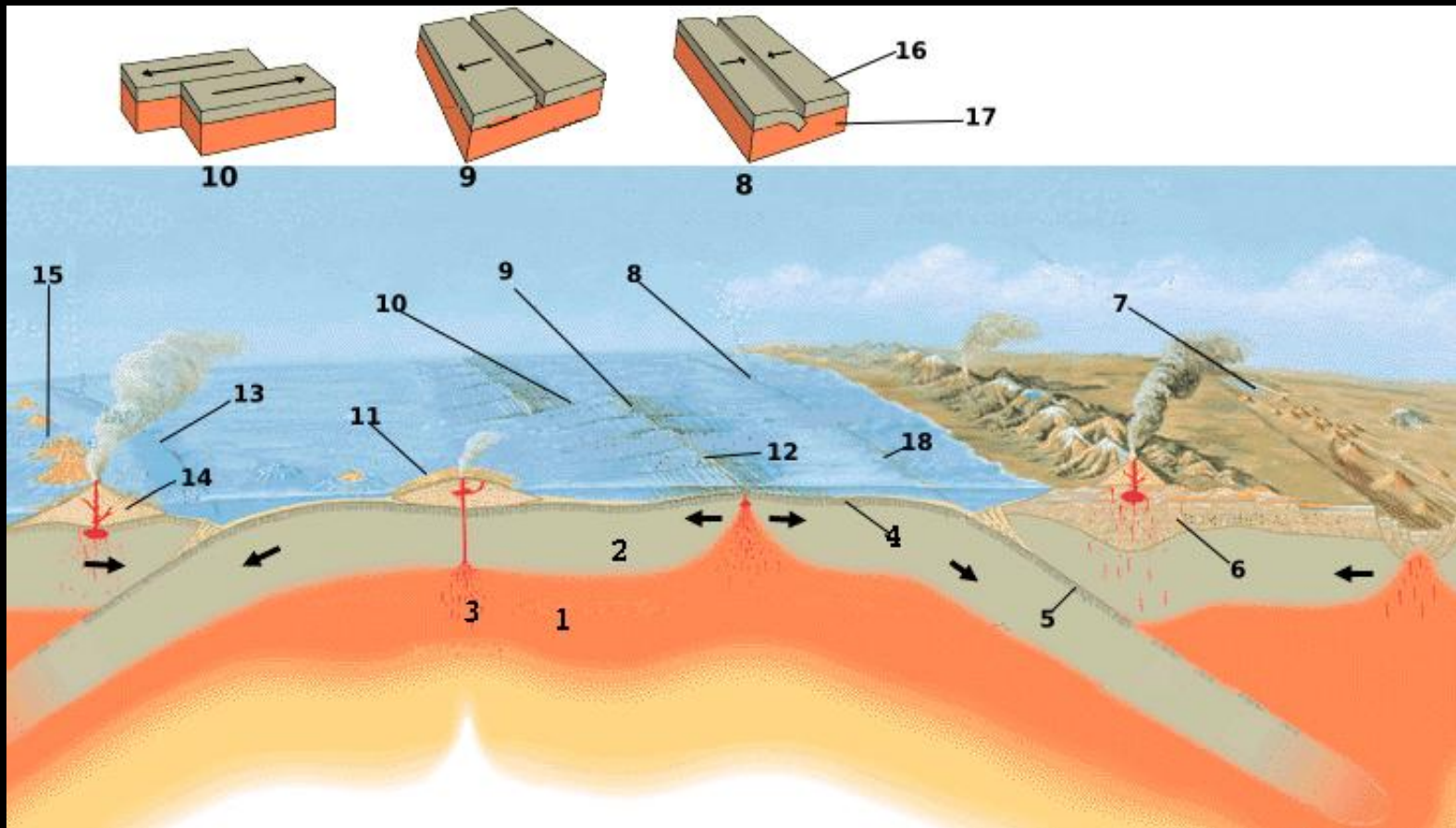


Il Mantello al di sotto della crosta terrestre è interessato da lenti movimenti convettivi, che lo suddividono in celle di convezione



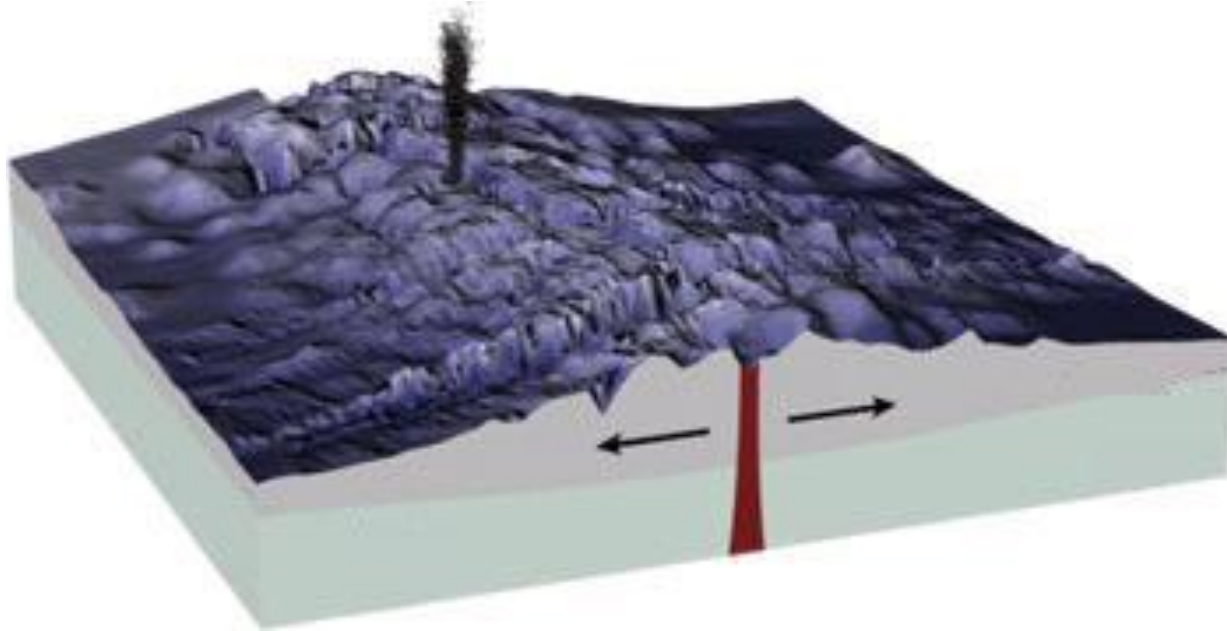
- Come succede per l'acqua che bolle, la roccia calda del Mantello tende ad andare verso l'alto. Perdendo calore, riaffonda verso il Nucleo, dando luogo a grandi movimenti circolari, che procedono alla velocità di pochi cm l'anno

