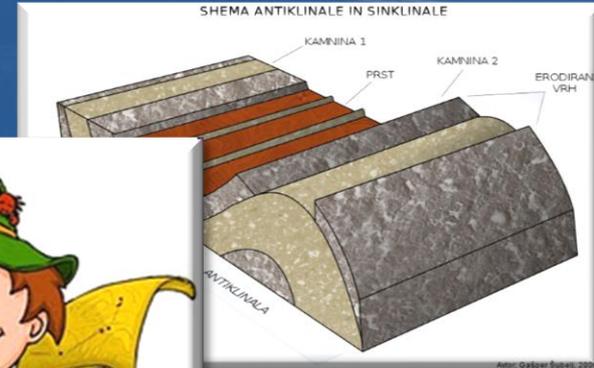


# CORSO DI GEOLOGIA



UNIVERSITÀ DELLA TERZA ETÀ

"Gian Piero Profumi"

ANNO ACCADEMICO 2021-2022

# CORSO DI GEOLOGIA

## **OBIETTIVI:**

Fornire informazioni ed elementi di base sui principali aspetti di Geologia della Terra.

## **TEMA:**

La conoscenza della Terra.

## **DOCENTE:**

Italiano GIORI - Nuccio

Geologo – Geofisico (Laurea in Geologia presso l'Università degli studi di Camerino).

In ENI per più di 30 anni (Divisione Esplorazione & Produzione – Servizi di Geologia e Geofisica).

# CORSO DI GEOLOGIA

## LEZIONI

- 1. CONOSCERE LA TERRA e LA TETTONICA DELLE PLACCHE;**
- 2. LE ROCCE (Magmatiche – Sedimentarie - Metamorfiche);**
- 3. DATAZIONE E FOSSILI;**
- 4. LE STRUTTURE TETTONICHE (Pieghe – Faglie);**
- 5. I TERREMOTI.**

# CONOSCERE LA TERRA

## ***CHE SIGNIFICA GEOLOGIA***

Partendo dall'origine greca del termine **Geo = Terra e Logos = Discorso**, cioè Discorso sulla Terra, si intuisce subito quanti "discorsi" si possano fare sul nostro pianeta e, quindi, quanto sia vasta la materia della Geologia, che potremmo definire come:

***La scienza che studia la Terra a partire dal suo consolidamento fino ai nostri giorni attraverso l'analisi degli eventi fisici, chimici e biologici verificatisi nel tempo.***

%

## ***COSA STUDIA LA GEOLOGIA***

Proprio per questa vastità, lo studio approfondito del nostro pianeta ha portato a suddividere la geologia in molte discipline specializzate.

Tra queste le più conosciute sono: la ***Vulcanologia***, che studia i vulcani, la ***Sismologia***, che si occupa di terremoti, la ***Geomorfologia*** che esamina le forme e il modellamento del paesaggio, la ***Pedologia*** che studia i suoli, la ***Stratigrafia*** che studia i tempi di deposizione e i fossili, la ***Mineralogia***, la ***Petrografia*** e la ***Sedimentologia*** che si occupano rispettivamente di minerali e rocce, e la ***Geologia Strutturale*** che a partire dalle deformazioni delle rocce ricostruisce gli assetti preesistenti della Terra.

# CHI È E COSA FA IL GEOLOGO

**Il geologo è prima di tutto uno scienziato, un individuo curioso e appassionato del mondo che lo circonda. Il suo compito è quello di ricostruire la storia del nostro Pianeta attraverso gli indizi conservati nelle rocce, nei sedimenti dei mari e dei laghi, nei ghiacciai, nelle forme del paesaggio.**

**Il geologo guarda la Natura con un particolare tipo di occhiali, quelli del *TEMPO*, e conosce i tempi e i processi che hanno modellato e creato il paesaggio che oggi ammiriamo.**

**In altre parole, il geologo è *uno storico della Terra*. Per diventare geologi bisogna, innanzi tutto, laurearsi in Scienze Geologiche, poi non deve spaventare la vita all'aria aperta, comprese le lunghe camminate con carta e bussola alla mano, bisogna essere buoni osservatori e, visto che certe teorie geologiche nascono da pochi indizi che la Natura ci offre a volte casualmente, non guasta avere la stoffa e l'intuito dell'investigatore.**

**Questo insieme di passioni e competenze deve passare attraverso l'applicazione rigorosa del metodo scientifico.**



Geologia come **“scienza preventiva”**:  
studia il passato per prevedere il futuro



# LE DIMENSIONI DELLA TERRA

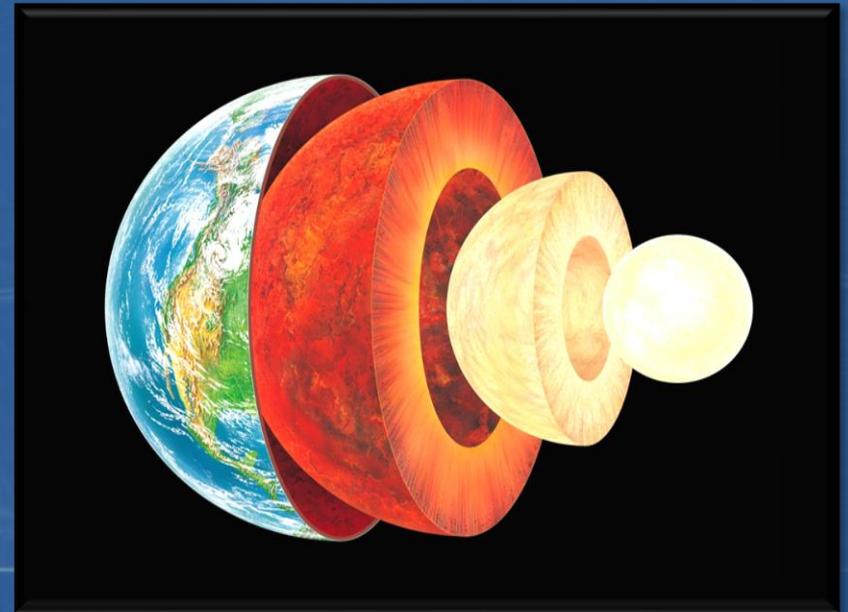
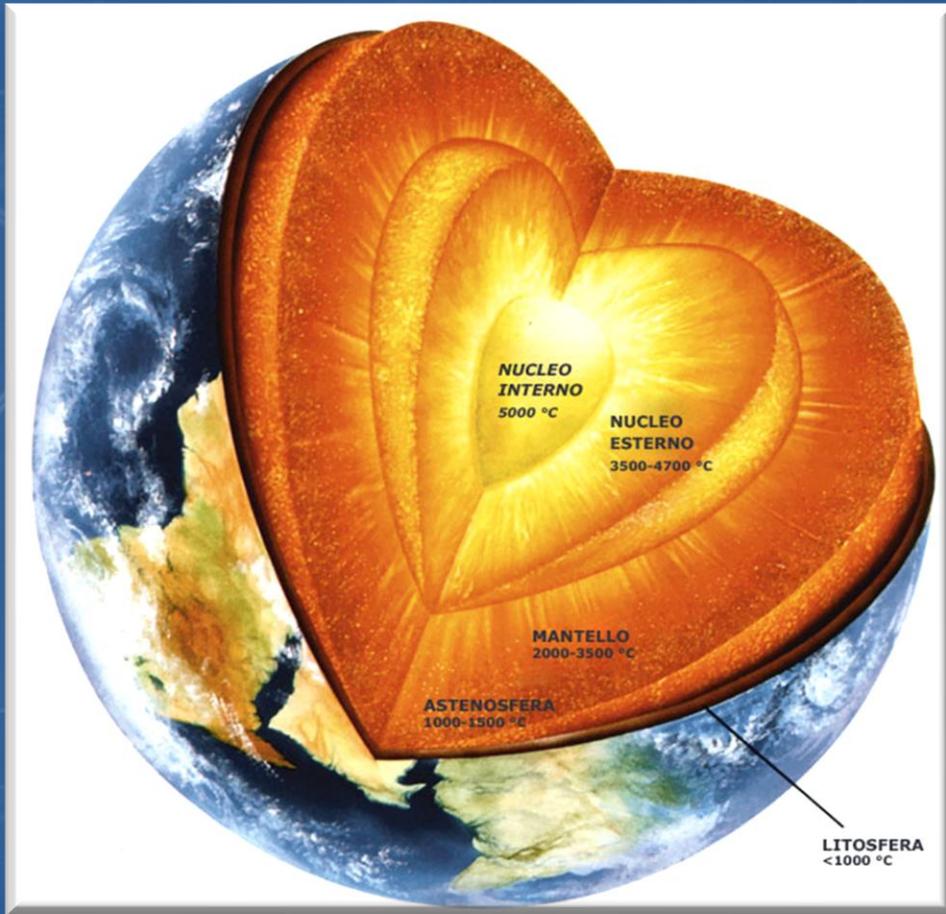
LA TERRA IN CIFRE	
raggio equatoriale ( $R_e$ )	6378 km
raggio polare ( $R_p$ )	6357 km
densità	5,52 g/cm <sup>3</sup>
gravità superficiale	9,8 m/s <sup>2</sup>
schacciamento $[(R_e - R_p) / R_e]$	0,0034
superficie totale	5,1 x 10 <sup>8</sup> km <sup>2</sup>
superficie delle terre emerse	1,49 x 10 <sup>8</sup> km <sup>2</sup>
superficie degli oceani	3,61 x 10 <sup>8</sup> km <sup>2</sup>
altitudine media delle terre emerse	840 m
profondità media degli oceani	3900 m

La struttura interna della Terra è caratterizzata da una serie di gusci sferici concentrici, di spessore variabile. La prima immagine che viene alla mente è quella della *cipolla*: nel caso della Terra, però, non sono presenti salti improvvisi nelle caratteristiche degli strati, tranne che a **TRE LIVELLI DI PROFONDITÀ**.

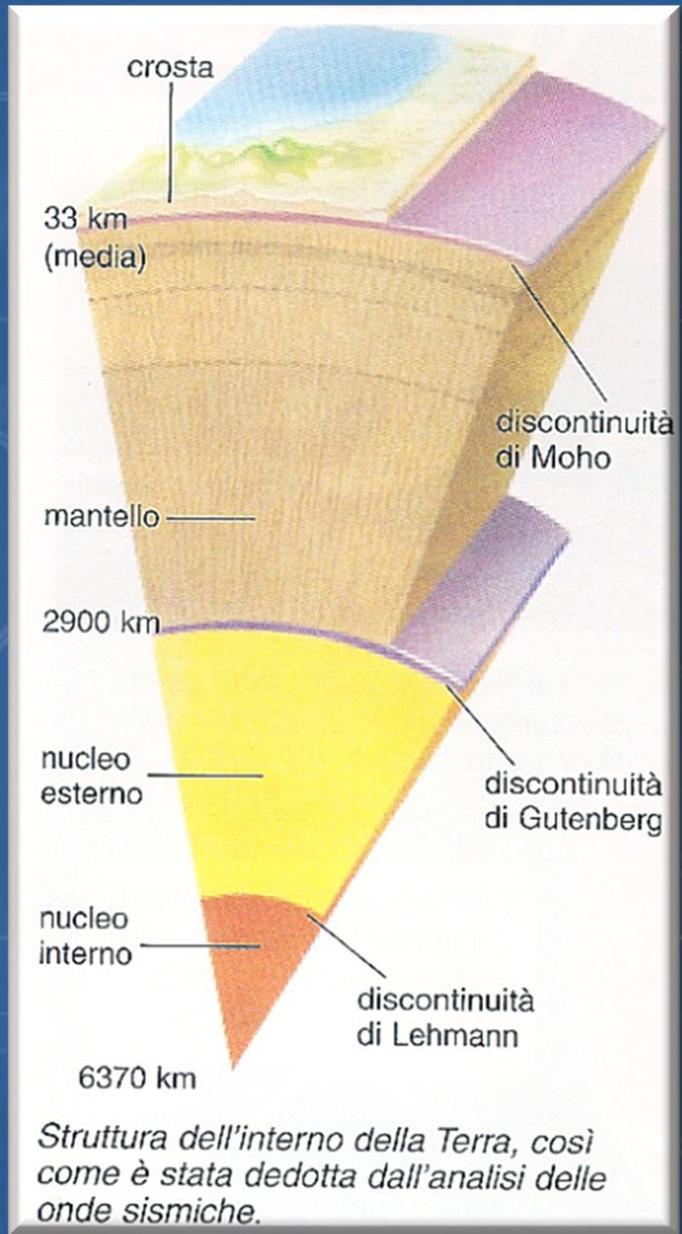
Ci sono, in pratica, tre superfici di discontinuità in corrispondenza delle quali le *onde sismiche* (quelle dei terremoti) cambiano improvvisamente velocità di propagazione.

Questi cambiamenti di velocità rappresentano variazioni di composizione chimica o di temperatura e pressione o di stato di aggregazione della materia.

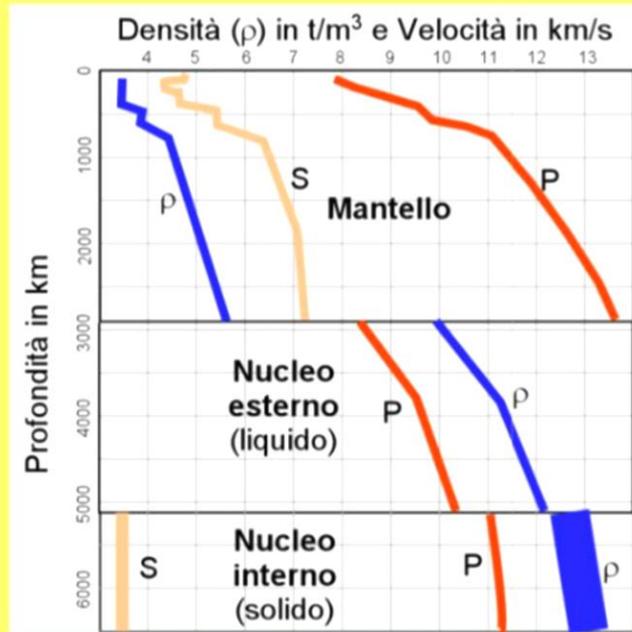
# LA STRUTTURA INTERNA DELLA TERRA



# LA STRUTTURA INTERNA DELLA TERRA



## L'interno della Terra



Variazione della velocità delle onde sismiche P e S, e della densità  $\rho$  all'interno della Terra

Densità della Terra =  $5.5 \text{ g/cm}^3$

# LA STRUTTURA INTERNA DELLA TERRA

## **LA PRIMA**

di queste superfici, detta **MOHOROVICIC** o **MOHO**, si trova tra **5 e 70 km di profondità** e delimita il sottile strato iniziale della struttura interna terrestre: quanto si trova al di sopra della **MOHO** si chiama **CROSTA**.

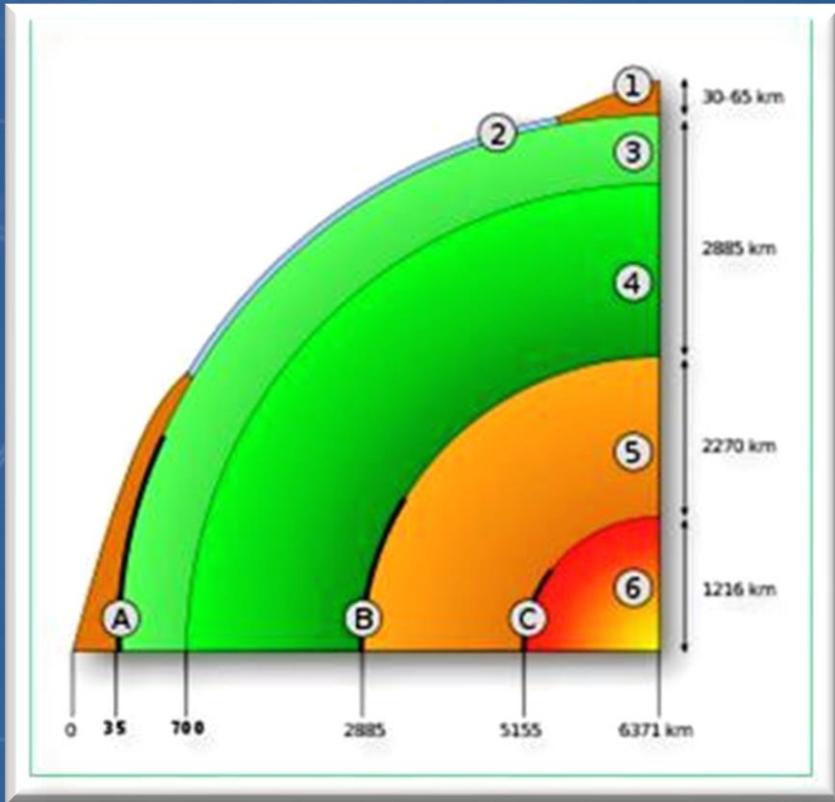
## **LA SECONDA**

discontinuità, detta di **GUTENBERG**, si trova a circa **2900 km di profondità**. Si chiama **MANTELLLO** ciò che si trova tra la **Moho** e questa discontinuità. Al di sotto della discontinuità di **Gutenberg**, e fino al centro della Terra si trova il **NUCLEO**.

## **LA TERZA**

superficie, quella di **LEHMANN**, si trova a circa **5100 km** e divide il **Nucleo** in due parti: **NUCLEO ESTERNO** e **NUCLEO INTERNO**.

