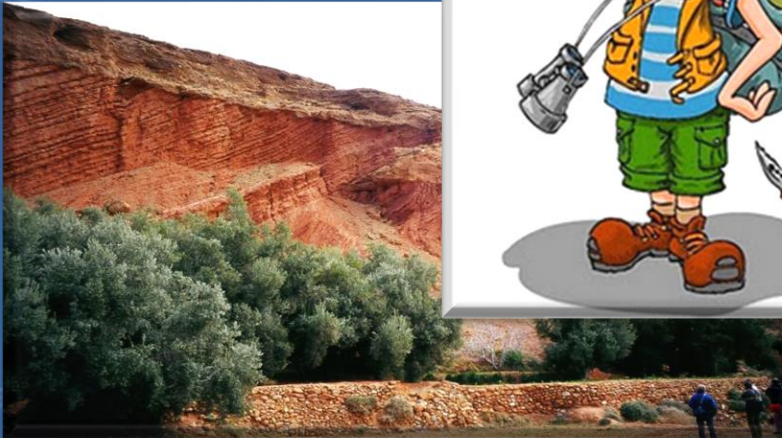
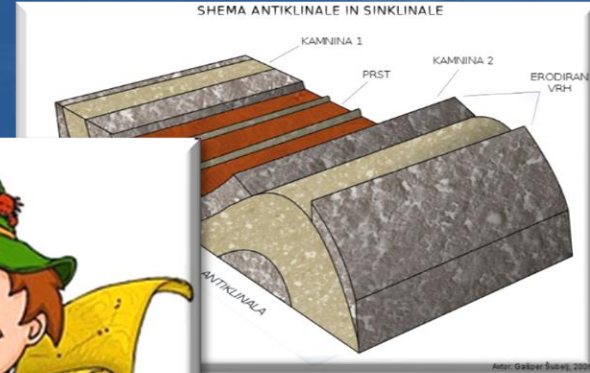


# CORSO DI GEOLOGIA



**UNIVERSITÀ DELLA TERZA ETÀ**

**"Gian Piero Profumi"**

**ANNO ACCADEMICO 2024-2025**

# **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

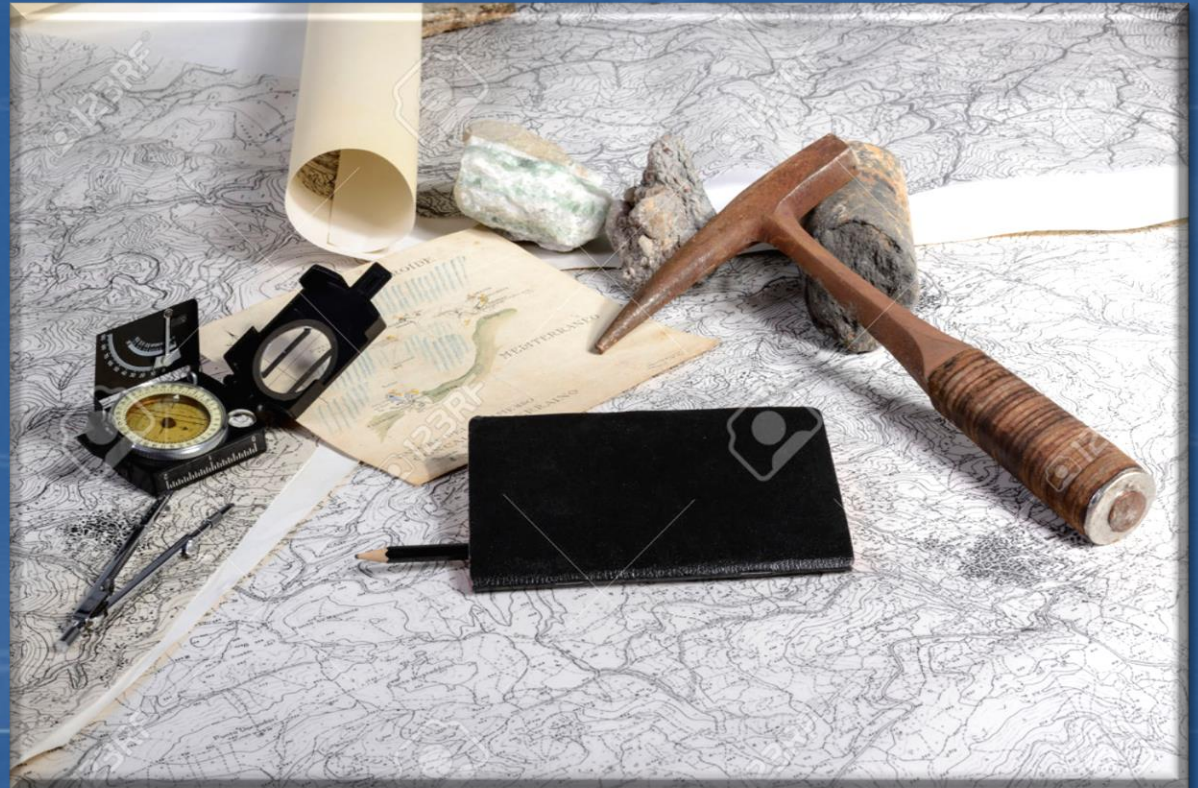
**Il geologo è prima di tutto uno scienziato, un individuo curioso e appassionato del mondo che lo circonda.** Il suo compito è quello di ricostruire la storia del nostro Pianeta attraverso gli indizi conservati nelle rocce, nei sedimenti dei mari e dei laghi, nei ghiacciai, nelle forme del paesaggio.