La Geodinamica del nostro Pianeta



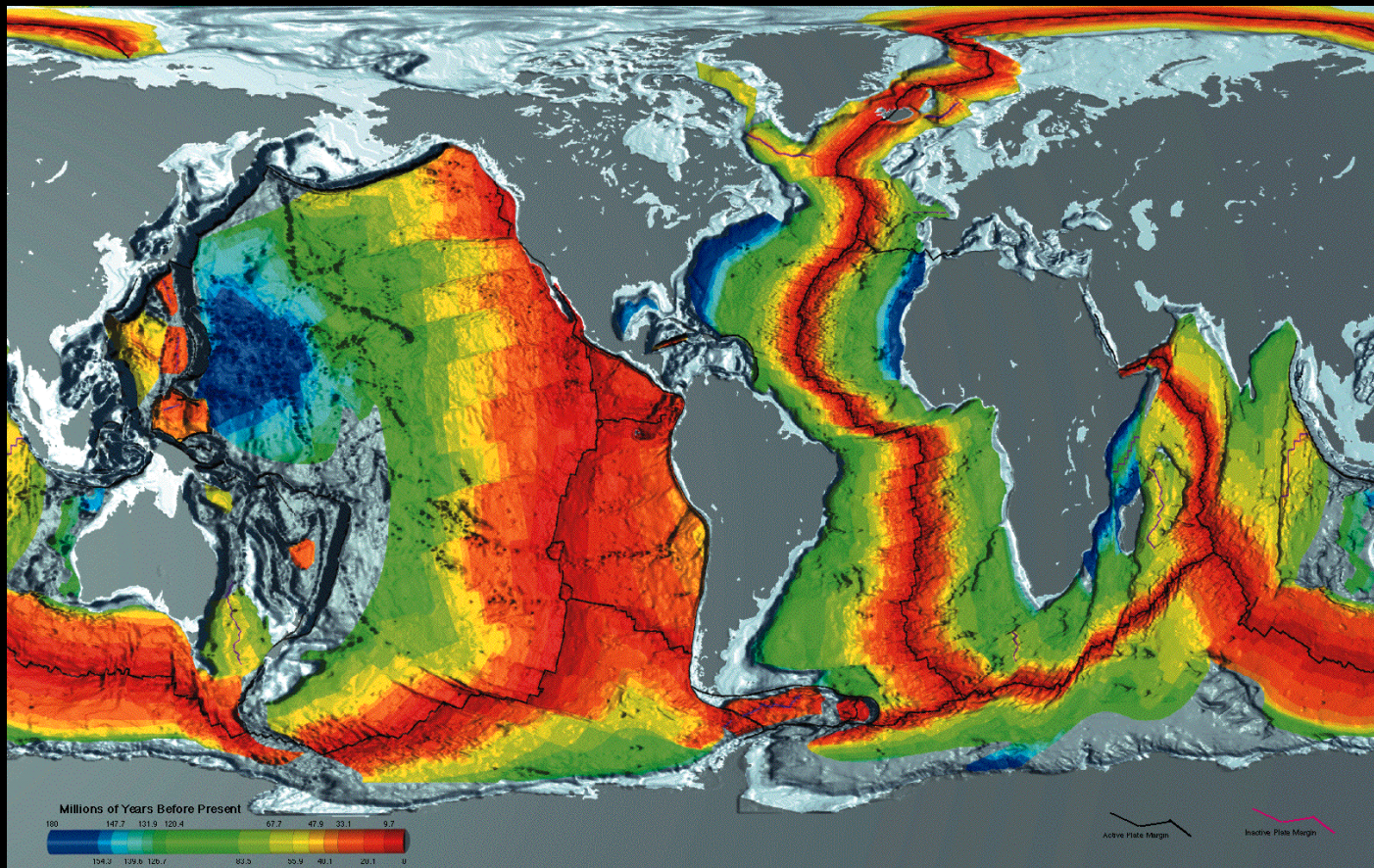
- I movimenti delle celle convettive sottopongono la litosfera a tensioni che la fratturano, creando enormi spaccature visibili nelle Dorsali oceaniche.

Le Dorsali oceaniche



- Si presentano come rilievi, che si innalzano anche di diversi km rispetto al fondale marino. Al centro sono solcate da una grande spaccatura, o “Rift”, il cui fondo è interessato da una intensa attività vulcanica
- A questo livello viene continuamente eruttata roccia basaltica, che viene a formare nuovo suolo del fondale oceanico
- Le tensioni che si sviluppano provocano anche numerose spaccature trasversali al Rift, si tratta di Faglie trasversi o trascorrenti

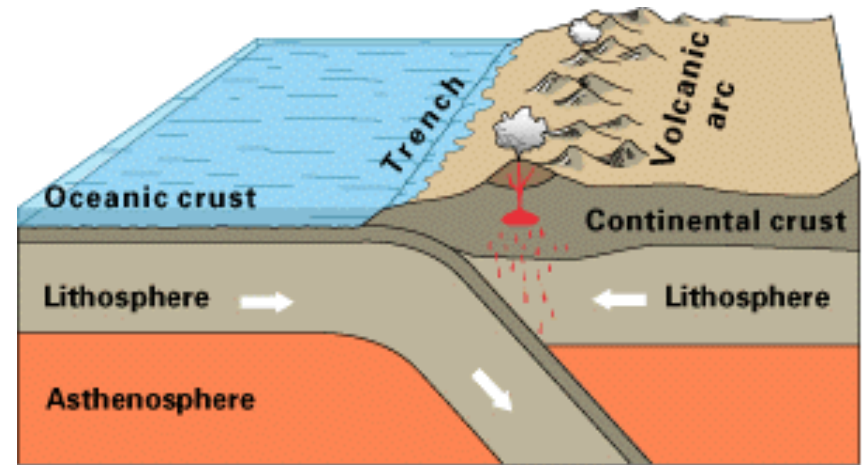
I fondali marini sono profondamente segnati dalle Dorsali che appaiono come immense cicatrici. Al loro livello, il suolo oceanico si rinnova continuamente, pertanto le rocce più recenti si troveranno nelle loro immediate vicinanze, mentre allontanandoci dalle Dorsali troveremo rocce via via sempre più antiche.