# LA STRUTTURA INTERNA DELLA TERRA



**A) Discontinuità di Mohorovičić - Moho.**

**B) Discontinuità di Gutenberg.**

**C) Discontinuità di Lehmann.**

**1) Crosta continentale**

**2) Crosta oceanica**

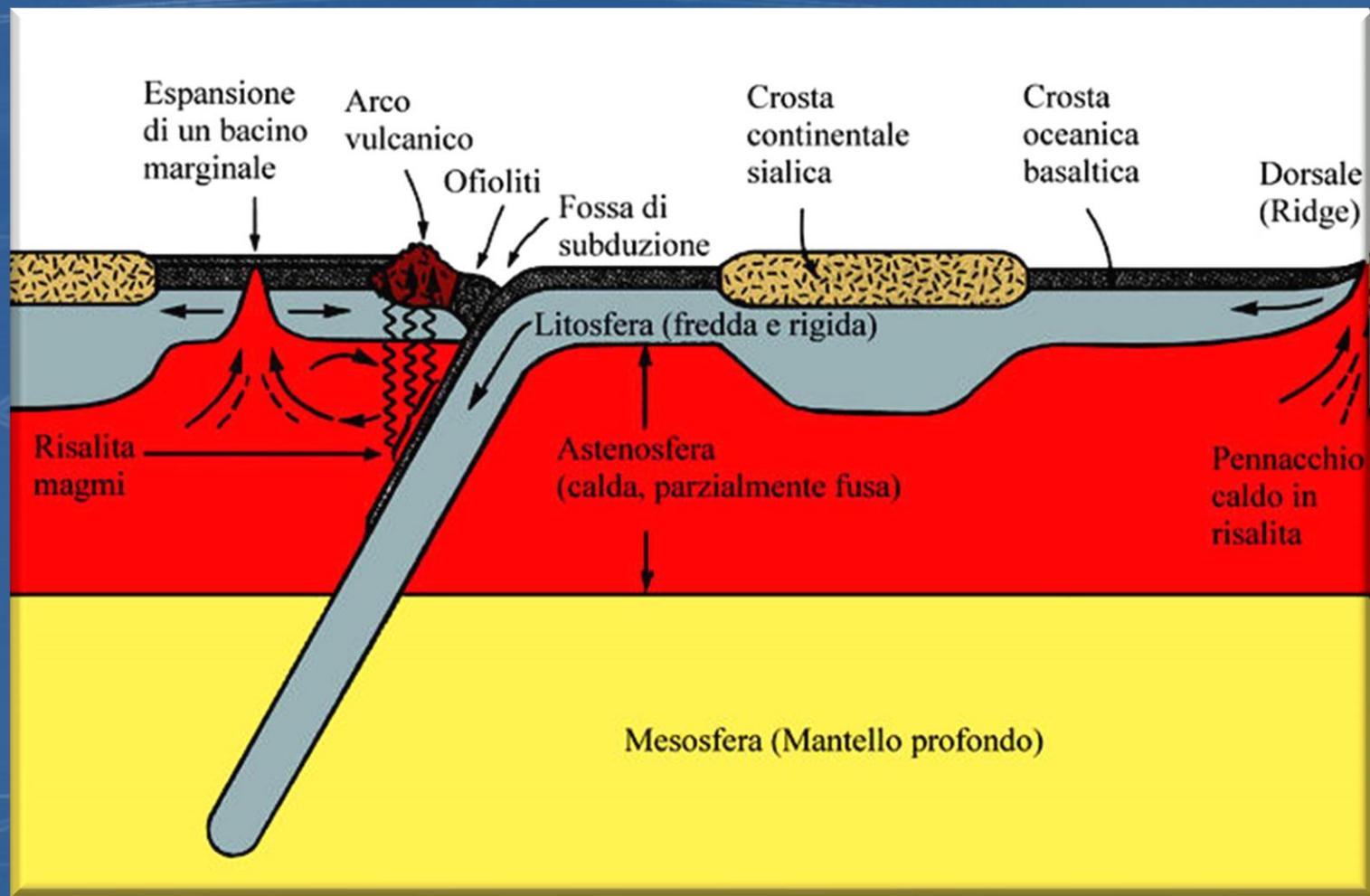
**3) Mantello superiore**

**4) Mantello inferiore**

**5) Nucleo esterno**

**6) Nucleo interno.**

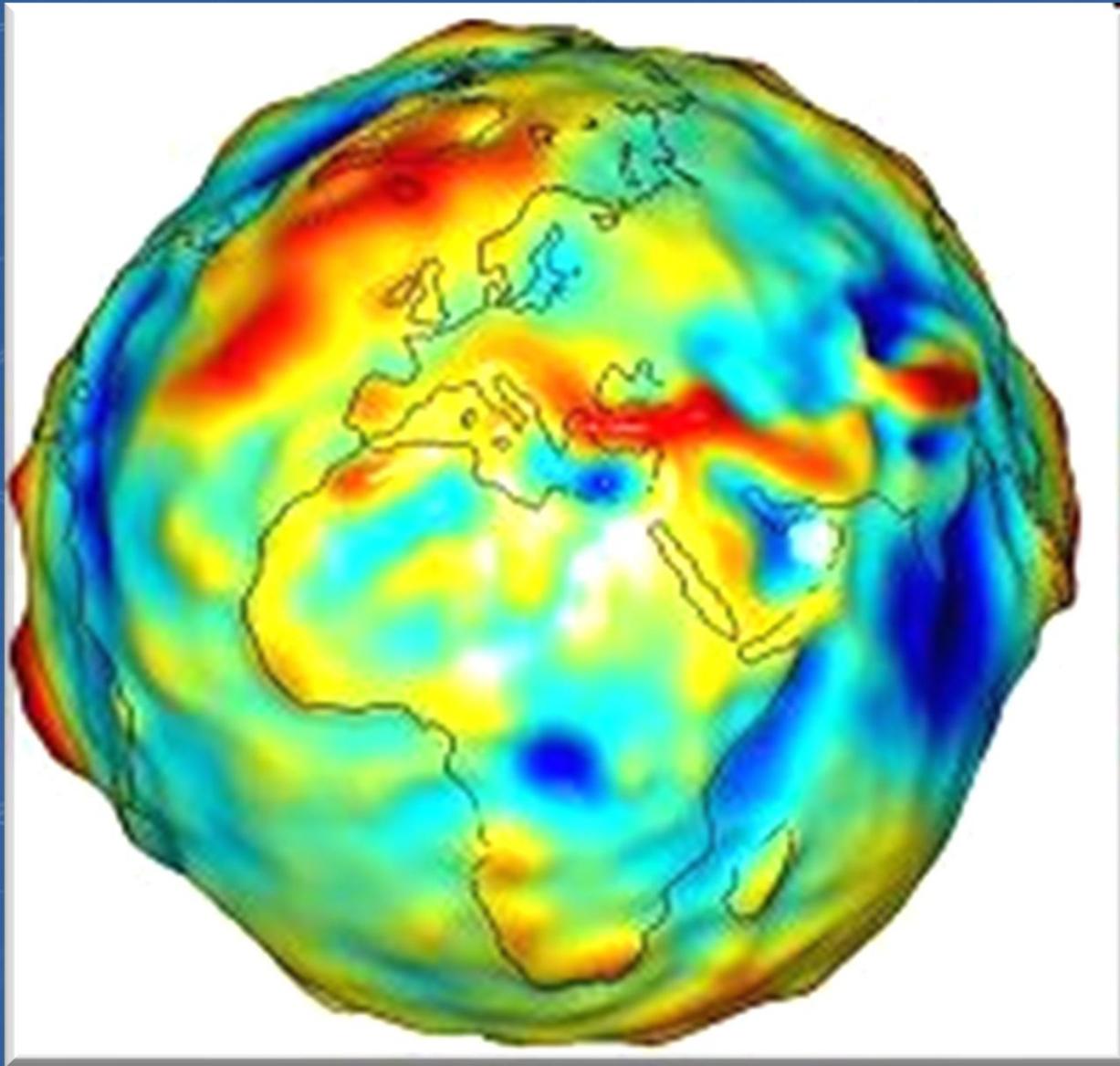
# LA STRUTTURA INTERNA DELLA TERRA



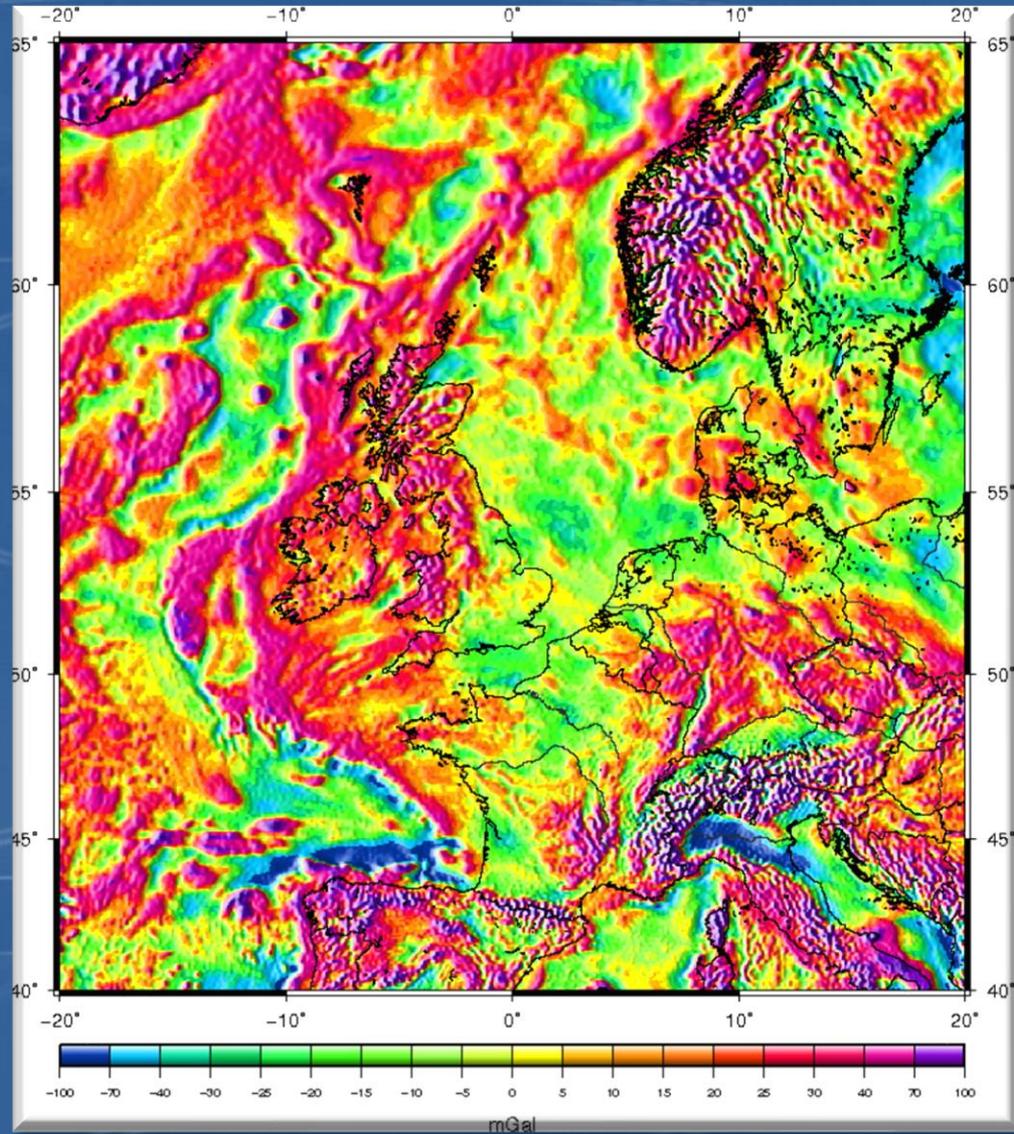
# LA STRUTTURA INTERNA DELLA TERRA

Per conoscere l'interno della Terra la disciplina fondamentale è la **GEOFISICA** che, attraverso lo studio del **Campo di Gravità**, del **Campo Magnetico** e delle **osservazioni Sismologiche** [Sismica passiva (Terremoti) e Sismica attiva (Prospezioni Petrolifere)], consente di ipotizzare, **in maniera indiretta**, dei modelli 3D sempre più aggiornati e vicini alle reale costituzione interna del nostro pianeta.