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                                 |

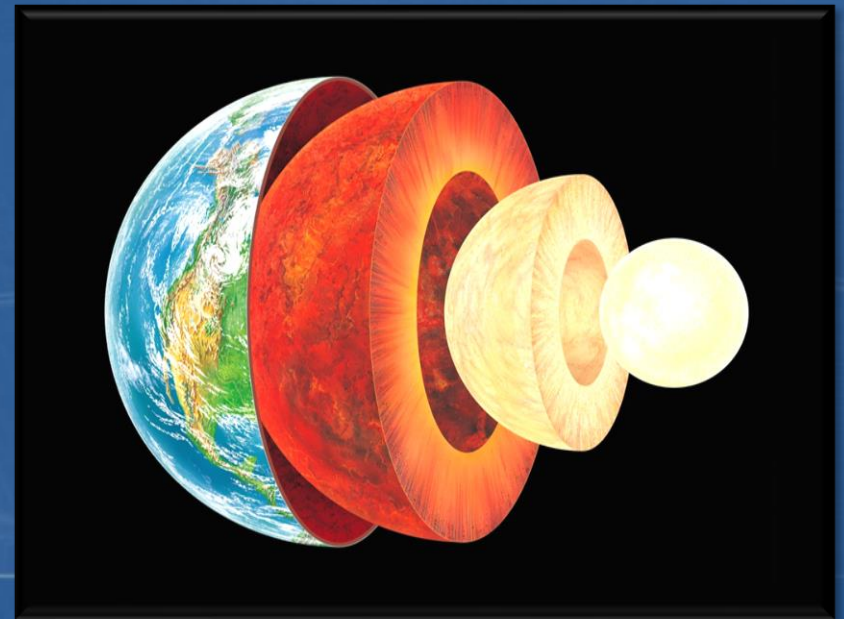
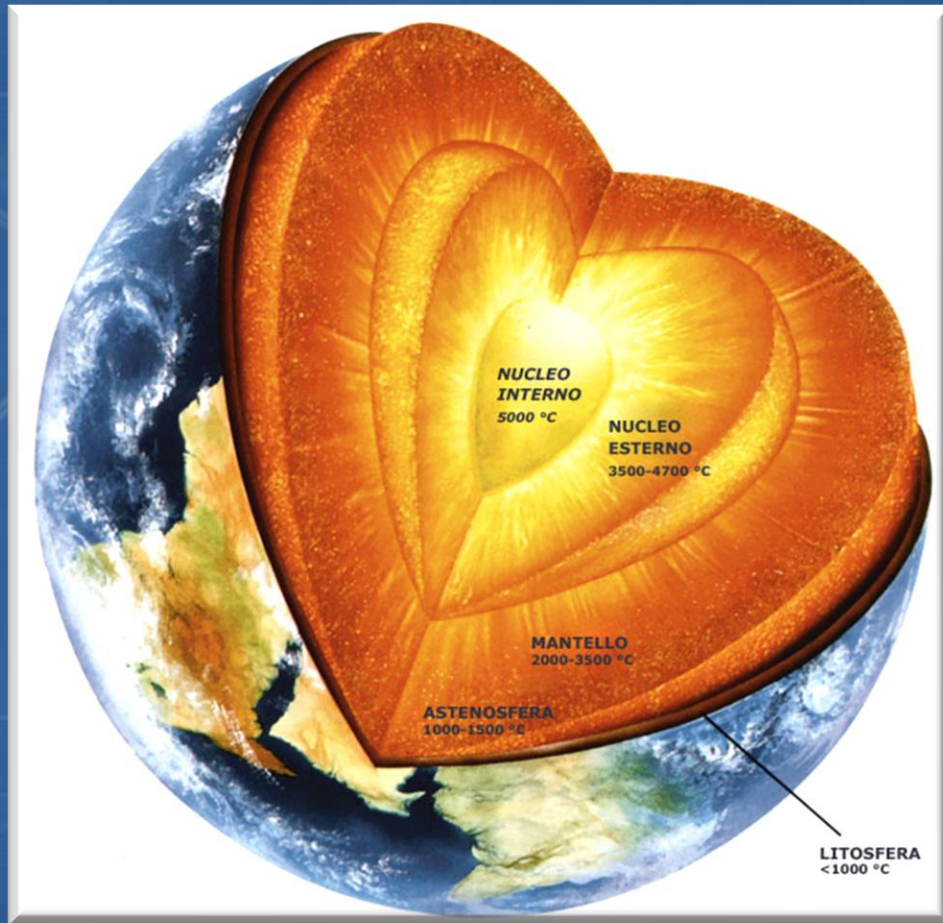
La struttura interna della Terra è caratterizzata da una serie di gusci sferici concentrici, di spessore variabile. La prima immagine che viene alla mente è quella della *cipolla*: nel caso della Terra, però, non sono presenti salti improvvisi nelle caratteristiche degli strati, tranne che a **TRE LIVELLI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