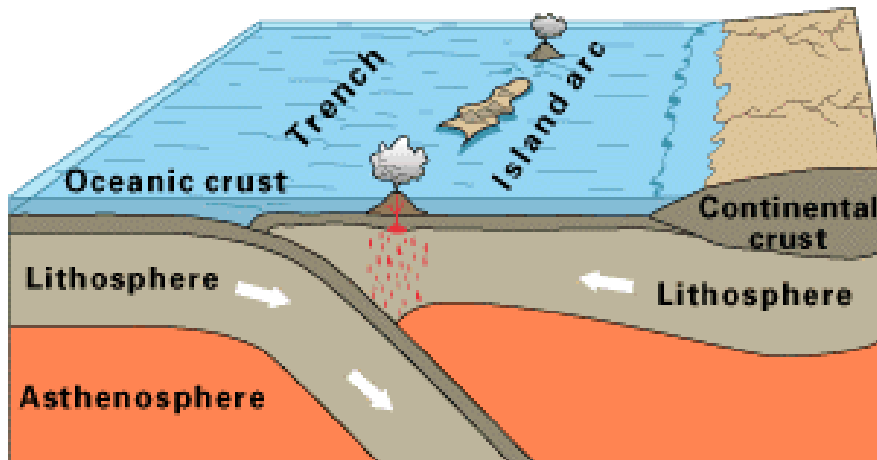
- In questa mappa geologica, le Dorsali appaiono orlate da fondale neoformato, segnato in rosso. In blu, le rocce più vecchie.

Tanto fondale nuovo si forma, e tanto ne sprofonda nei punti di subduzione

- La crosta terrestre non può aumentare di volume. Pertanto, per ogni nuova porzione di crosta che si forma a livello delle Dorsali, una porzione equivalente viene riassorbita per scivolamento sotto la Piattaforma continentale adiacente, oppure sotto altra crosta oceanica. Tale fenomeno è sempre accompagnato da intensa attività vulcanica e sismica.



Oceanic-continental convergence

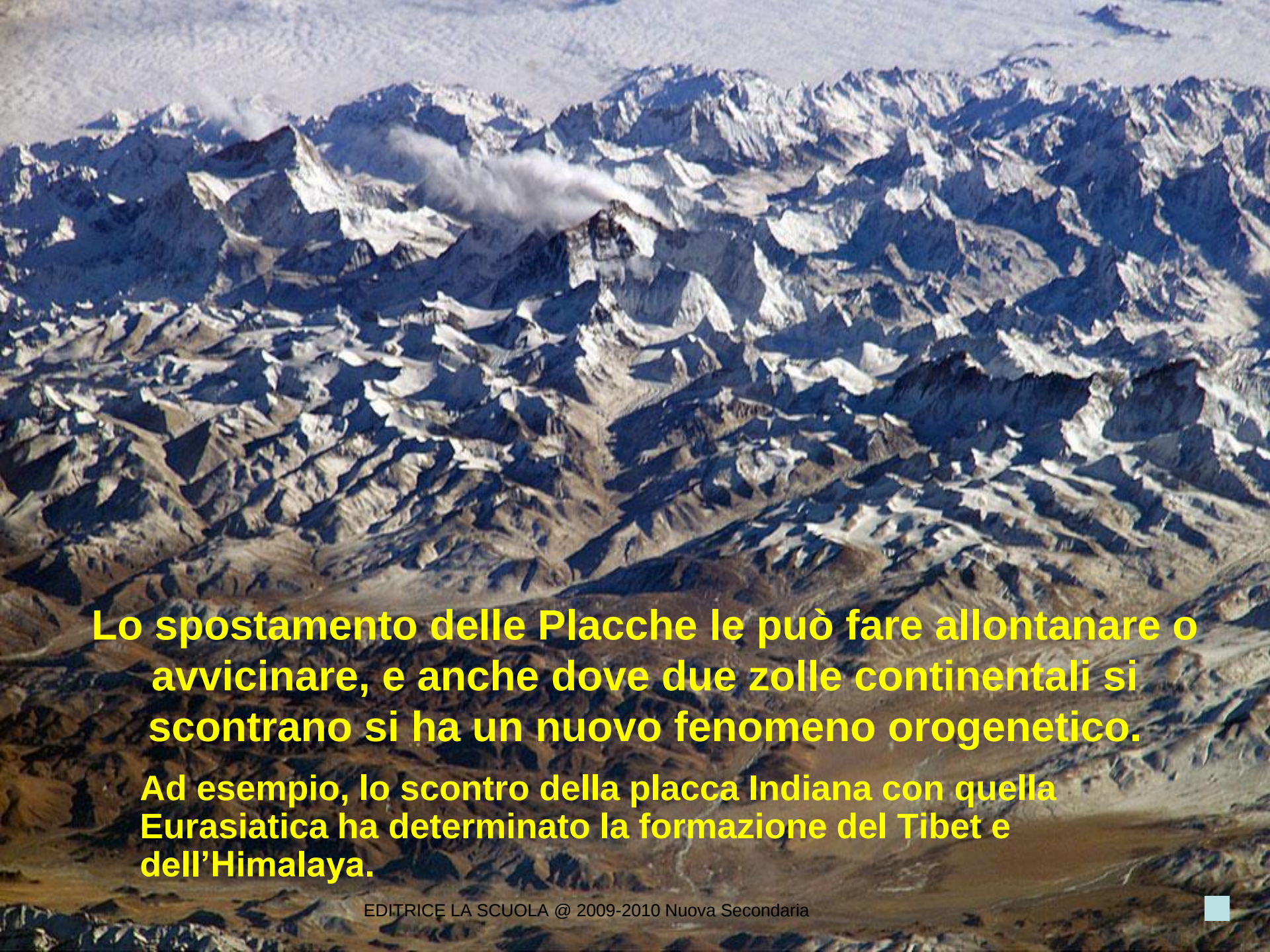


Oceanic-oceanic convergence

- Nel primo caso, sopra illustrato, l'attrito tra la crosta che sprofonda ed il margine della placca continentale determina un corrugamento del suolo, che dà luogo all'orogenesi di importanti catene montuose. Nel secondo, schematizzato qui a sinistra, lo sprofondamento del fondale dà luogo alle grandi Fosse abissali.

La Crosta terrestre risulta quindi frazionata in una serie di Placche o Zolle continentali, che galleggiano per Isostasia sul mantello sottostante, più denso, e si spostano le une rispetto alle altre sotto l'azione di queste enormi spinte.