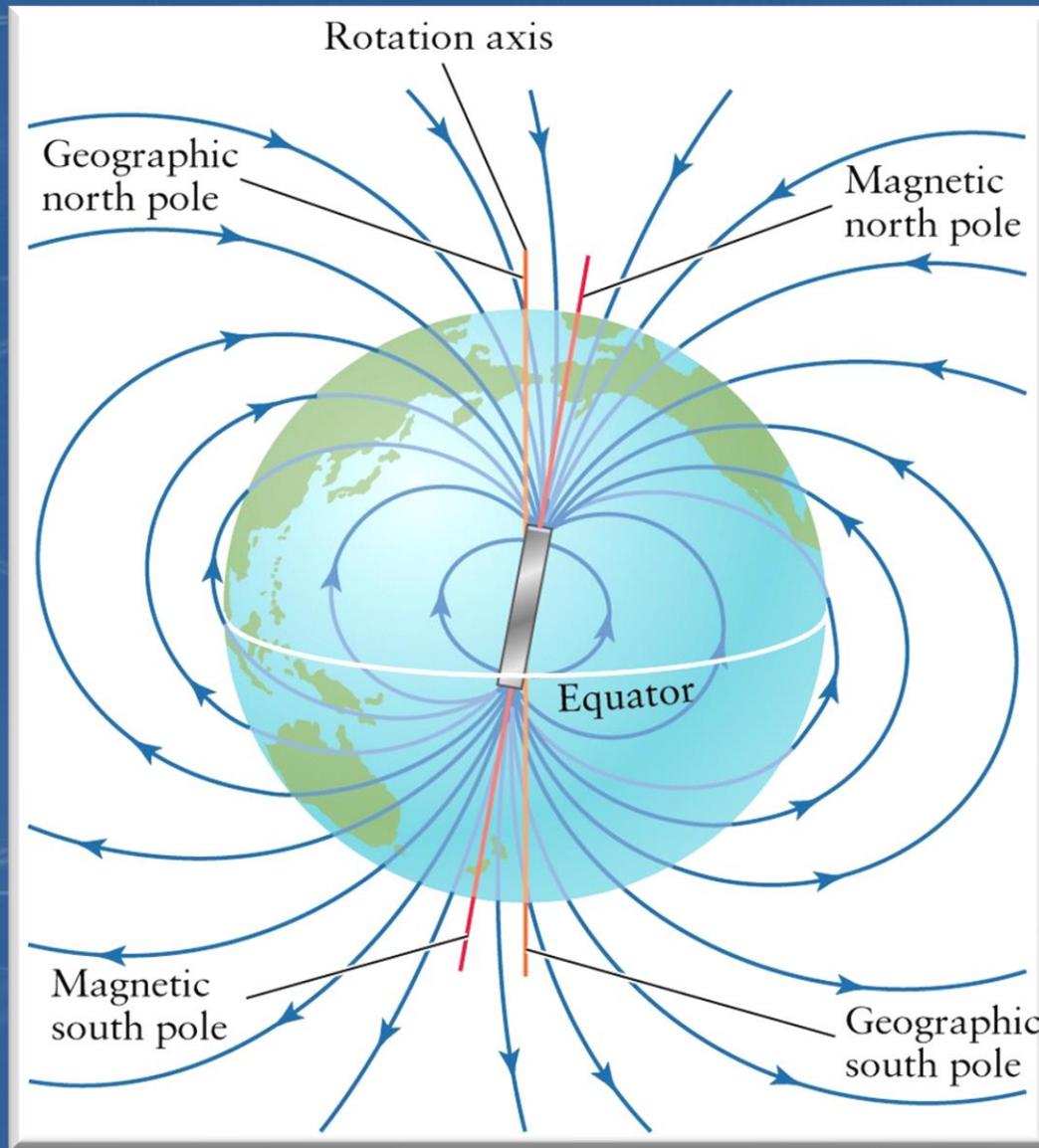
# LA GRAVITÀ DELLA TERRA



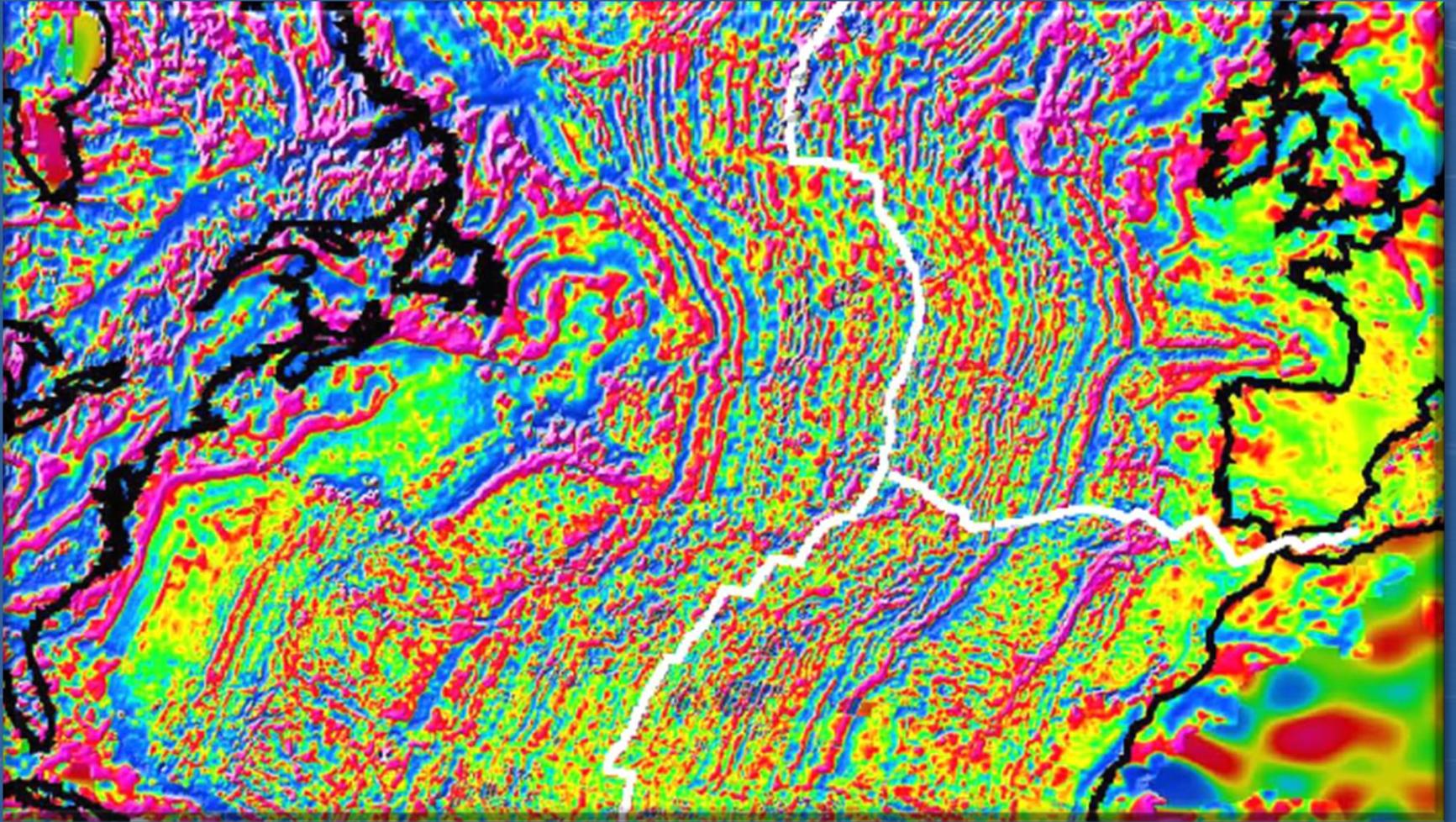
# LE ANOMALIE DI GRAVITÀ – in mGal



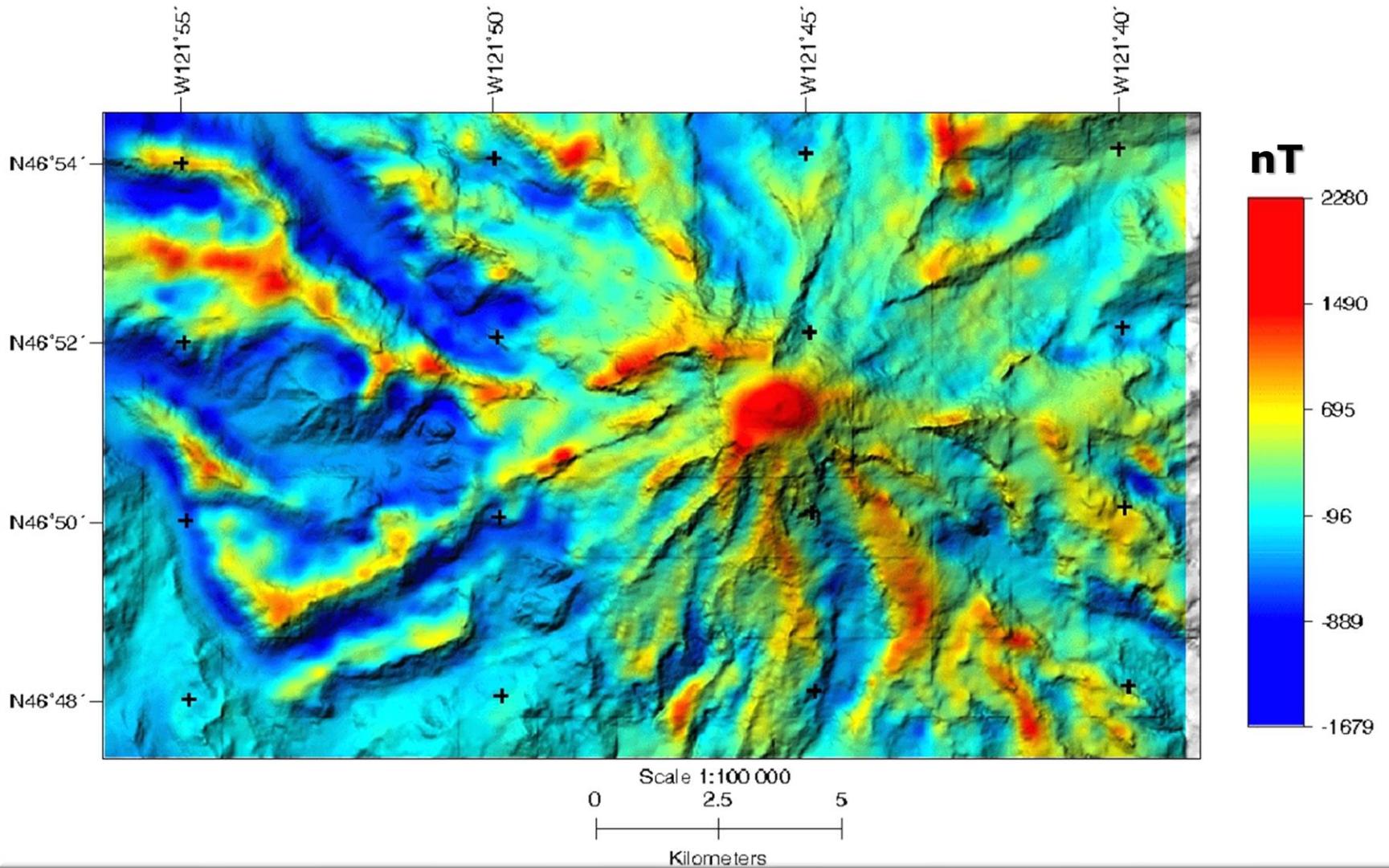
# IL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE



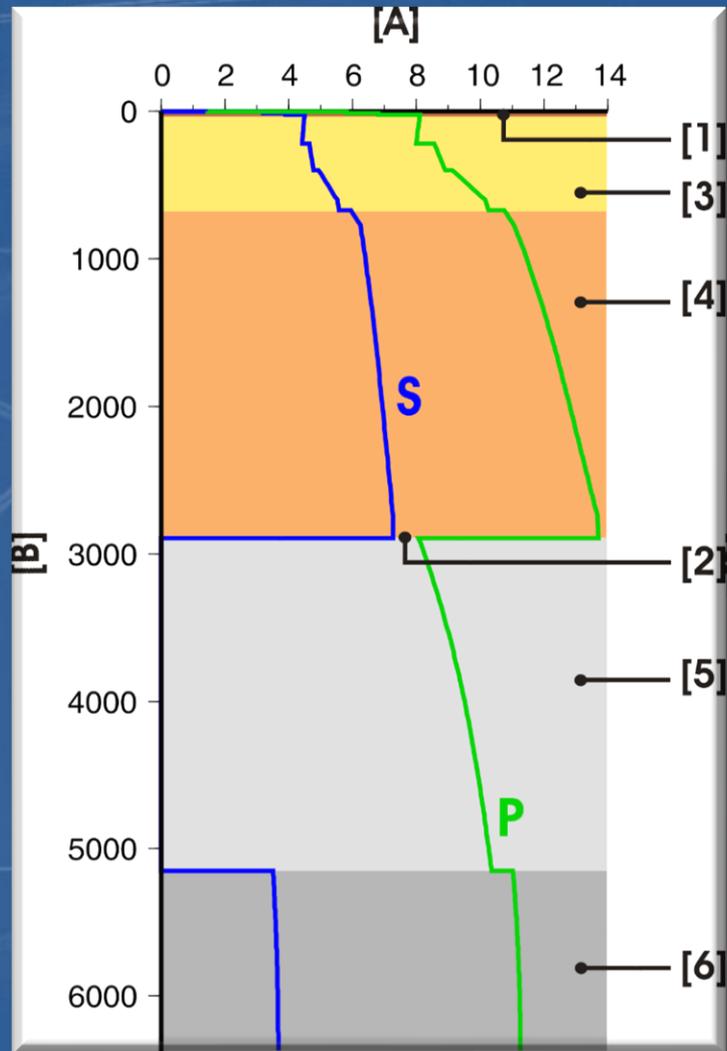
# CARTA DELLE ANOMALIE MAGNETICHE - in nT



# IL CAMPO MAGNETICO IN AREA VULCANICA



# VELOCITÀ SISMICHE E PROFONDITÀ



**A: Velocità (km.s<sup>-1</sup>).**

**B: profondità (km).**

**1: crosta.**

**2: interfaccia nucleo-mantello.**

**3: mantello superiore.**

**4: mantello inferiore.**

**5: nucleo esterno.**

**6: nucleo interno.**

# LA TETTONICA DELLE PLACCHE

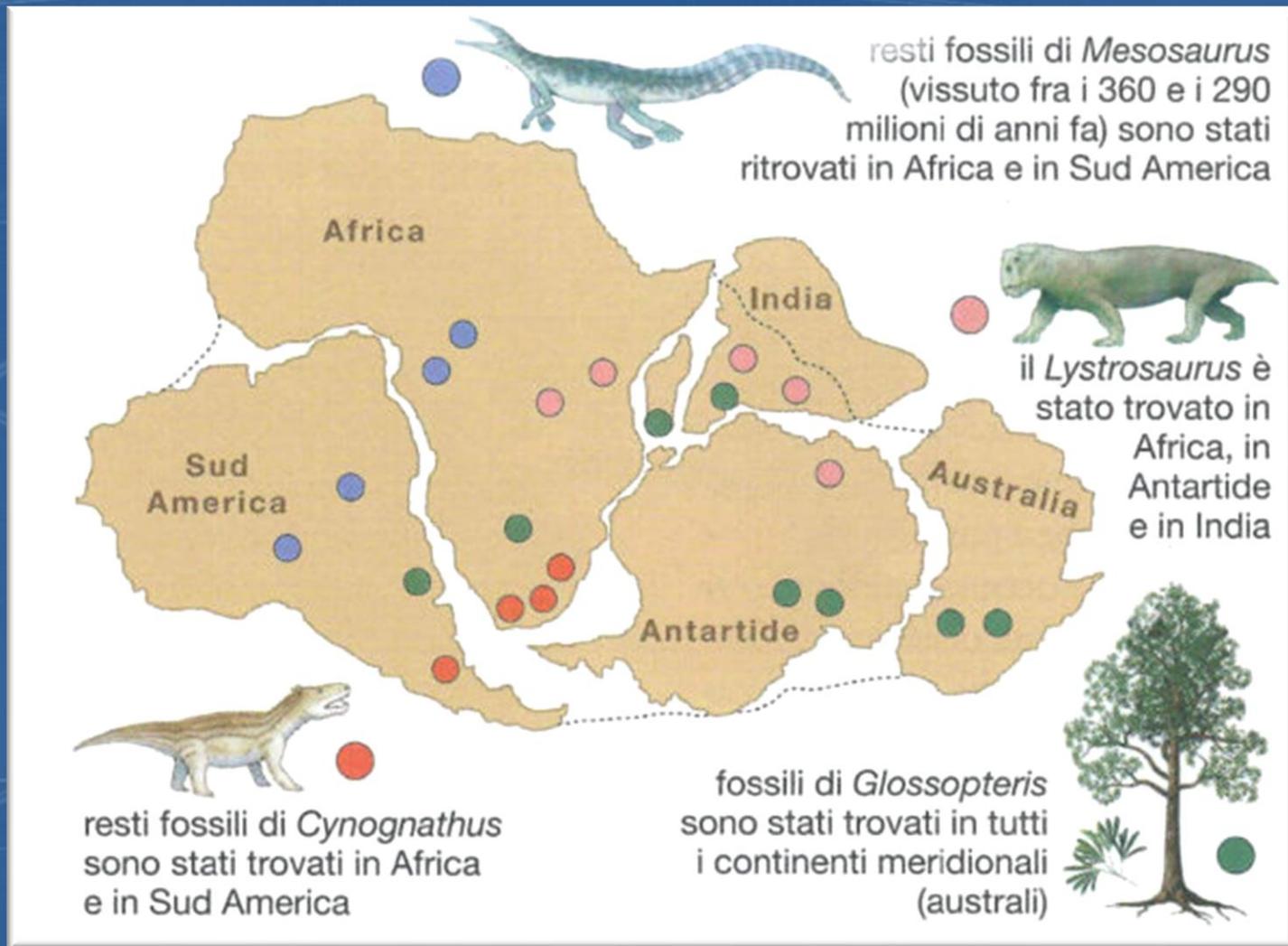
## COME CI SI E' ARRIVATI

Nel **1620**, l'astronomo **Sir Francis Bacon**, scrisse di una sorprendente conformità dei margini continentali che si presentava da entrambi i lati dell'Oceano Atlantico, concludendo che i due continenti erano come le tessere di un puzzle, un tempo assemblate ma che in un qualche modo si erano successivamente smembrate ed allontanate.

Nel **1858**, un altro studioso, **Antonio Snider-Pellegrini**, pubblicò un libro ("*La création et ses mystères dévoilés*") che includeva una mappa in cui l'America e l'Africa erano unite.

Nel **1885**, un geologo austriaco di nome **Edward Suess** fornì ulteriori prove alla teoria sviluppata da Francis Bacon, attraverso l'analisi di fossili e suggerì che i continenti dell'emisfero Sud un tempo dovevano essere stati uniti, poiché riportavano delle similitudini per quanto riguardava i fossili rinvenuti; egli parlò di un unico grande ammasso di terra che chiamò **Gondwana**.

# LA TETTONICA DELLE PLACCHE



**Edward Suess 1885**

# LA TETTONICA DELLE PLACCHE

## ALFED WEGENER

Nel 1912, Alfred Wegener propose una nuova ipotesi che tentasse di spiegare il movimento e la separazione delle masse di terra: la teoria della deriva dei continenti.

Secondo lo scienziato tedesco, fino a 200 milioni di anni fa esisteva un unico grande continente: la *Pangea*, circondato da un unico grande oceano: la *Pantalassa*.

Wegener ricostruì la *Pangea* accostando fra loro le sagome dei continenti.

Secondo la sua teoria, 220 - 200 milioni di anni fa, il grande continente *Pangea* cominciò a lacerarsi, seguendo un movimento distensivo che si protrasse per qualche decina di milioni di anni, in due blocchi chiamati rispettivamente *Laurasia* (formato da Europa, Asia e America settentrionale) e *Gondwana* (costituito da America meridionale e Africa), separati da un oceano chiamato *Tetide*.

# COME SI È ARRIVATI A QUESTA TEORIA



**1915: Alfred Wegener nota la similitudine tra rocce, strutture e fossili di America Meridionale e Africa.**

**Vecchio "supercontinente" Pangea che si è fratturato in continenti più piccoli, che sono poi andati alla deriva.**

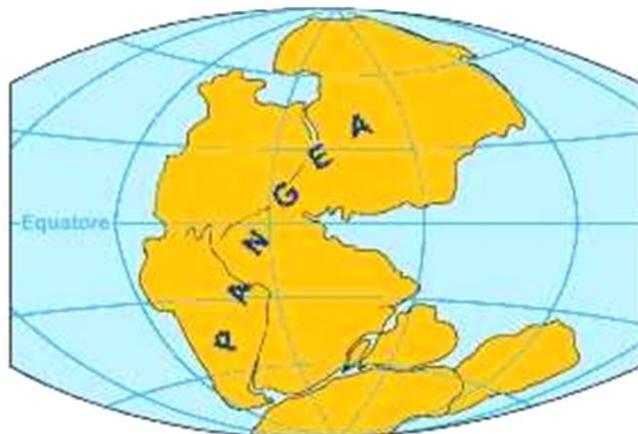
# LA TETTONICA DELLE PLACCHE

Nel **1935** uno scienziato giapponese, **Kiyoo Wadati**, affermò che i terremoti ed i vulcani situati vicino al Giappone avrebbero potuto essere correlati alla deriva dei continenti.

Nel **1940**, anche **Hugo Benioff** credette nella supposizione di Wadati e tracciò la posizione dei sismi profondi ai margini dell'Oceano Pacifico. La sua carta indica una catena di sismi che oggi è conosciuta come "Anello di fuoco del Pacifico" ed a partire da essa gli scienziati hanno tracciato la distribuzione dei vulcani e dei sismi nel mondo.

Nel **1962**, **HARRY HESS** propose un'idea radicale per spiegare la topografia del fondale oceanico e l'attività che esiste lungo le dorsali e le fosse, suggerendo che nuova crosta oceanica si origina dai Rift (spaccature) delle dorsali oceaniche, il fondale e la roccia sottostante sono formati proprio dal magma che risale dalle profondità della Terra.