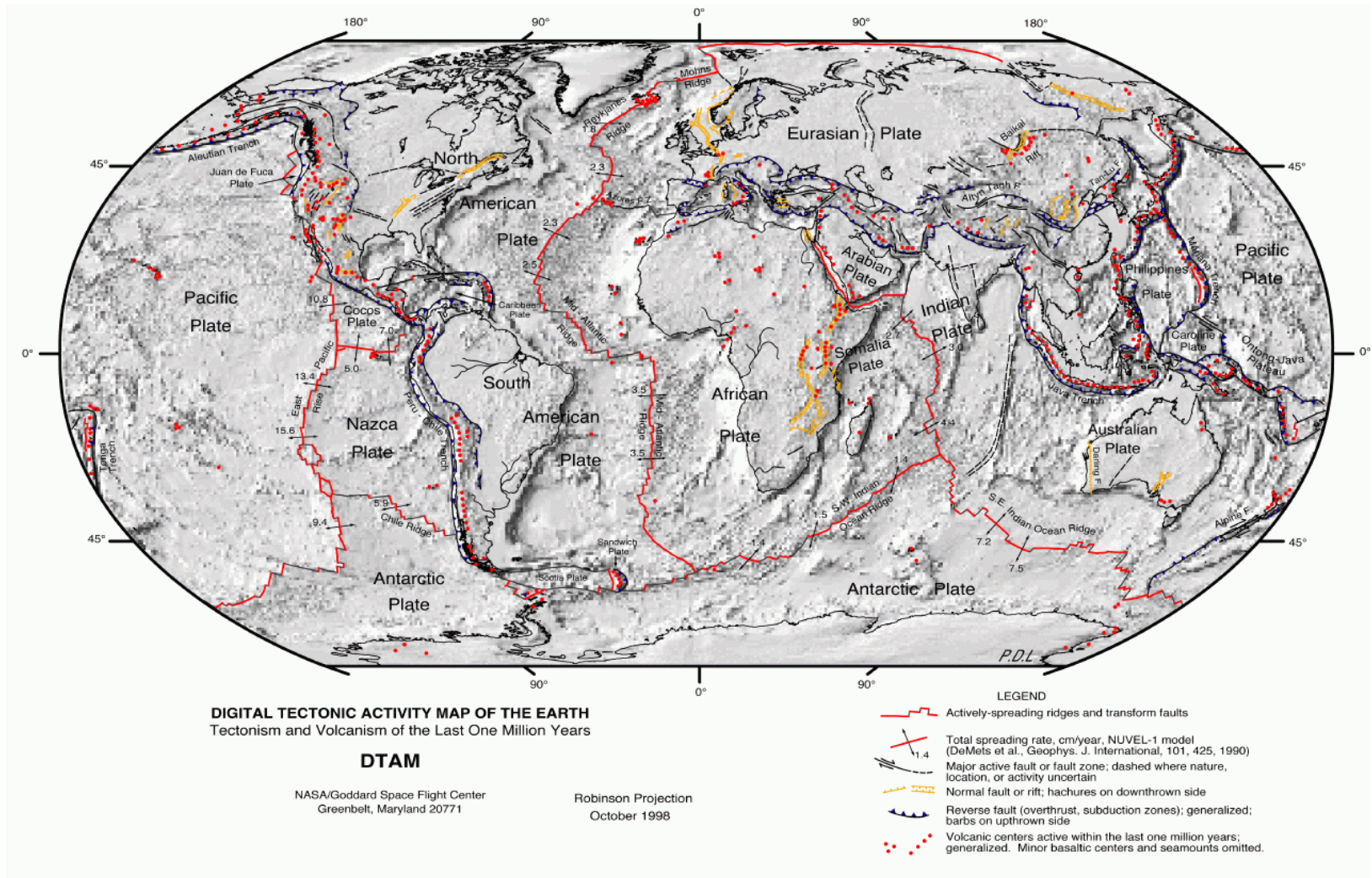


An aerial photograph of a massive mountain range, likely the Himalayas, showing jagged peaks, deep valleys, and patches of snow and ice. The terrain is extremely rugged and high-altitude.

Lo spostamento delle Placche le può fare allontanare o avvicinare, e anche dove due zolle continentali si scontrano si ha un nuovo fenomeno orogenetico.

Ad esempio, lo scontro della placca Indiana con quella Eurasiatica ha determinato la formazione del Tibet e dell'Himalaya.

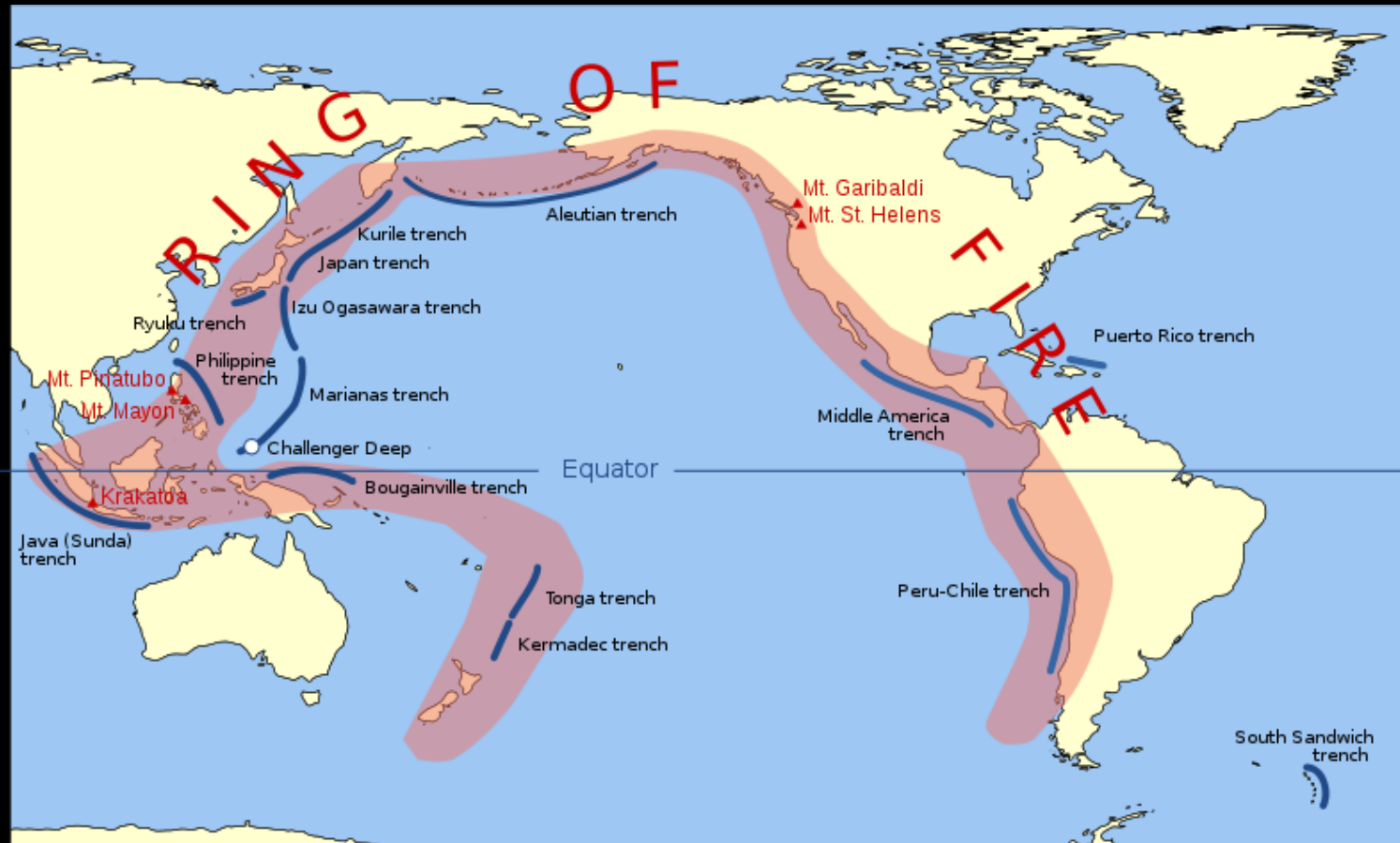
L'attività tettonica ha plasmato la morfologia attuale della crosta, e quindi la geografia attuale della Terra



G221.001

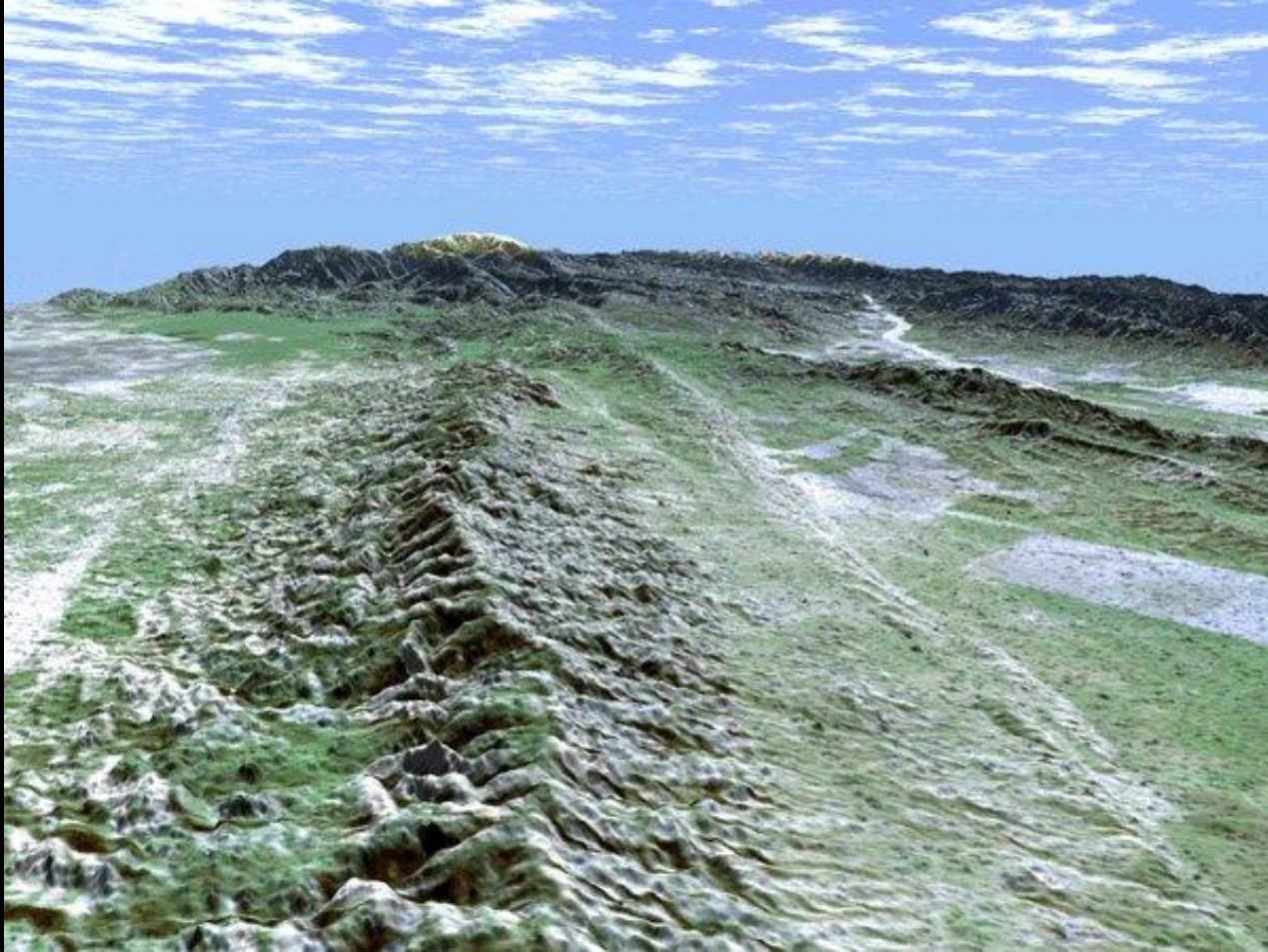
- Ovviamente, le zone di maggiore attività sismica e vulcanica le troveremo in corrispondenza delle Dorsali e della Faglie di subduzione.

Sul Pacifico, ad esempio, troviamo che le zone geologicamente più attive sono distribuite sulle faglie di subduzione: ad est lungo la costa del continente Americano, e ad Ovest lungo il Giappone e Malaysia.



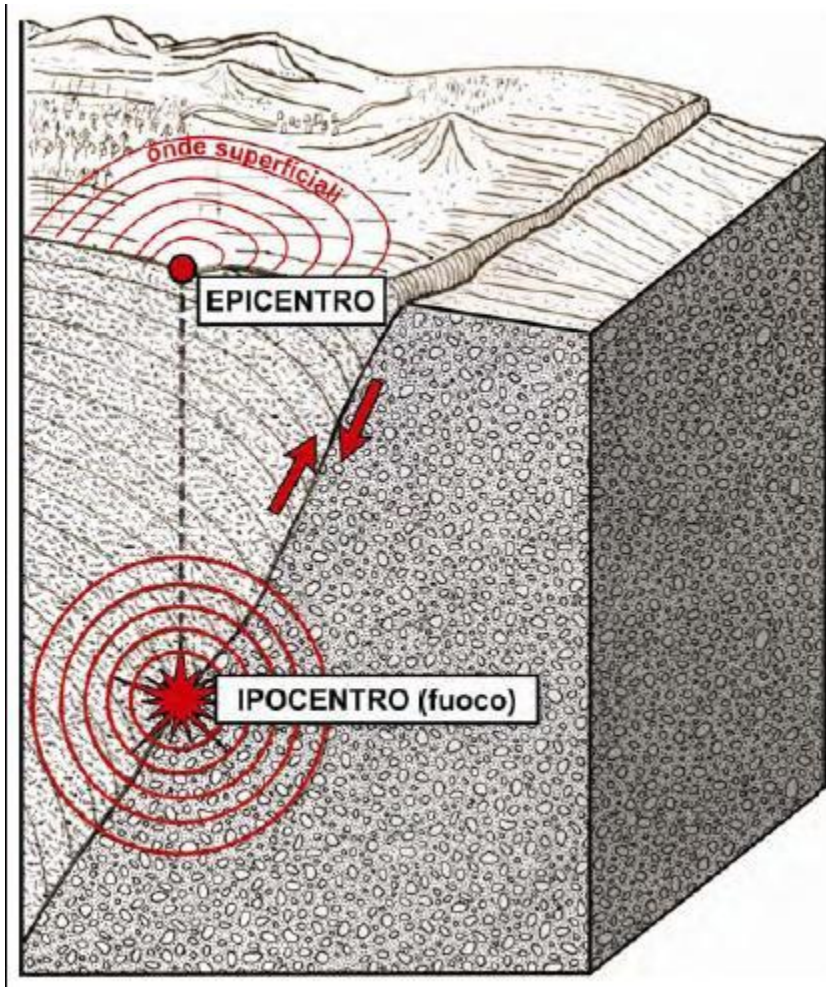
La cintura vulcanica viene quindi a circondare l'Oceano, determinando quello che i geologi anglosassoni chiamano "Ring of fire".