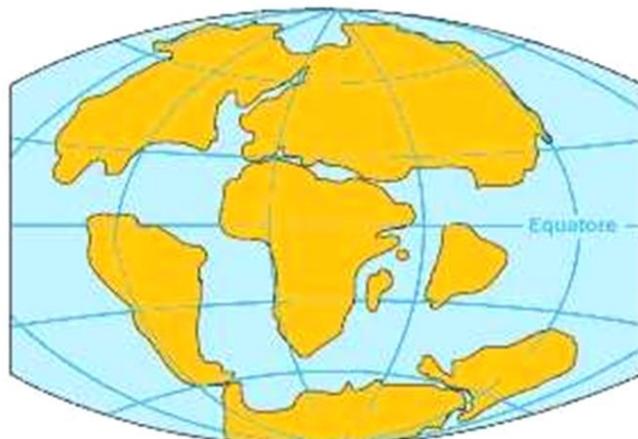
# LA DERIVA DEI CONTINENTI



**PERMIANO**  
225 milioni di anni



**TRIASSICO**  
200 milioni di anni

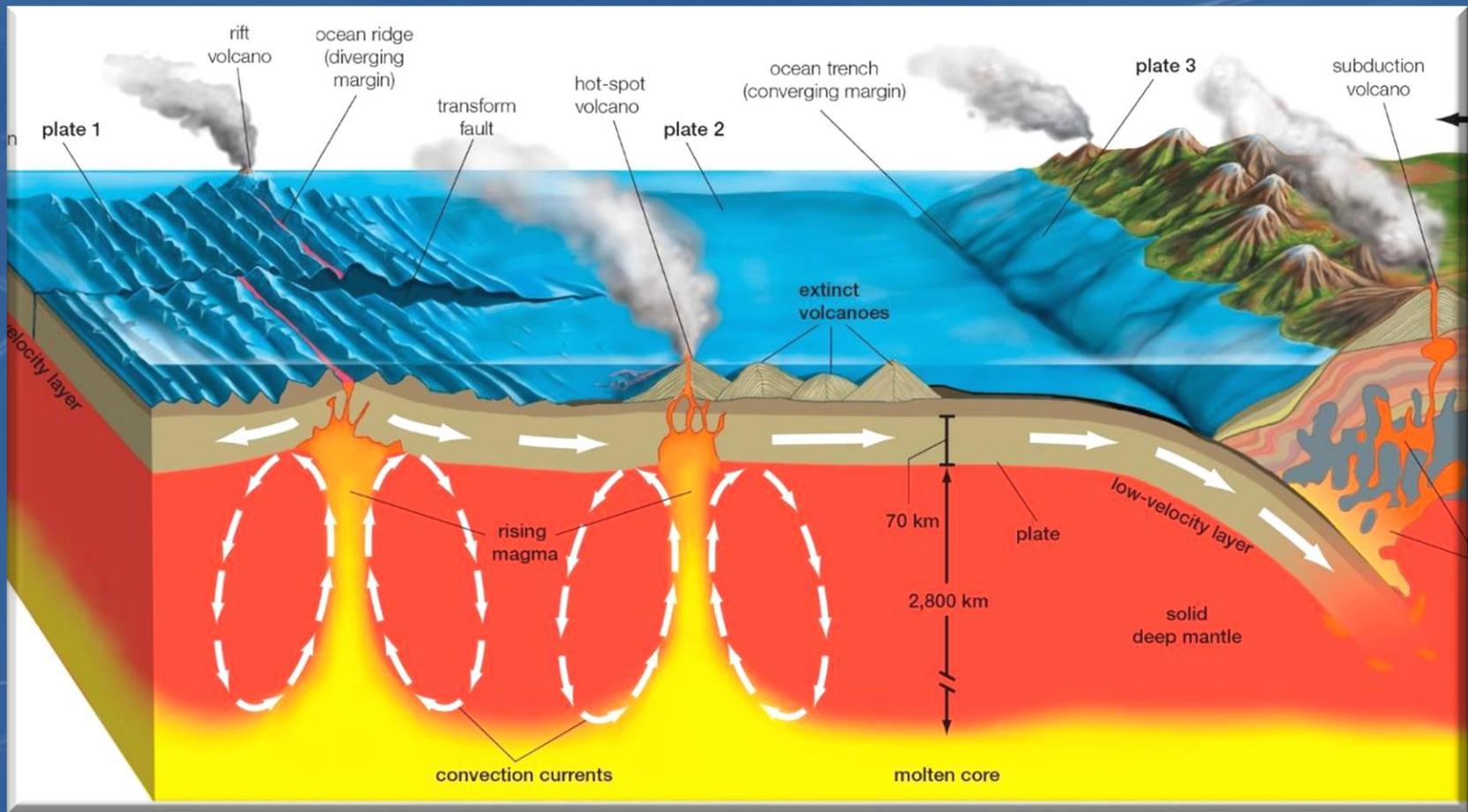


**CRETACICO**  
65 milioni di anni



**PRESENTE**

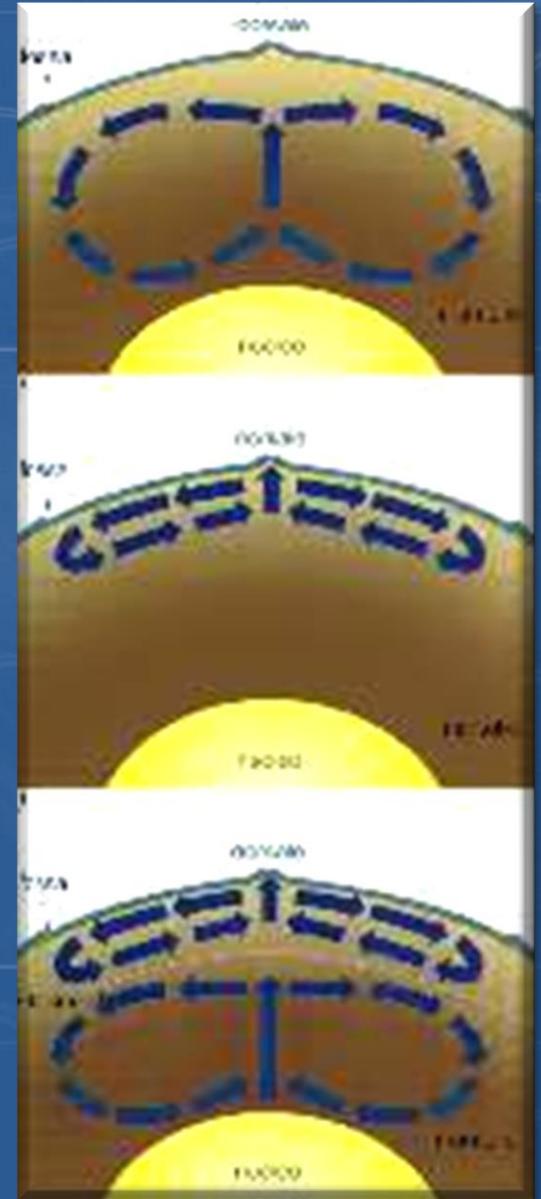
# IL MOTORE DELLA PLACCHE



# IL MOTORE DELLE PLACCHE

## Una molteplicità di proposte

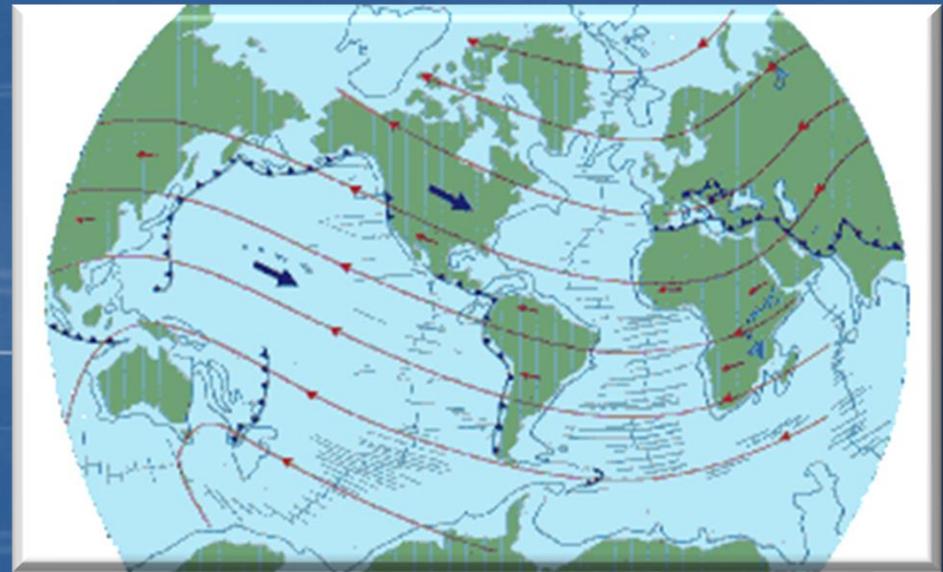
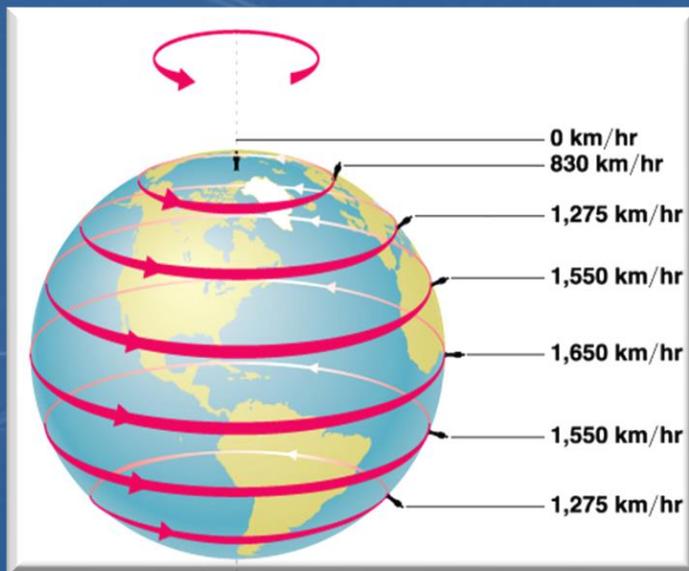
Nessuno dei meccanismi finora proposti è in grado da solo di fornire una spiegazione soddisfacente di tutti i principali aspetti del movimento delle placche. Tuttavia, si ritiene che la causa fondante del movimento sia una **disomogenea distribuzione del calore** all'interno della Terra, che provoca la formazione di celle di convezione all'interno del mantello.



# IL MOTORE DELLE PLACCHE

## Un nuovo motore

Studiosi italiani e francesi, in particolare **Carlo Doglioni**, (Dipartimento Scienze della Terra La Sapienza Università di Roma-1, **attuale Presidente INGV**), hanno formulato una nuova ipotesi per spiegare il moto delle placche: **il motore è la rotazione terrestre.**



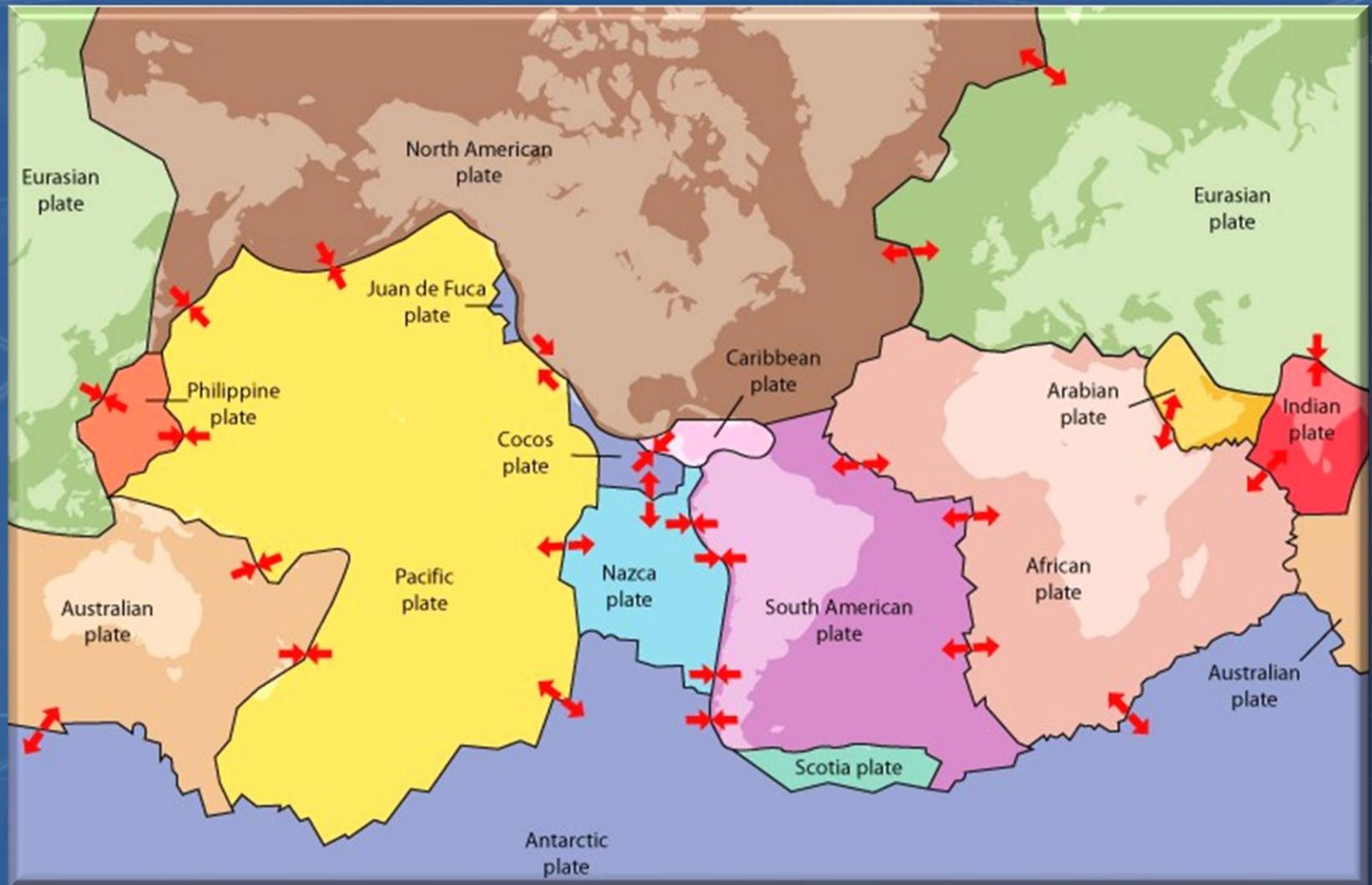
# PLACCHE E MARGINI

**La Placca:** è una delle zolle rigide in cui è divisa la litosfera terrestre. Si conoscono **8 grandi placche** e numerose placche minori che si muovono (**allontanandosi o scontrandosi**) l'una rispetto all'altra e che trasportano con sé i continenti.

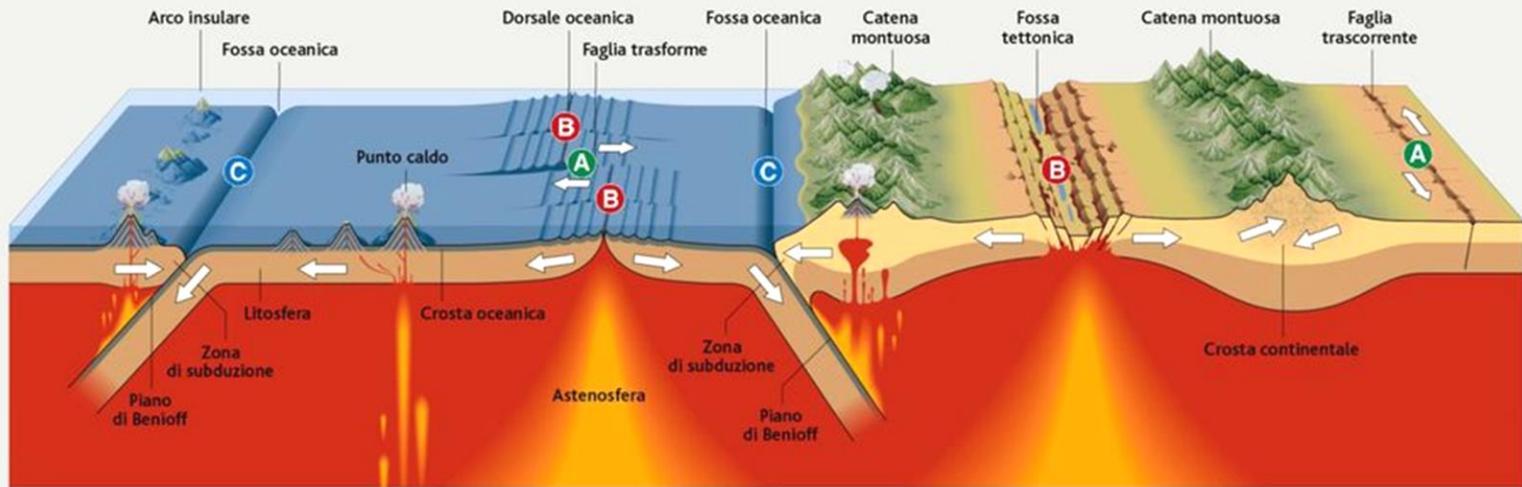
**I Margini** delle placche sono suddivisi in:

- **Divergenti** – si allontanano, si separano;
- **Convergenti** – si avvicinano, si scontrano;
- **Trasformi** – si muovono lateralmente.