Le tensioni che si generano nelle rocce a causa dei movimenti tettonici le caricano di energia potenziale elastica, che non sfoga finché non viene vinto il limite di rottura della roccia o l'attrito statico tra i due fronti di una faglia.



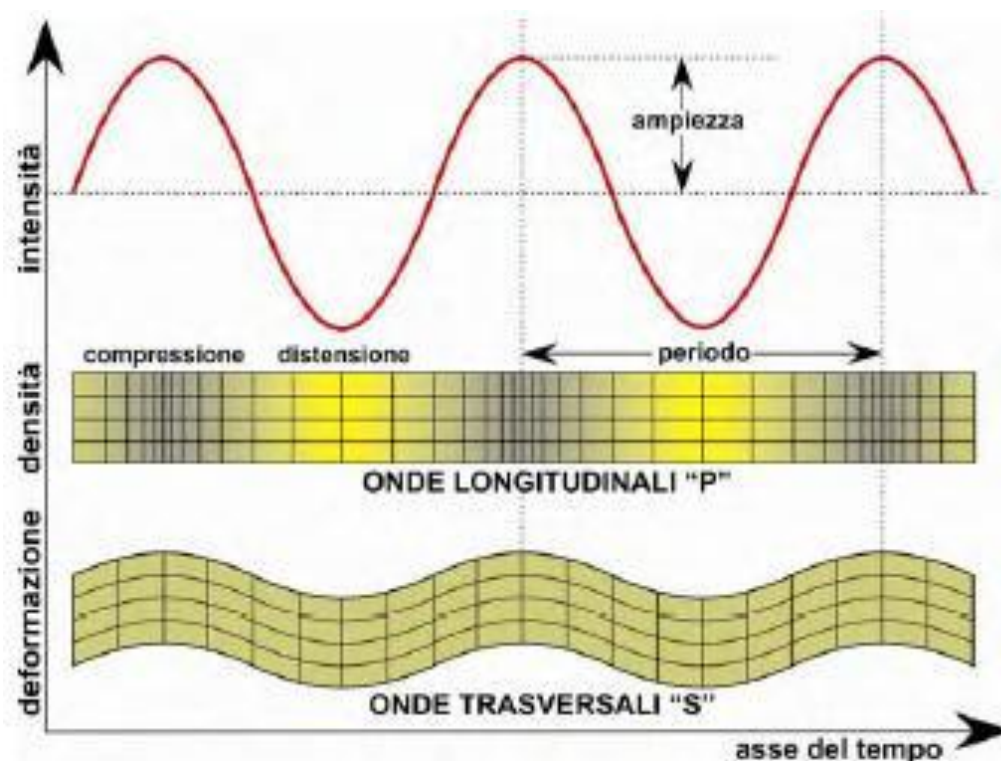
Quando ciò avviene, grandi masse di roccia si spostano da pochi centimetri a diversi metri, provocando vibrazioni che si propagano nel suolo come onde sismiche.

Il punto al di sotto della superficie dove il sisma si genera si chiama Ipocentro



- Da qui le onde si propagano in tutte le direzioni. Il punto sulla superficie terrestre esattamente al di sopra dell'Ipocentro è l'Epicentro del terremoto.

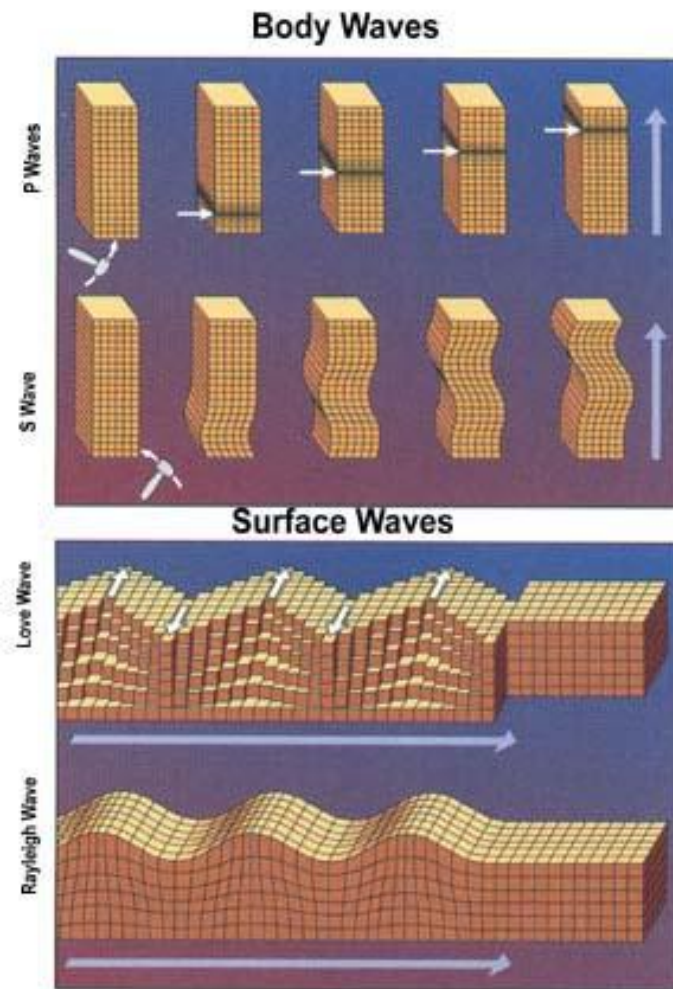
Nell'Ipocentro si generano due tipi di onde elastiche che si propagano nel volume della roccia: di compressione o longitudinali, dette onde "P", e di deformazione o trasversali, dette onde "S".



Le loro caratteristiche possono essere descritte con le definizioni classiche della fisica: il Periodo è il tempo tra il passaggio di due onde successive, mentre l'Ampiezza è una misura dell'intensità di energia portata dall'onda. Le onde P hanno maggiore velocità di propagazione, che va da 4 a 8 km/s, e quando arrivano alla superficie possono determinare il cupo boato che spesso accompagna l'inizio del terremoto. Le onde S viaggiano, invece, con una velocità da 2,3 a 4,6 km/s.

Una volta raggiunto l'epicentro, le onde di volume si trasformano in onde di superficie

- Anche in questo caso, si possono generare diversi tipi di onde.
- Quelle dette di Rayleigh, dal nome del matematico che per primo le descrisse, somigliano alle onde che si generano nell'acqua. Le particelle di materia compiono orbite ellittiche in un piano verticale lungo la direzione di propagazione (in basso nello schema).
- In quelle di Love, invece, le particelle di materia si muovono trasversalmente alla direzione di propagazione e su un piano orizzontale (le seconde dal basso, nello schema).



Le onde di Rayleigh e di Love sono quelle che generano le scosse sussultorie e ondulatorie, principali responsabili dei danni a persone e cose

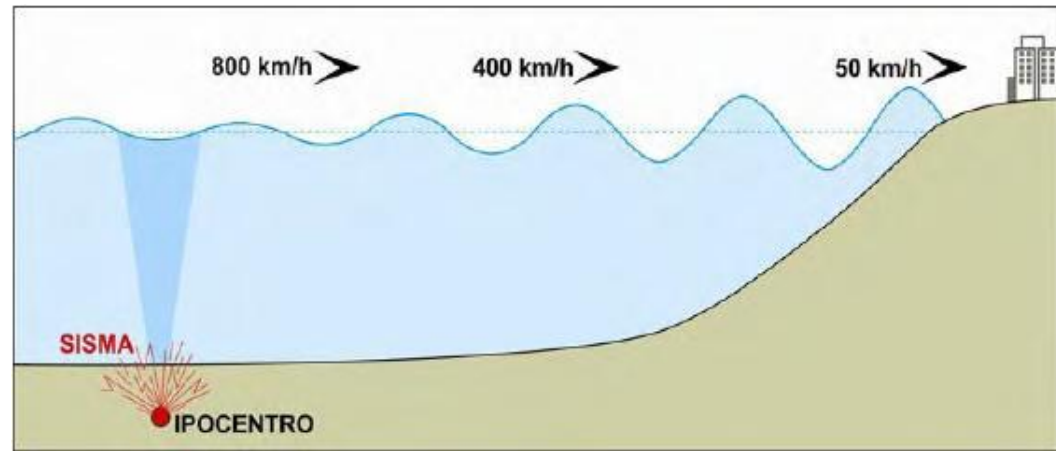


- Delle due, le più dannose per gli edifici sono le seconde.
- Infatti, i palazzi ed i piloni di ponti e autostrade sono costruiti per resistere alle sollecitazioni verticali, meno a quelle orizzontali.
- Quindi, soltanto materiali particolarmente elastici possono resistere alle scosse ondulatorie.
- Il cemento armato, a questo riguardo, è considerato con interesse dagli ingegneri, come materiale antisismico. Ma a volte anche i più accurati accorgimenti non sono sufficienti, come si è potuto vedere nel terremoto di Kobe e Osaka (1995), che pure sono città largamente costruite con rigorosi criteri antisismici.



Quando un terremoto si verifica sul fondo marino, la sua energia si trasmette all'acqua alla cui superficie si generano onde di altezza inizialmente contenuta (di solito non superiori a 2 m), ma lunghe (anche diverse decine di km) e molto veloci (diverse centinaia di km/h).

- Tristemente famoso, a questo riguardo, è lo Tsunami generatosi nell'Oceano Indiano nel dicembre 2004, che ha duramente colpito tutto il sudest asiatico arrivando perfino a lambire le coste dell'Africa orientale .



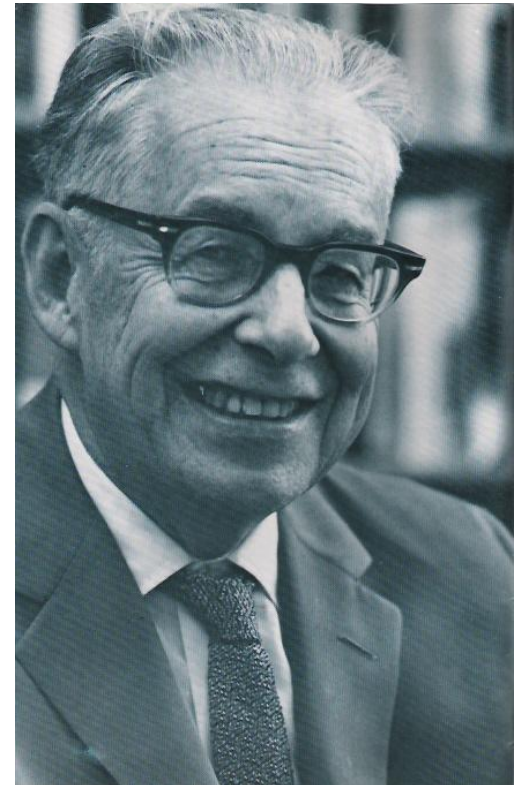
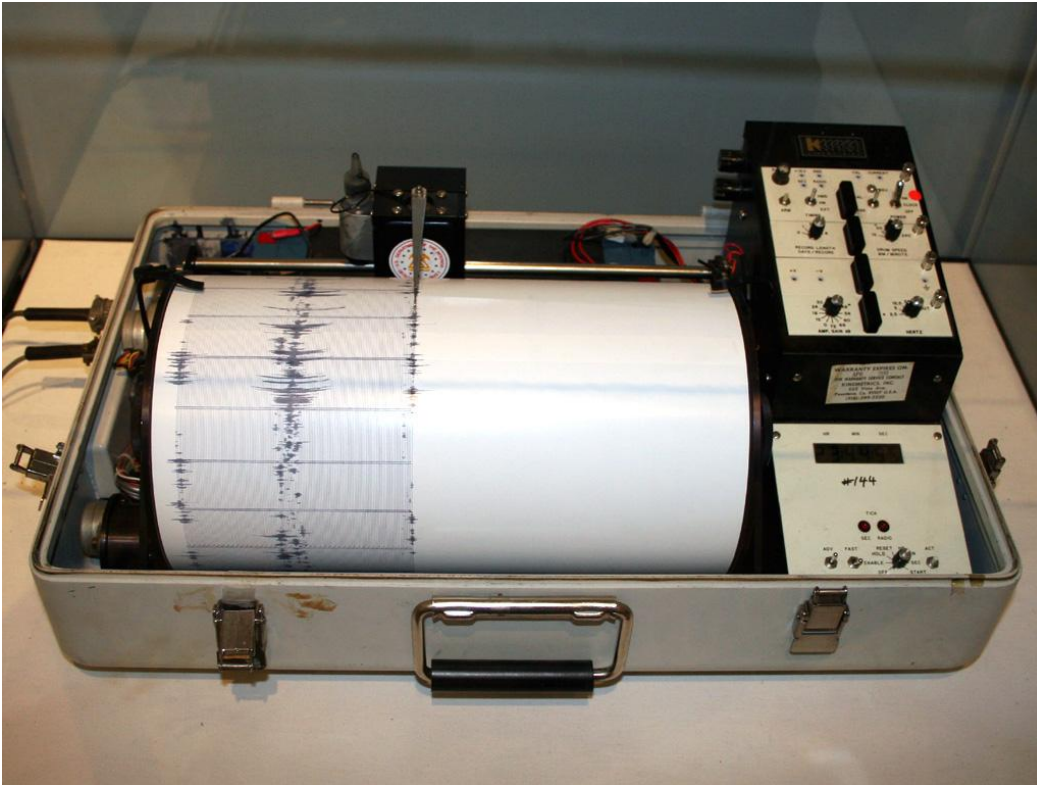
- Quando arrivano vicino alla costa, per l'attrito con i fondali, le onde rallentano e si accorciano, ma aumentano enormemente di altezza, che può arrivare a diverse decine di metri.
- L'onda anomala si abbatte quindi sulla costa, e si genera così un Maremoto o Tsunami, dal termine con cui in Giappone, fino dall'antichità, viene indicato questo fenomeno.