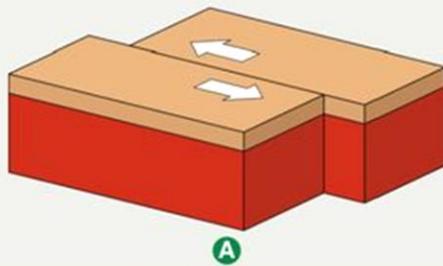
# LE PLACCHE PRINCIPALI



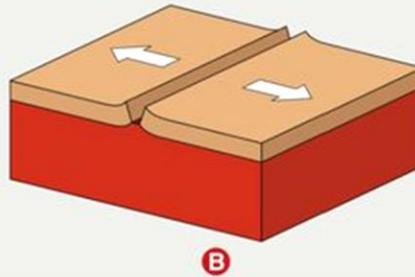
# I MARGINI DELLE PLACCHE



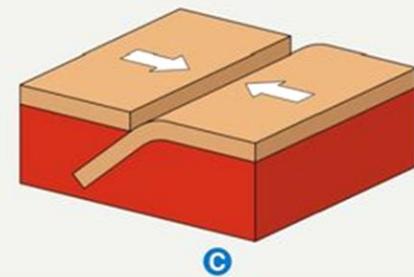
Margini trasformativi o conservativi



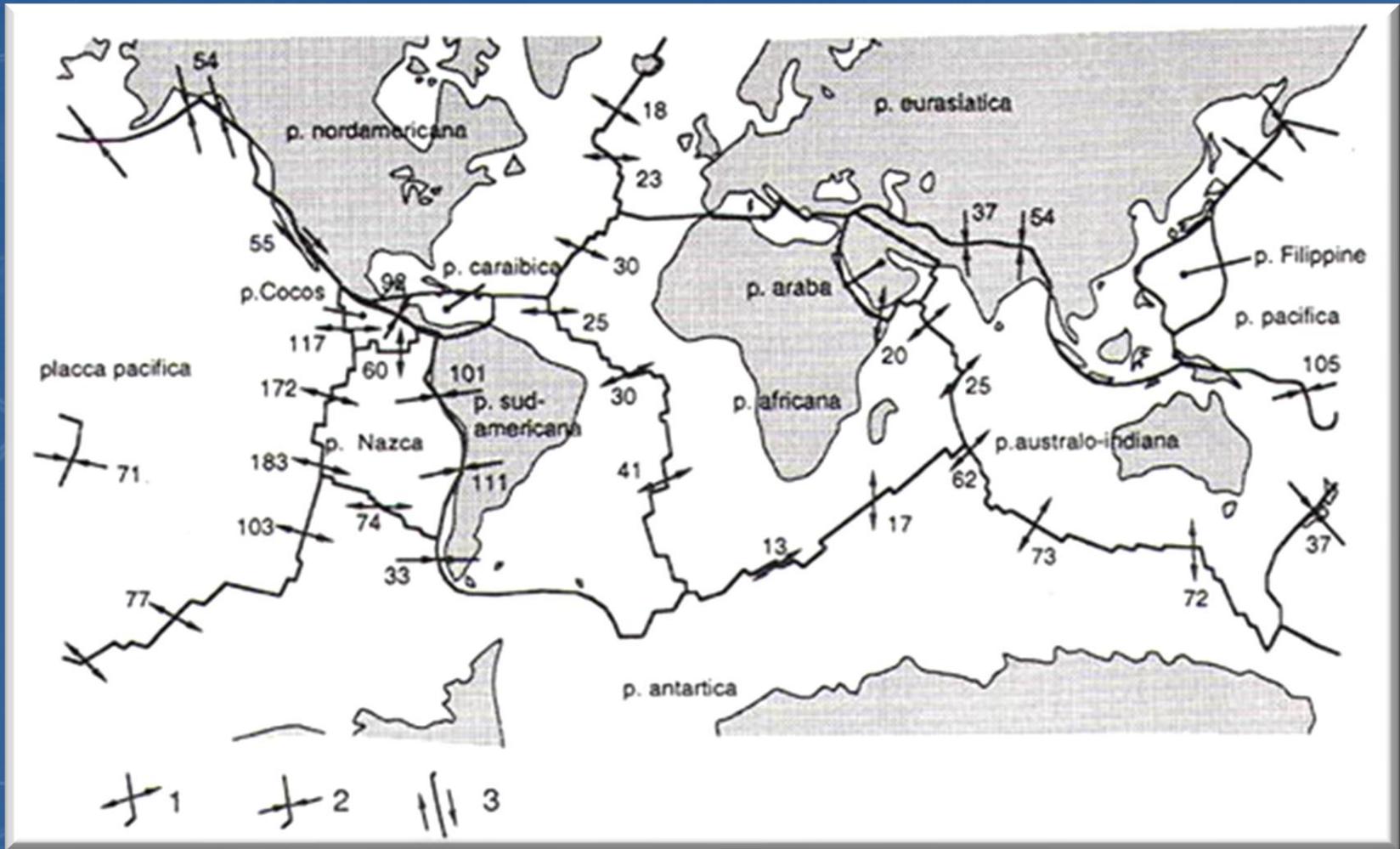
Margini divergenti o in accrescimento



Margini convergenti o in consumo



# VELOCITA' DELLE PLACCHE PRINCIPALI



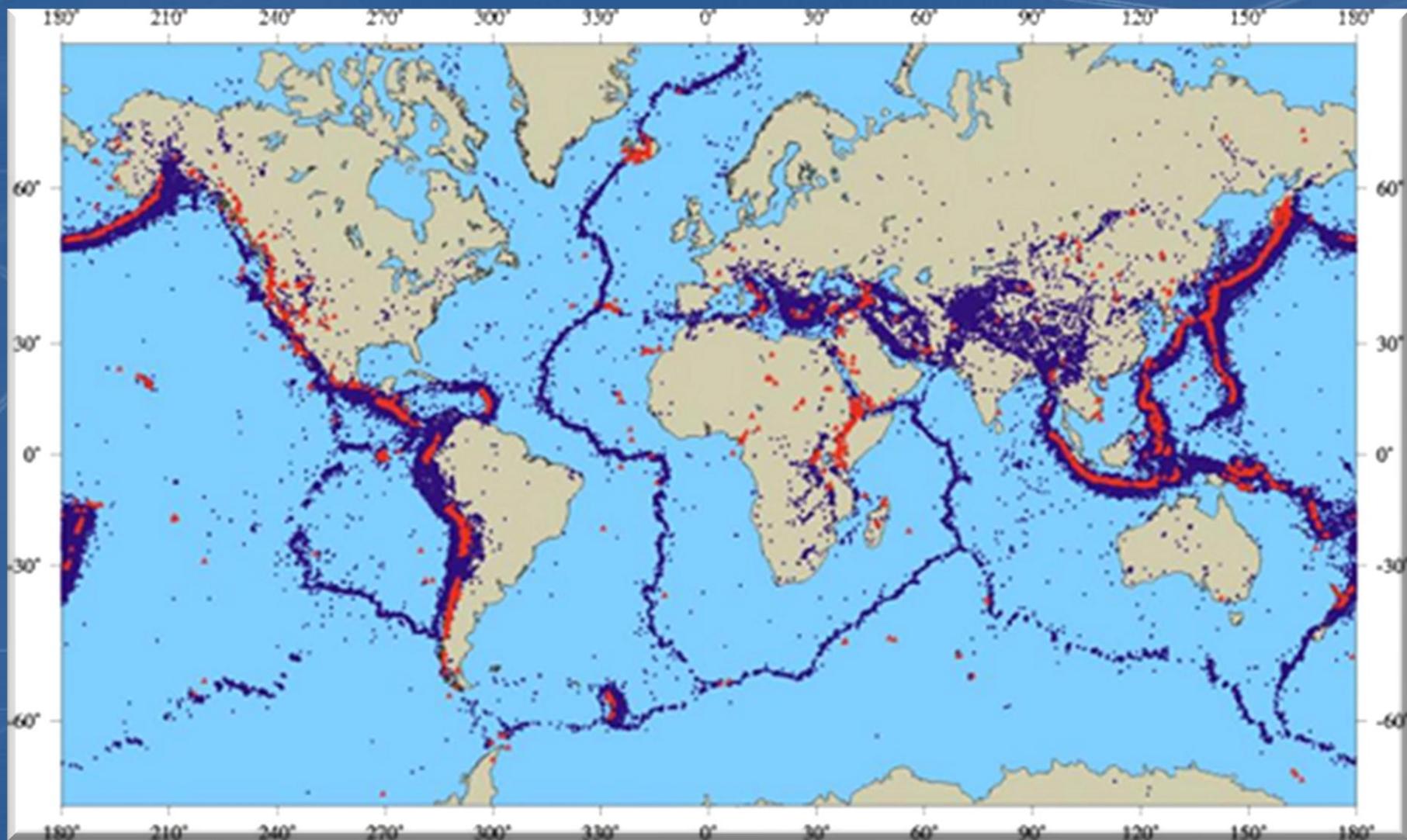
**1: Margini Divergenti; 2: Margini Convergenti; 3: Margini Trasformativi o Conservativi.**

**I numeri indicano la velocità di spostamento in mm/anno.**

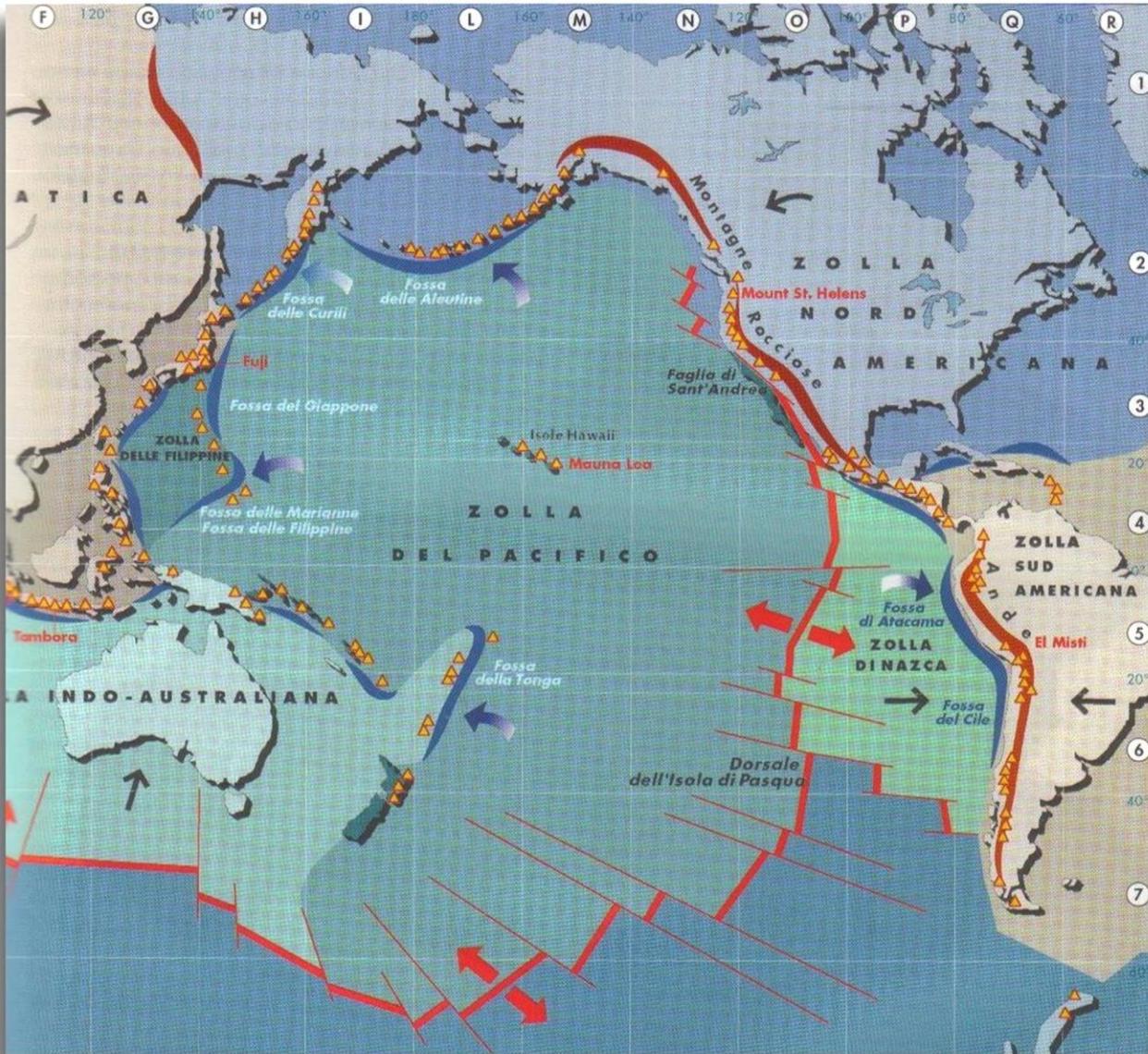
# VULCANI ATTIVI, «ANELLO DI FUOCO» e PLACCHE TETTONICHE



# TERREMOTI, VULCANI ATTIVI e PLACCHE TETTONICHE



# L'ANELLO DI FUOCO PACIFICO

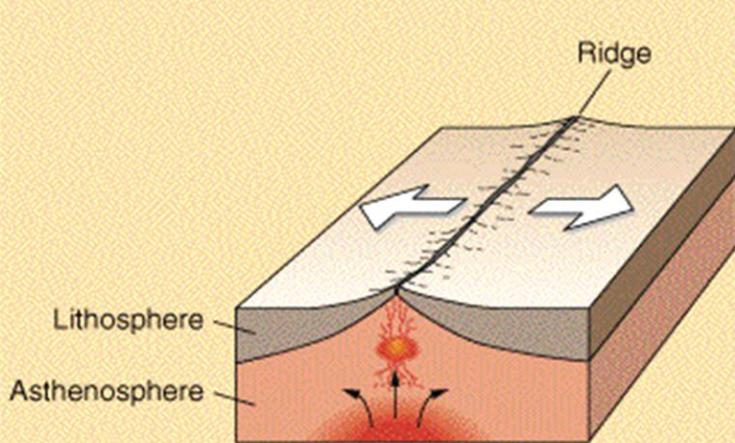


Esso che include **452 vulcani** e che spiega **il 90% dei terremoti mondiali**, si estende per circa **40.000 km**. Va dalla Nuova Zelanda fino all'Indonesia, le Filippine e il Giappone, e ancora verso le Isole Aleutine fino alle coste dell'Alaska, del Canada e alla costa occidentale degli Stati Uniti, e poi giù fino all'estremità dell'America del Sud.

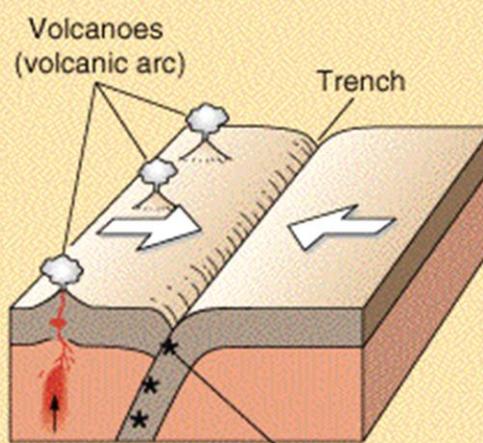
# TIPI DI MARGINE E COSA PROVOCANO

Type of Margin	Divergent	Convergent	Transform
Motion	Spreading	Subduction	Lateral sliding
Effect	Constructive (oceanic lithosphere created)	Destructive (oceanic lithosphere destroyed)	Conservative (lithosphere neither created or destroyed)
Topography	Ridge/Rift	Trench	No major effect
Volcanic activity?	Yes	Yes	No

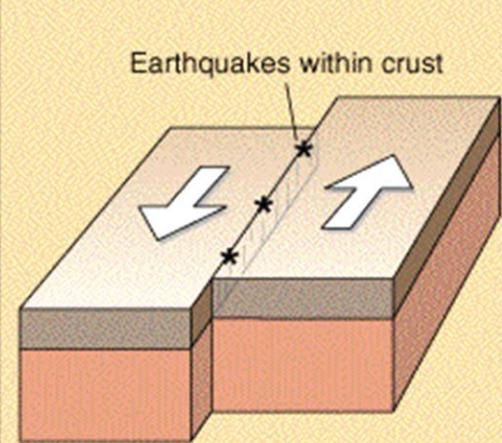
  



(a)

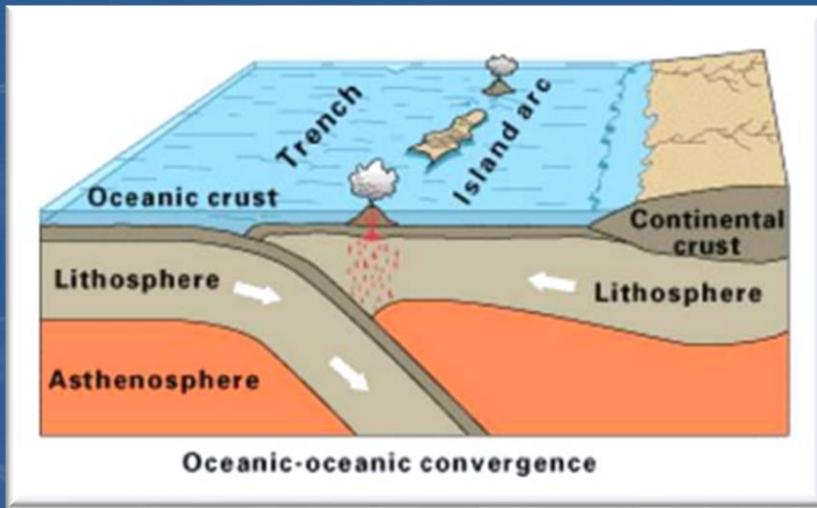


(b)

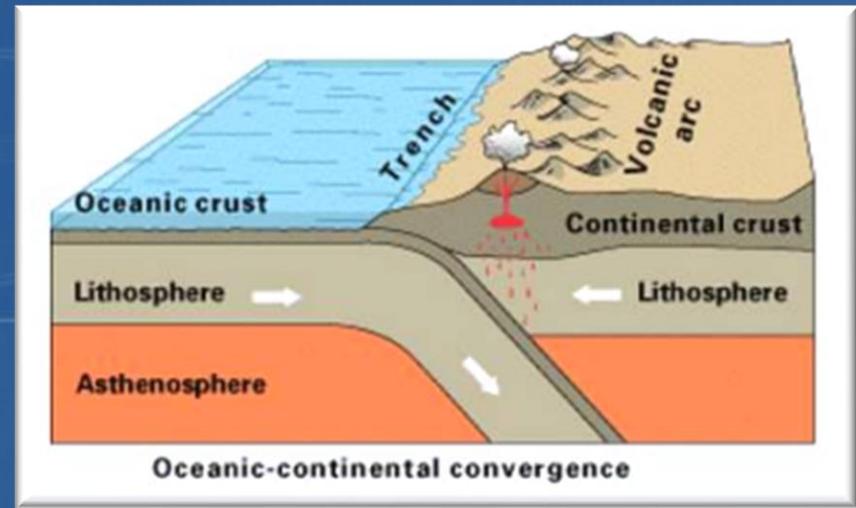


(c)

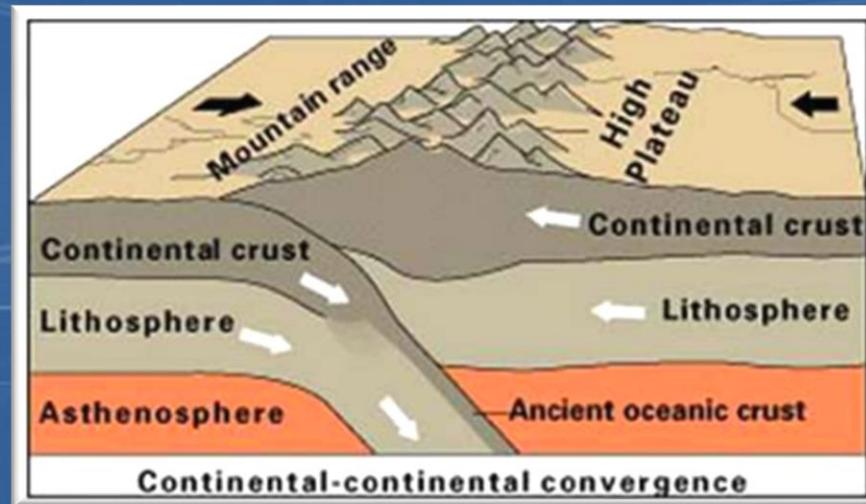
# TIPI DI MARGINE E COSA PROVOCANO



Arco Insulare (Giappone)

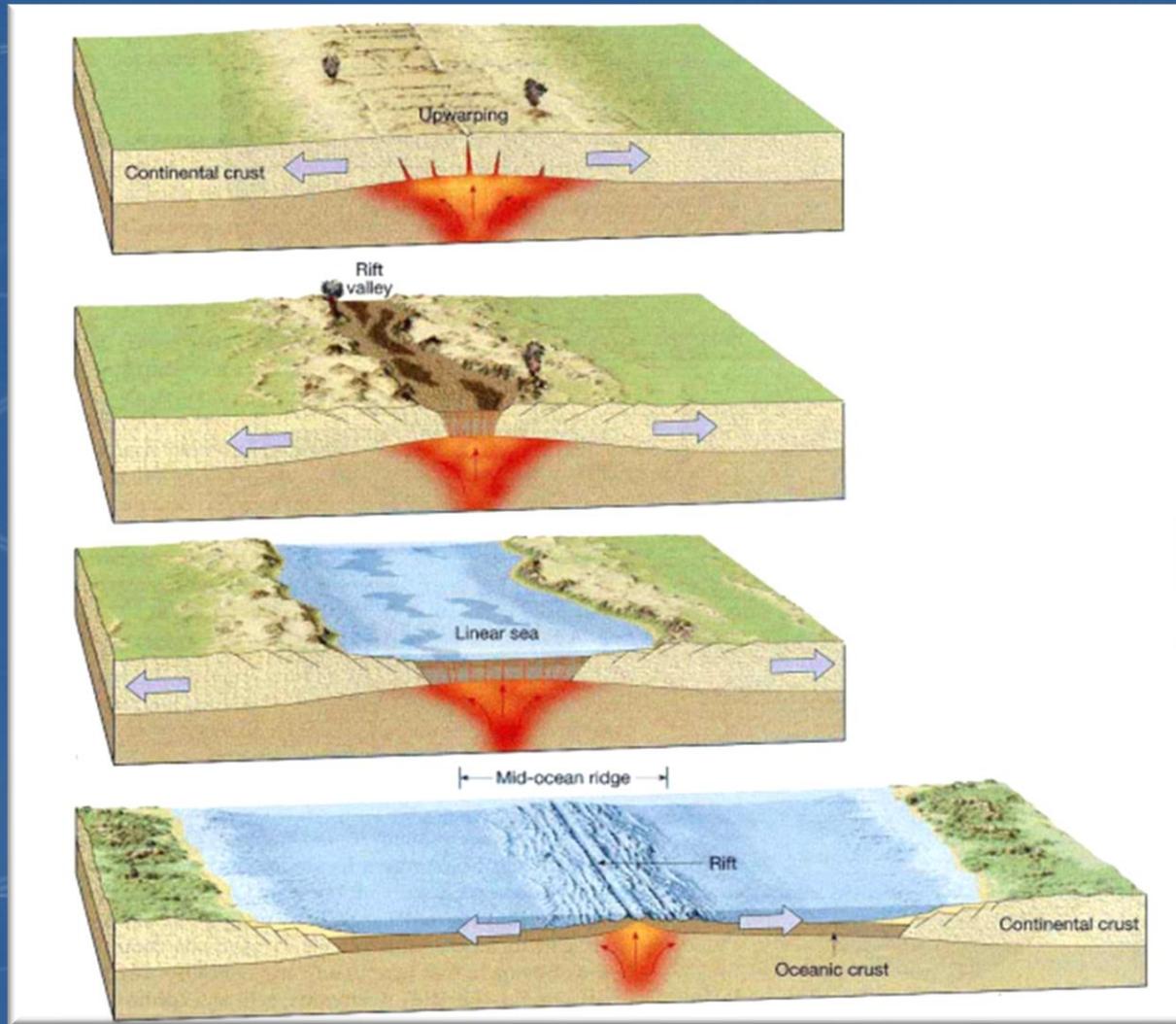


Cordigliera (Ande)



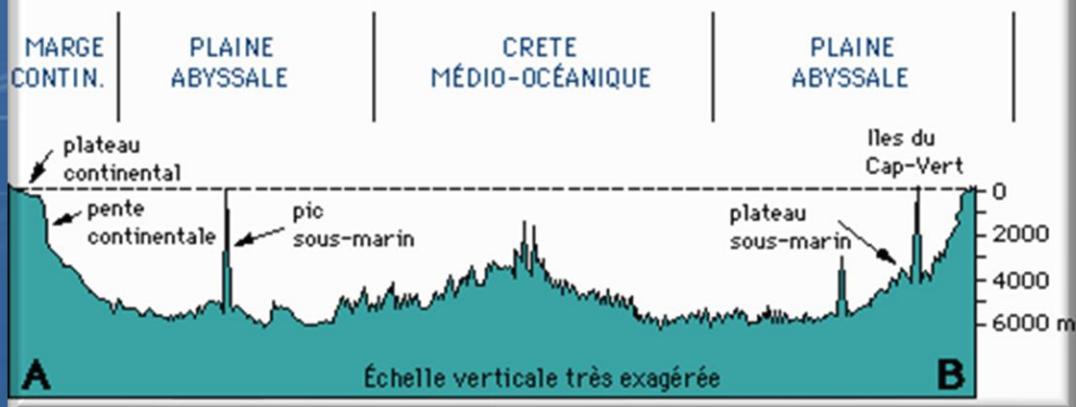
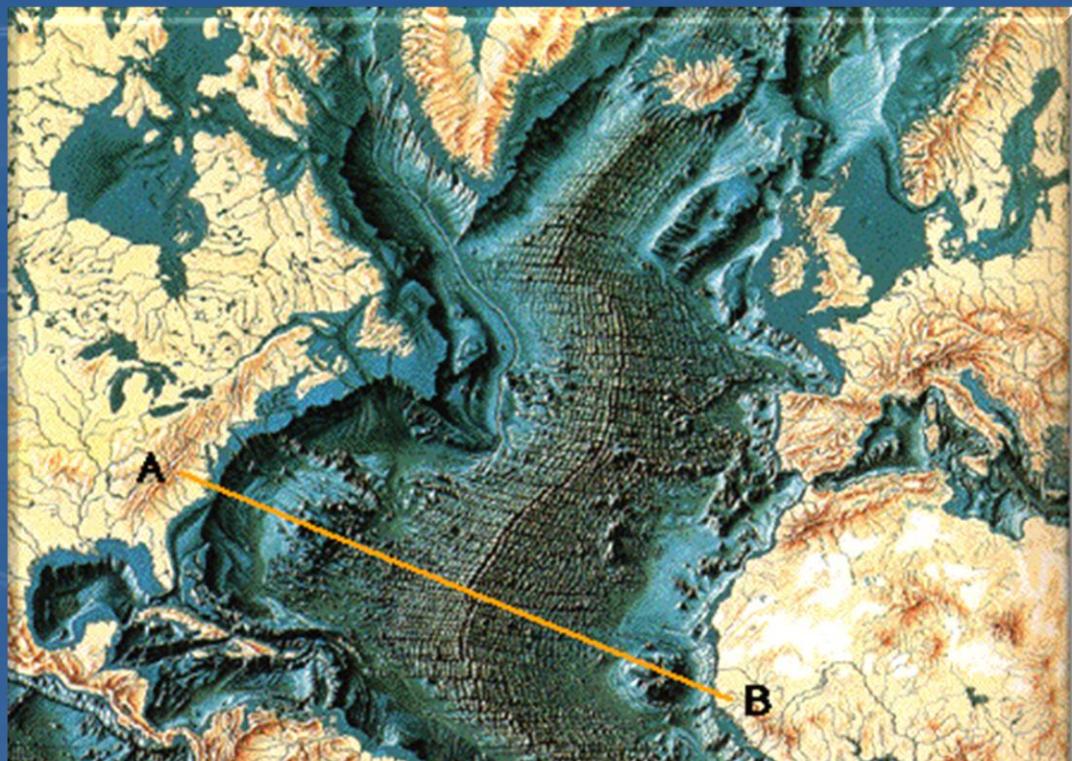
Catena Montuosa (Alpi - Himalaya)

# LA NASCITA DI UN OCEANO

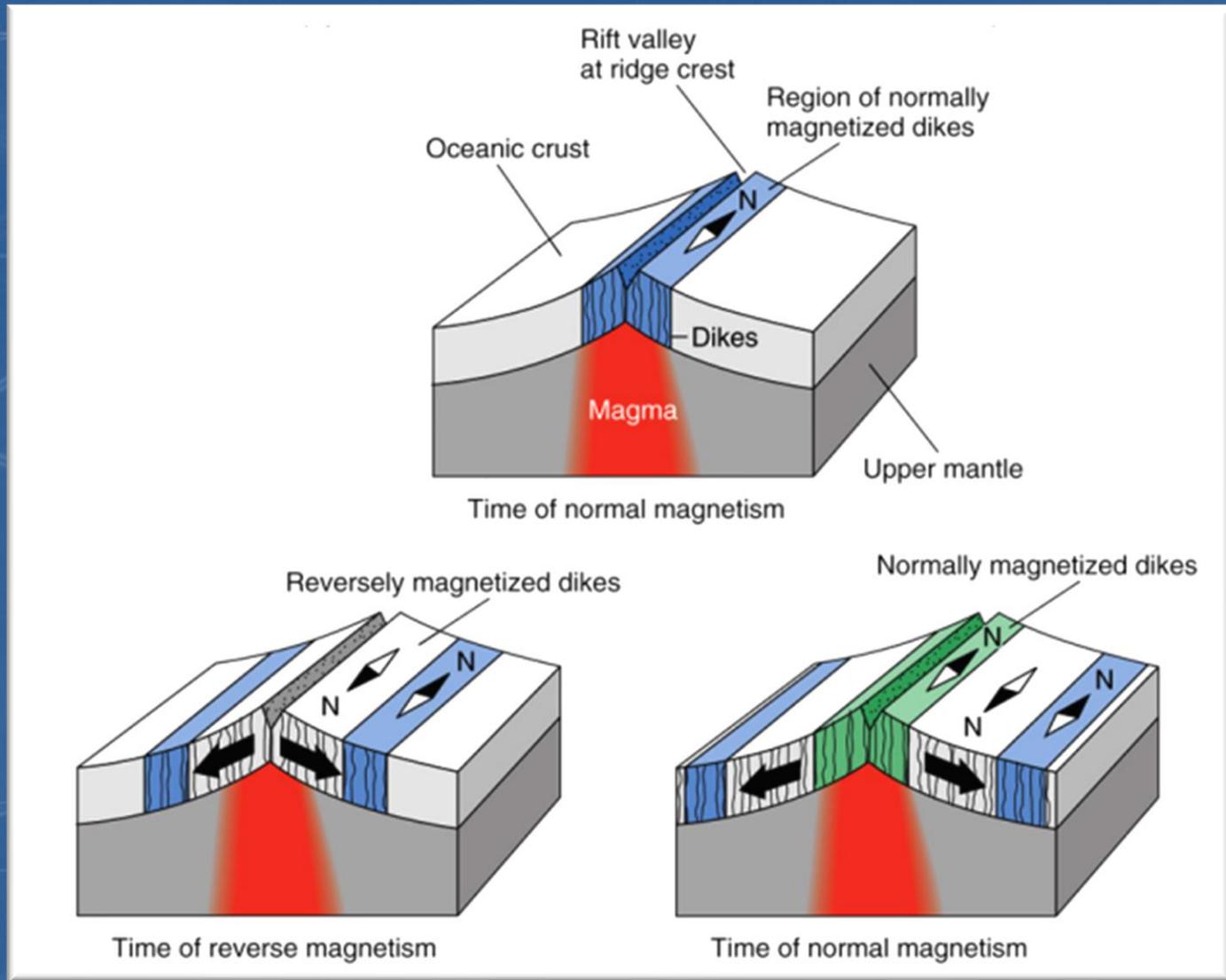


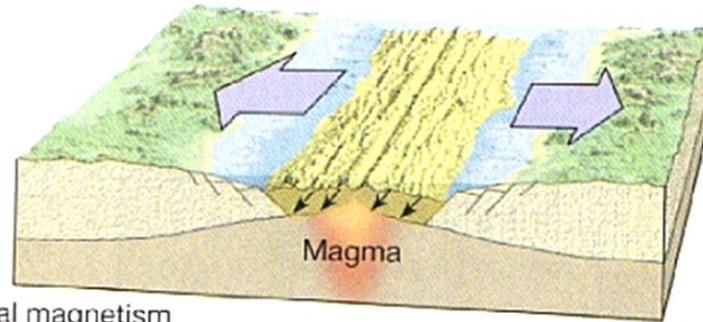
**CONTINENTAL RIFTING - Separazione di una placca continentale e formazione di placca oceanica.**