Misurare la potenza di un terremoto: la scala Mercalli

- Ad un primo esame, la soluzione più naturale apparve quella di valutare l'Intensità di un sisma in base agli effetti prodotti sul terreno, le opere dell'uomo e sulle persone.
- Su questo principio Mercalli (1850-1914) elaborò la sua scala, articolata in 10 gradi
- Oggi si adopera la scala Mercalli-Cancani-Sieberg, modificata rispetto all'originale. Possiede, infatti, 12 gradi.

Grado	Scossa	Descrizione
I	strumentale	avvertita solo dagli strumenti
II	debole	avvertito solo da poche persone sensibili in condizioni particolari
III	leggera	avvertito da poche persone
IV	moderata	avvertito da molte persone; tremiti di infissi e cristalli; oscillazione di oggetti sospesi
V	piuttosto forte	avvertito da molte persone, anche addormentate; caduta di oggetti
VI	forte	qualche lesione agli edifici
VII	molto forte	caduta di comignoli; lesione agli edifici
VIII	distruttiva	rovina parziale di alcuni edifici; vittime isolate
IX	rovinosa	rovina totale di alcuni edifici; molte vittime umane; crepacci nel suolo
X	disastrosa	crollo di parecchi edifici; numerose vittime umane; crepacci evidenti nel terreno
XI	molto disastrosa	distruzione di agglomerati urbani; moltissime vittime; crepacci; frane; maremoto
XII	catastrofica	danneggiamento totale; distruzione di ogni manufatto; pochi superstiti; sconvolgimento del suolo, maremoto

La Magnitudo: una misura oggettiva



- Il punto debole della scala M.C.S. apparve subito nel fatto che si basa su valutazioni **soggettive** dei fenomeni. Ben presto sorse l'esigenza di fare una misura **oggettiva**, fisica, della forza di un sisma.
- Richter decise di basarsi sulle rilevazioni dei sismografi, partendo dal presupposto che terremoti di intensità crescente producano, nel tracciato del sismogramma, oscillazioni proporzionalmente sempre più ampie.

LA SCALA RICHTER

Tabella di gravità del terremoto

magnitudo Richter	effetti sisma
0- 1,9	può essere registrato solo mediante adeguati apparecchi.
2- 2,9	solo coloro che si trovano in posizione supina lo avvertono; un pendolo si muove
3- 3,9	poca gente lo avverte come un passaggio di un camion; vibrazione di un bicchiere
4- 4,9	normalmente viene avvertito; un pendolo si muove notevolmente; bicchieri e piatti tintinnano; piccoli danni
5- 5,9	tutti lo avvertono scioccante; molte fessurazioni sulle mura; crollo parziale o totale di poche case; alcuni morti e feriti
6- 6,9	tutti lo percepiscono; panico; crollo delle case; morti e feriti; onde alte
7- 7,9	panico; pericolo di morte negli edifici; solo alcune costruzioni rimangono illese; morti e feriti
8- 8,9	ovunque pericolo di morte ; edifici inagibili; onde alte sino a 40 metri
9 e più	totale allagamento dei territori in questione o spostamento delle terre e numerosissimi morti. Pochi sopravvissuti

- Come avviene per le altre grandezze fisiche, ad esempio la temperatura, per fare una scala si deve scegliere una intensità convenzionale, di riferimento, dove porre il valore “0”.
- Richter scelse come riferimento un terremoto che, con epicentro a 100 km di distanza, produca sul sismografo delle oscillazioni di 0.001 mm.
- La grandezza o “**Magnitudo**” di un sisma viene quindi data dal rapporto logaritmico, in base 10, delle oscillazioni misurate, rispetto a quelle del sisma di riferimento.

- Ad esempio, in terremoto del 1° è 10 volte più forte del terremoto di riferimento, e libera una energia 30 volte maggiore. Un terremoto del 2°, invece, è 100 volte più forte e libera 900 volte tanta energia, ecc.
- Ciò significa che un aumento di 1° nella scala corrisponde ad un aumento di un fattore 10 nell’ampiezza del movimento del terreno, e ad una liberazione di energia circa 30 volte maggiore.

IL RISCHIO SISMICO IN ITALIA

- L'Italia è un paese di recente formazione geologica, e si trova proprio a ridosso del confine tra la Placca continentale Africana e quella Eurasiatica. Pertanto è anche un paese ad alto rischio geologico.
- La attraversano tre faglie principali, sulle quali si è registrata la maggiore incidenza di attività sismica.
- La prima taglia la parte settentrionale delle Puglie e la Campania.
- La seconda interessa Marche, Abruzzo, Umbria ed alta Toscana.
- La terza è sulle Alpi Friulane.
- La Sicilia e le Eolie, inoltre, sono in corrispondenza di "Punti caldi", dove si registra risalita di magma e intensa attività vulcanica. Una faglia "cieca" è attiva tra Sicilia e Calabria, a 3 km di profondità.
- Il rischio sismico può essere prevenuto con opportuni accorgimenti nell'edilizia e con l'educazione di massa alle situazioni di emergenza.