# I FONDALI OCEANICI

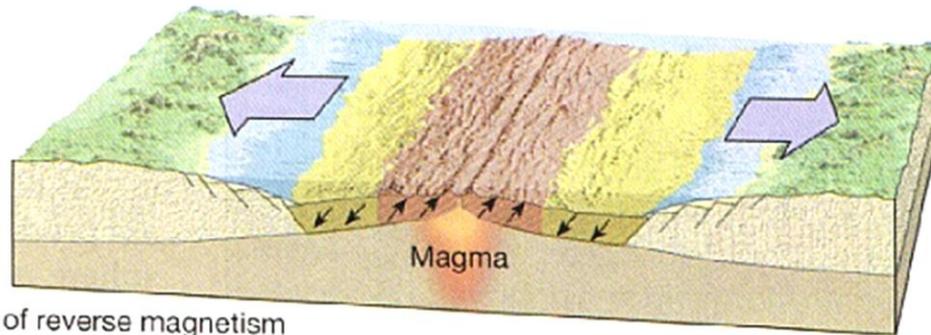


# INVERSIONE DEL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE

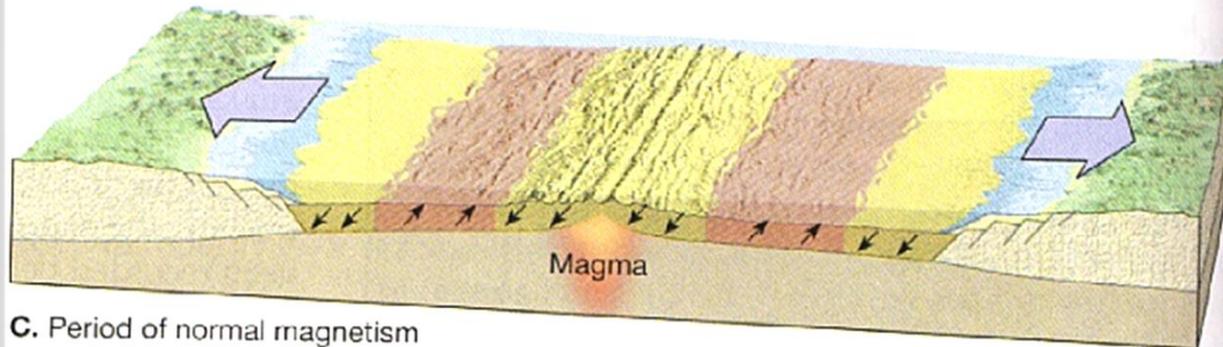




A. Period of normal magnetism



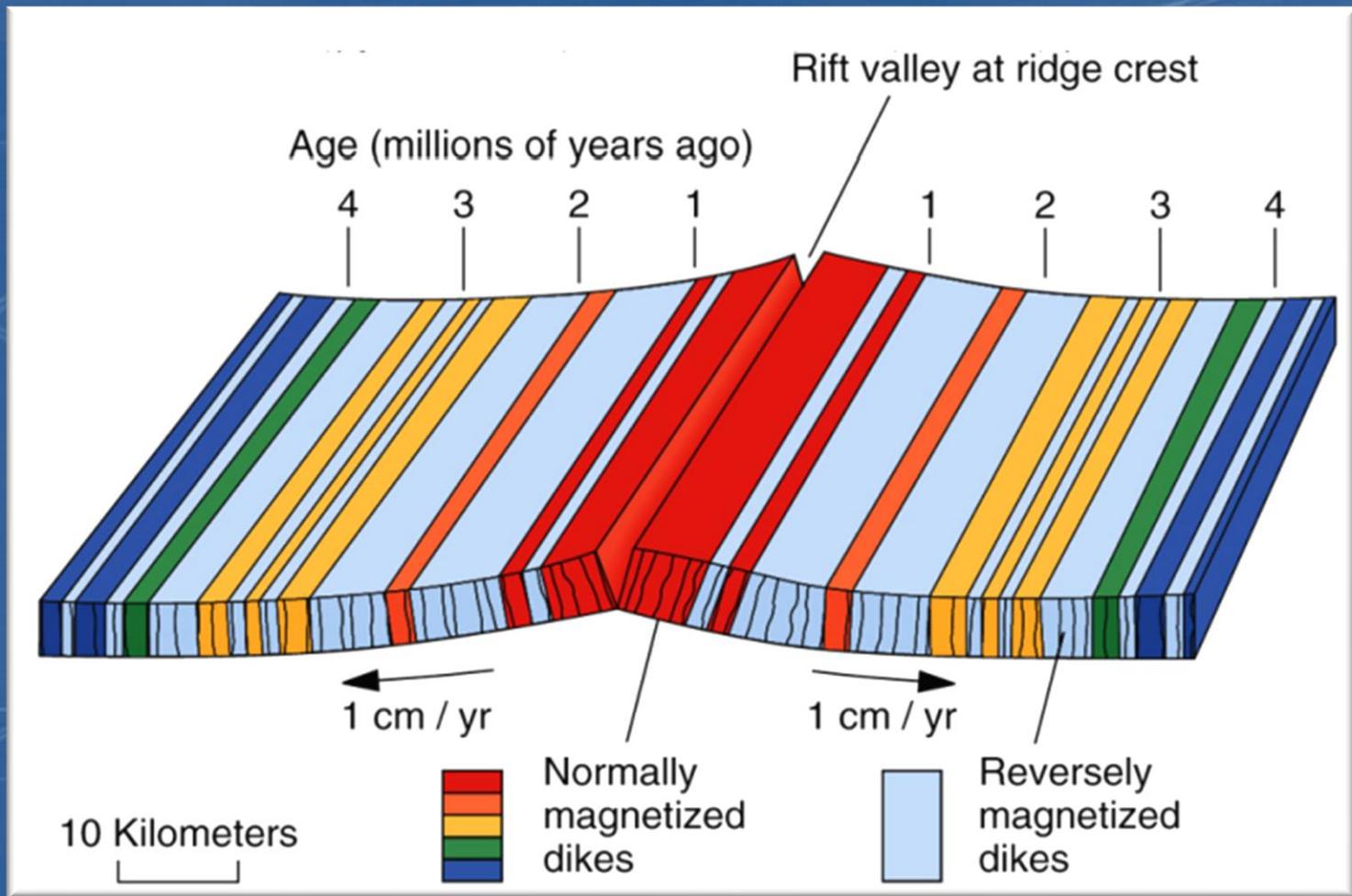
B. Period of reverse magnetism



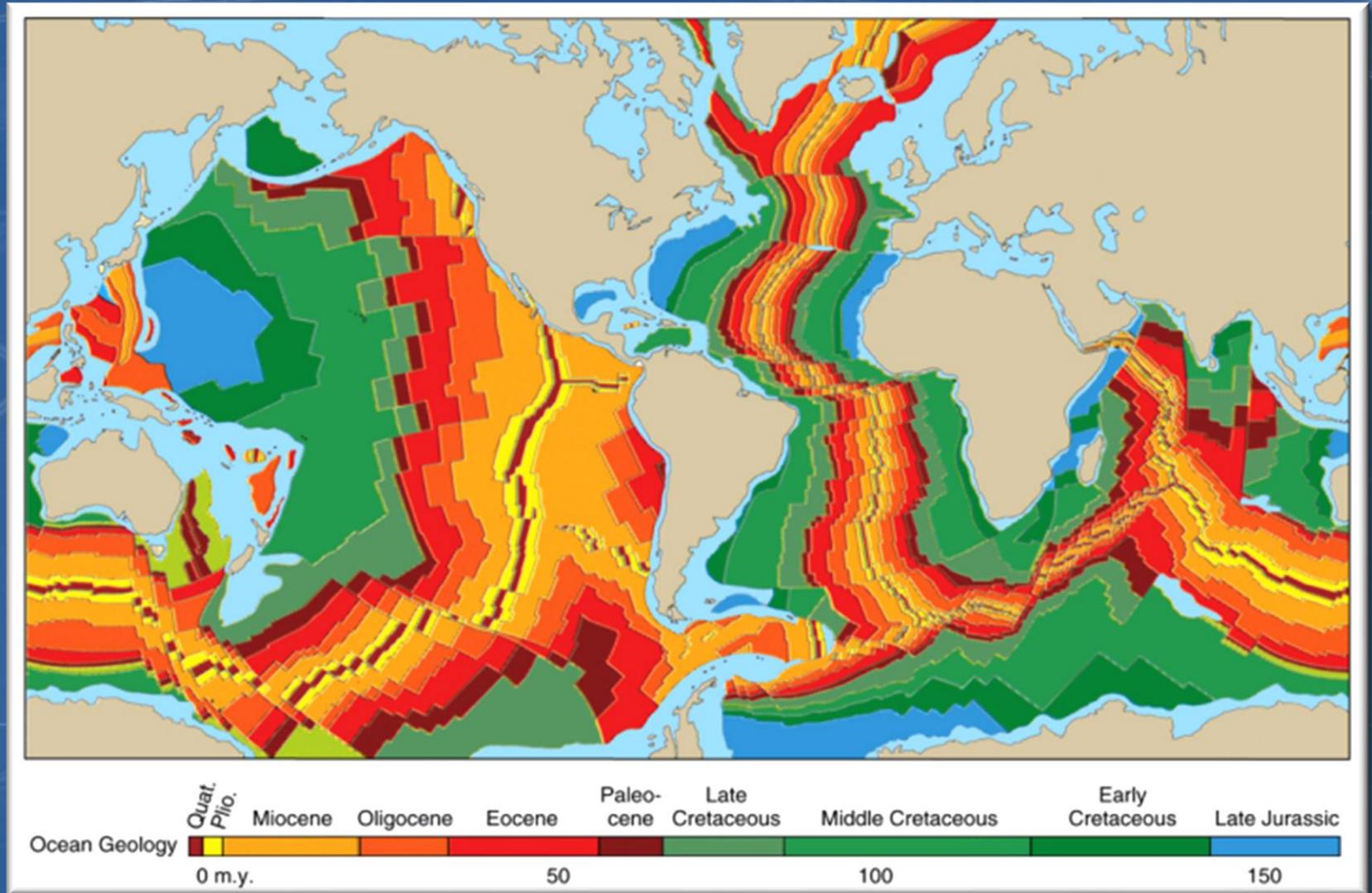
C. Period of normal magnetism

**LE INVERSIONI DEL CAMPO MAGNETICO DANNO LUOGO  
ALLE ANOMALIE MAGNETICHE CHE SI RISCOVTRANO SUI  
FONDALI OCEANICI**

# ETÀ DELLA CROSTA OCEANICA



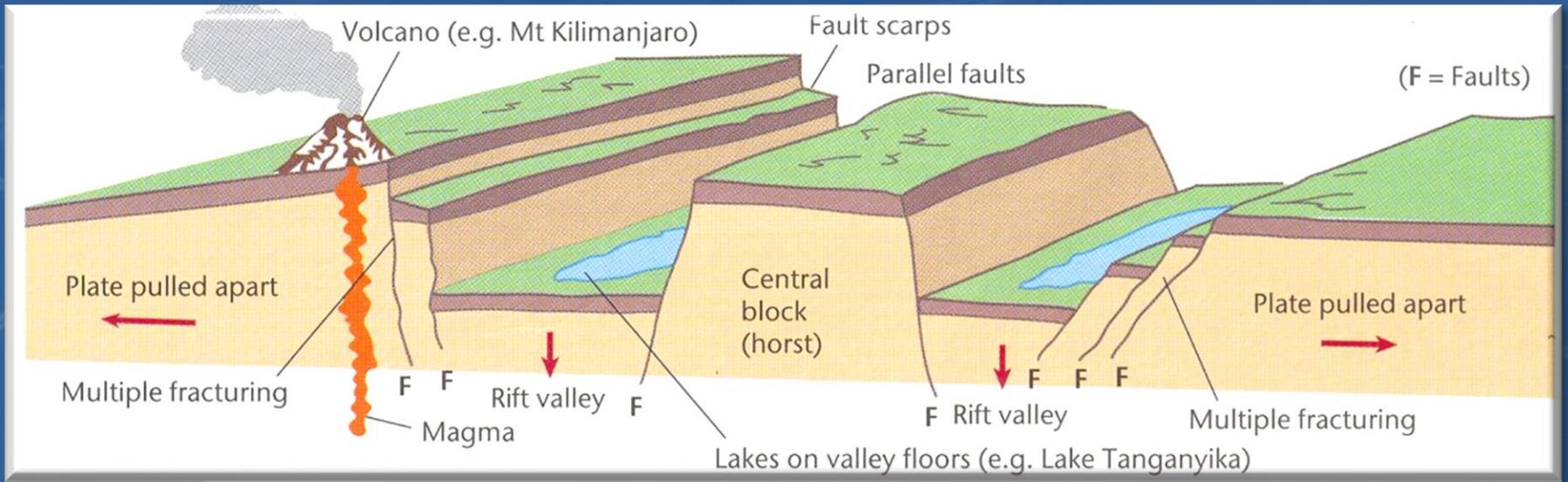
# ETÀ DEI FONDI OCEANICI



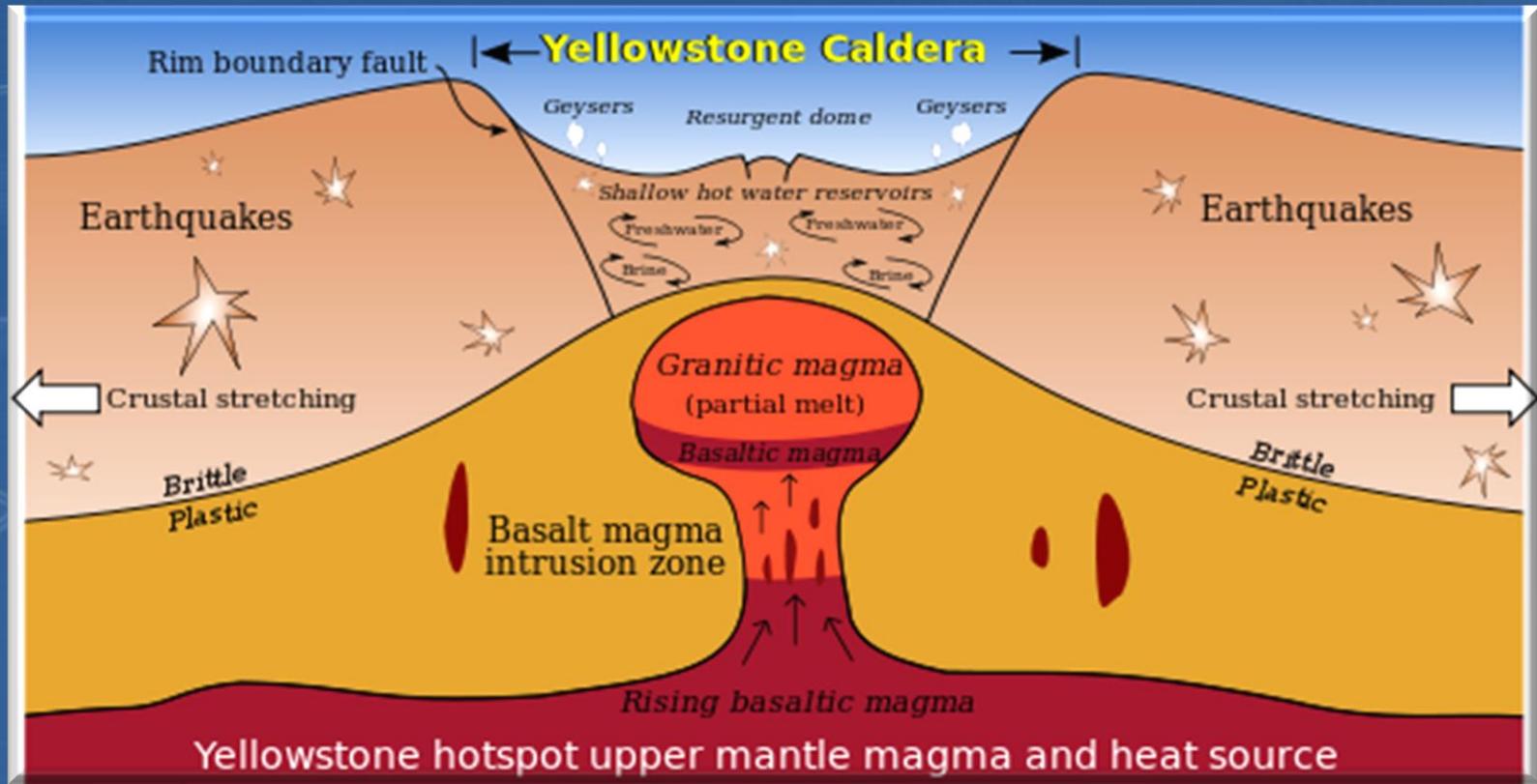
# LA RIFT VALLEY AFRICANA



# LA RIFT VALLEY AFRICANA

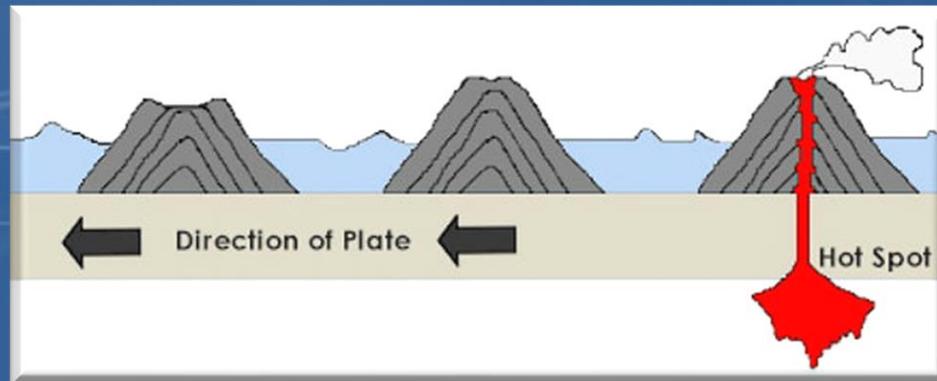
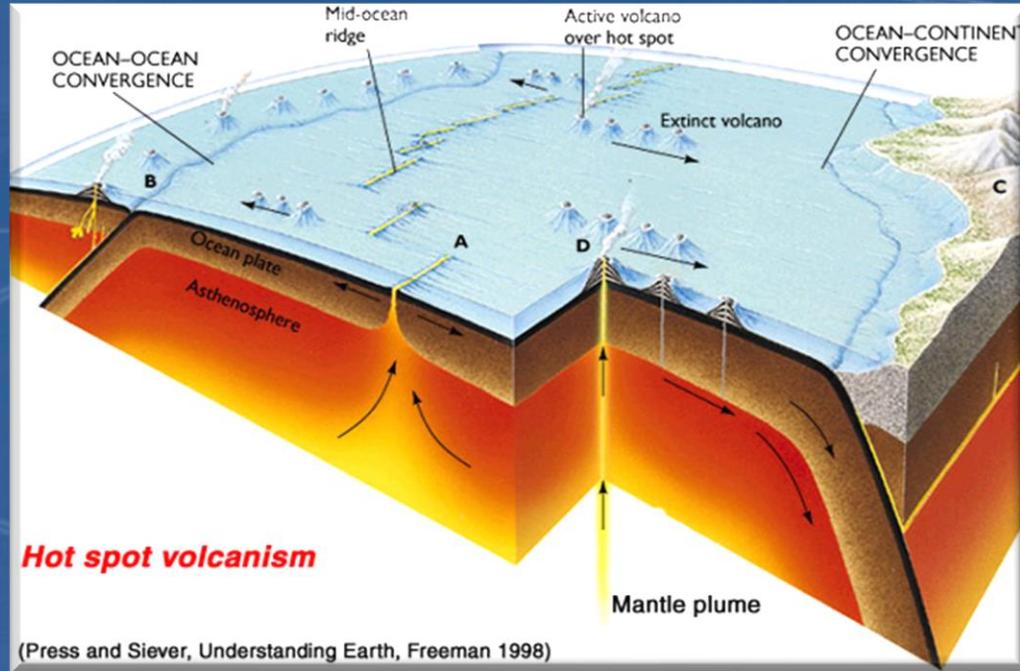


# PUNTO CALDO (Hot Spot)

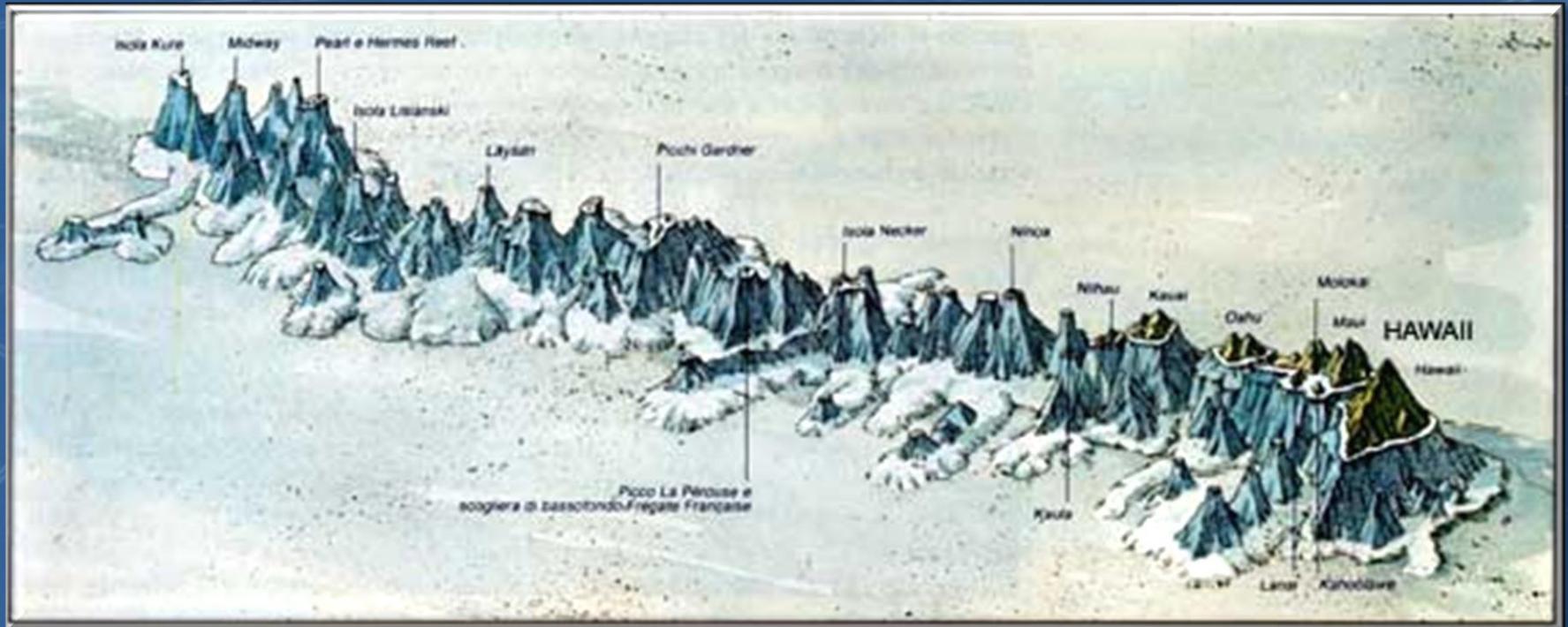


E' un punto della superficie terrestre interessato da un'anomala risalita del mantello verso la superficie terrestre e che presenta **attività vulcanica da un lunghissimo periodo di tempo**; è il caso, per esempio, delle isole Hawaii o dell'Islanda. Una caratteristica di queste aree vulcaniche, è quella di essere collocati **nel mezzo delle placche**, anziché ai confini di esse come prevede la teoria generale della tettonica a zolle.

# PUNTO CALDO (Hot Spot) – LE ISOLE HAWAII



# PUNTO CALDO (Hot Spot) – LE ISOLE HAWAII



L'arcipelago delle isole Hawaii non è un arco insulare ma un allineamento di centri eruttivi generatosi per lo spostamento della zolla pacifica su un hot-spot (punto caldo).

# LE PLACCHE NEL MEDITERRANEO



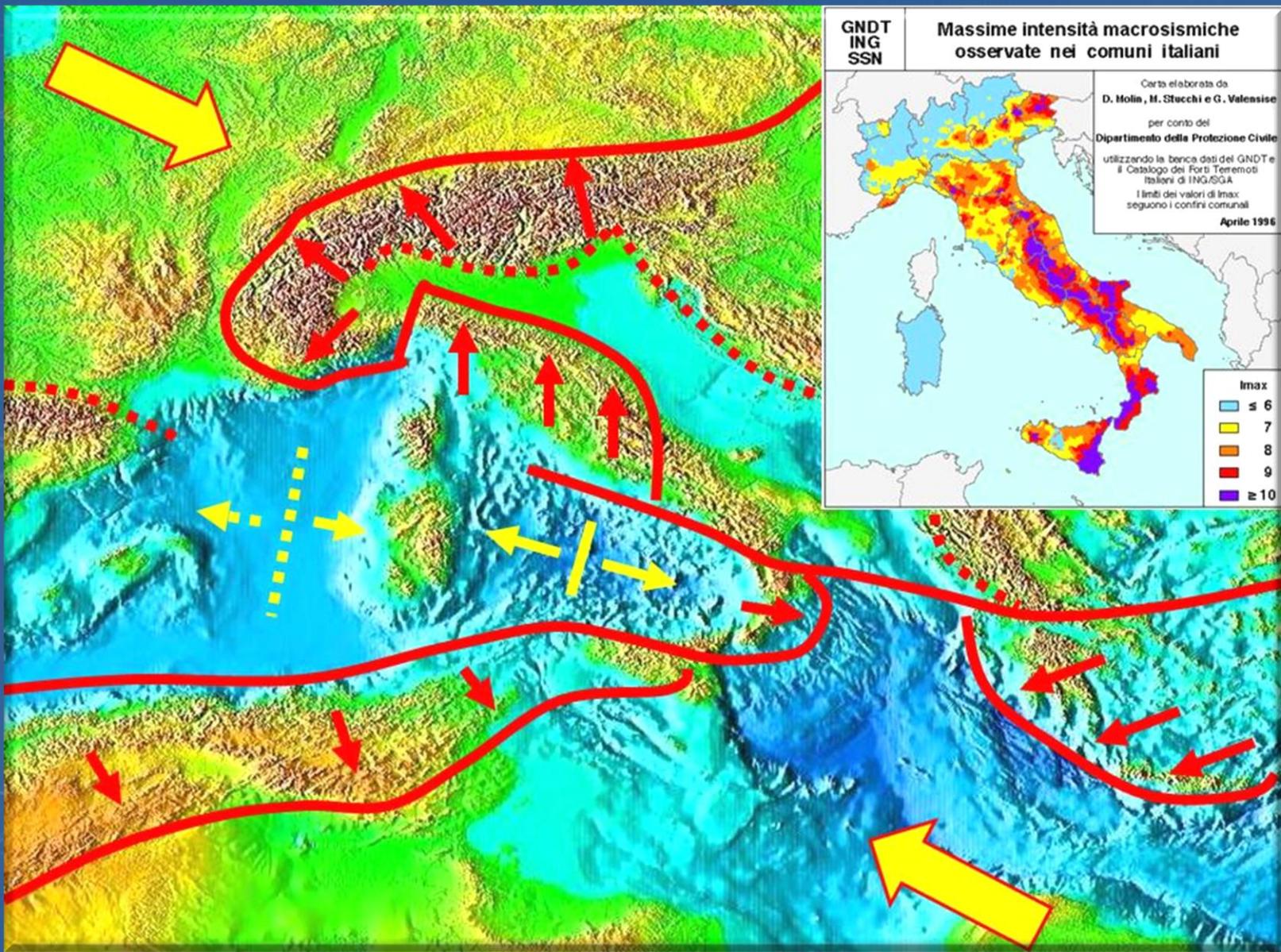
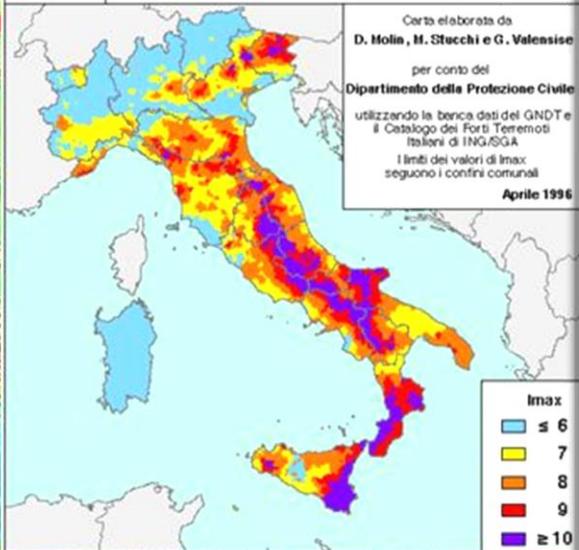
# LE PLACCHE E L'ITALIA



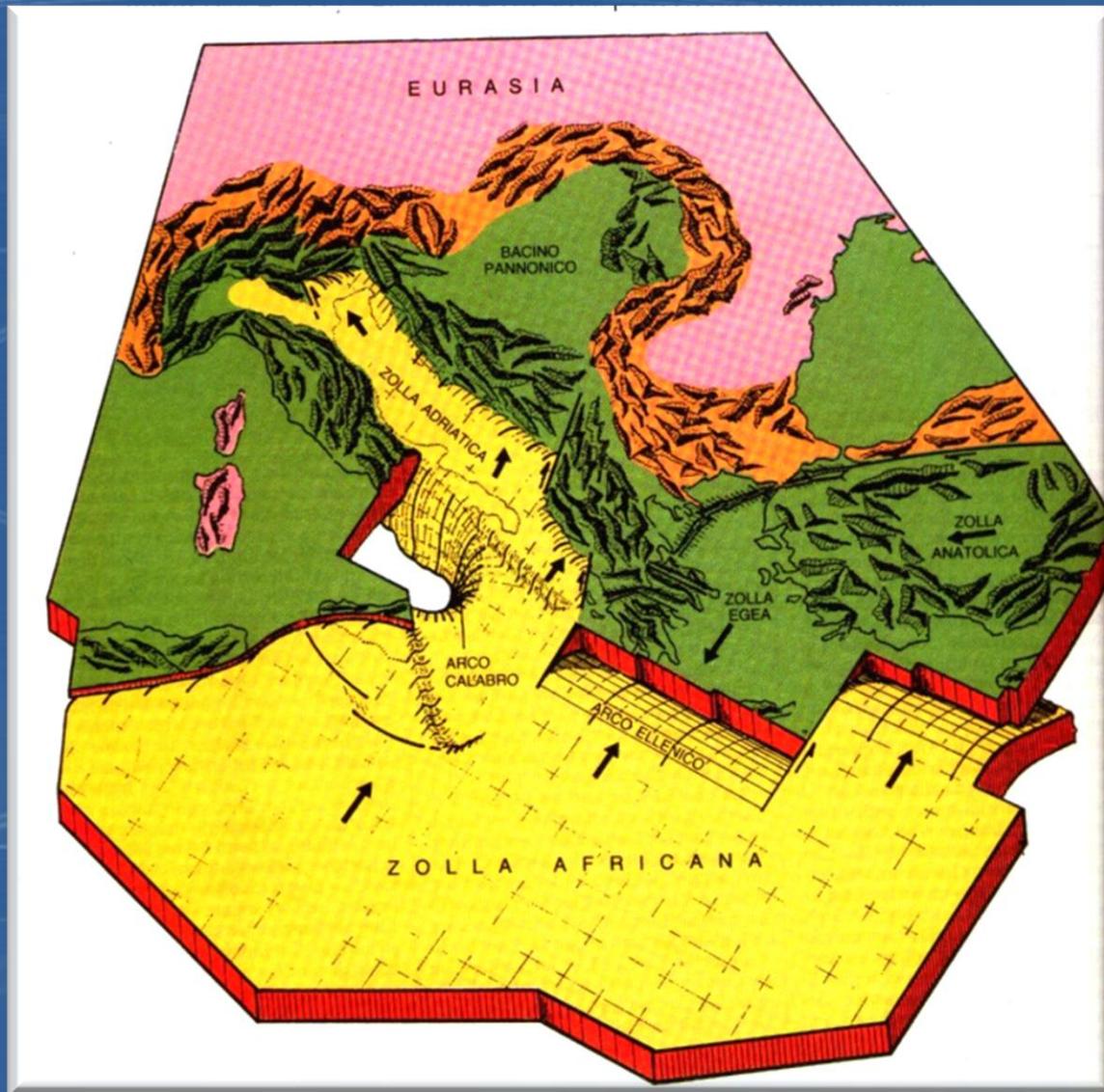
GNDT  
ING  
SSN

### Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani

Carta elaborata da  
**D. Molin, M. Stacchi e G. Valentise**  
per conto del  
**Dipartimento della Protezione Civile**  
utilizzando la banca dati del GNDT e  
il Catalogo dei Forti Terremoti  
Italiani di ING/SSA  
I limiti dei valori di  $I_{max}$   
seguono i confini comunali  
**Aprile 1996**

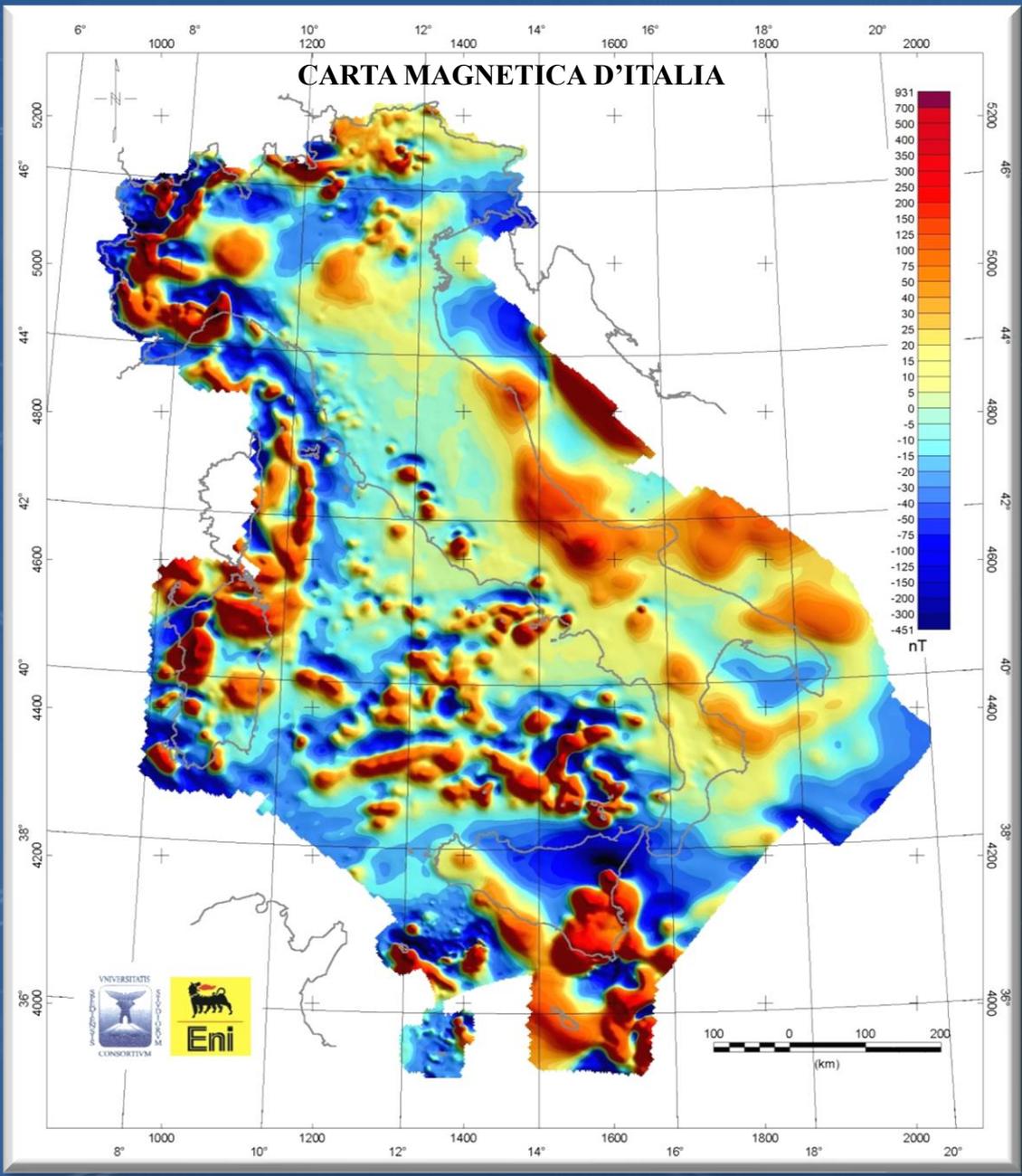


# LE PLACCHE IN ITALIA





# CARTA MAGNETICA D'ITALIA



**L'Africa procede verso l'Eurasia, chiudendo il Mediterraneo fino alla collisione fra i due continenti. L'India continuerà la collisione con l'Asia provocando faglie che porteranno al distacco della Cina che se ne andrà alla deriva verso Est. L'Atlantico e il Pacifico si stanno espandendo: uno dei due inghiottirà l'altro. Fra 250 milioni di anni l'Africa occuperà il posto dell'Europa, Australia ed Antartide aderiranno al Sud Africa, la Cina sarà attaccata all'America del Nord e quest'ultima saldata all'Africa.**