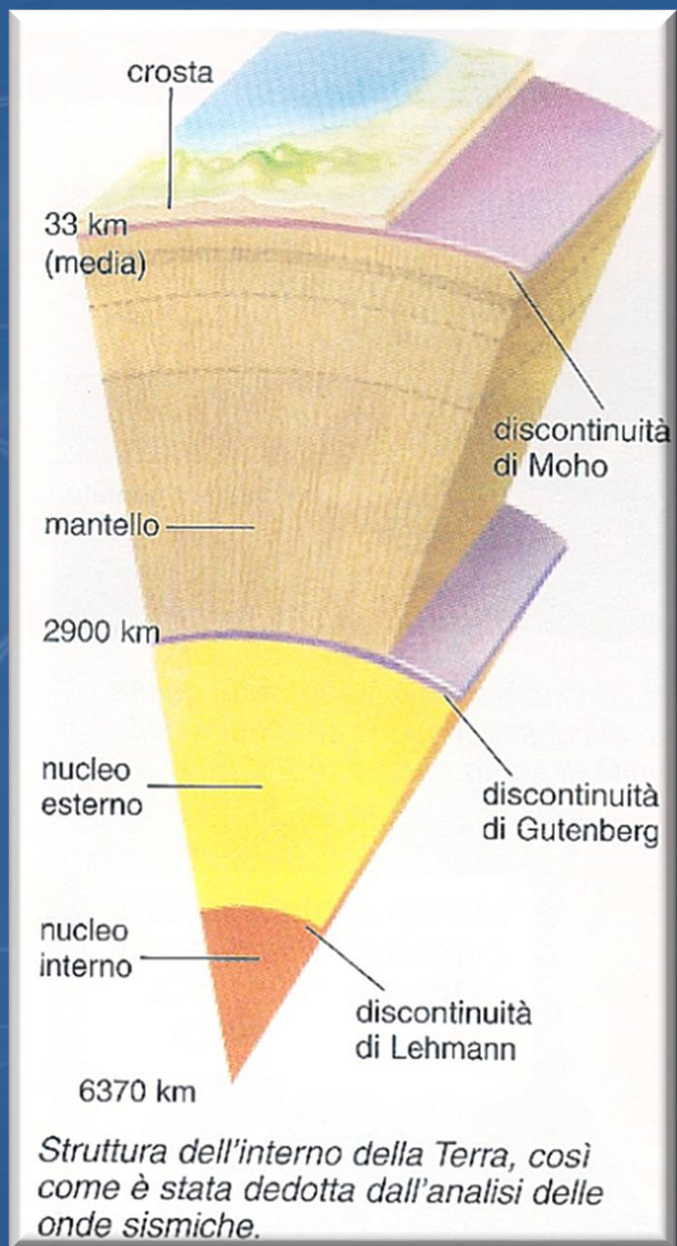
Questi cambiamenti di velocità rappresentano variazioni di composizione chimica o di temperatura e pressione o di stato di aggregazione della materia.



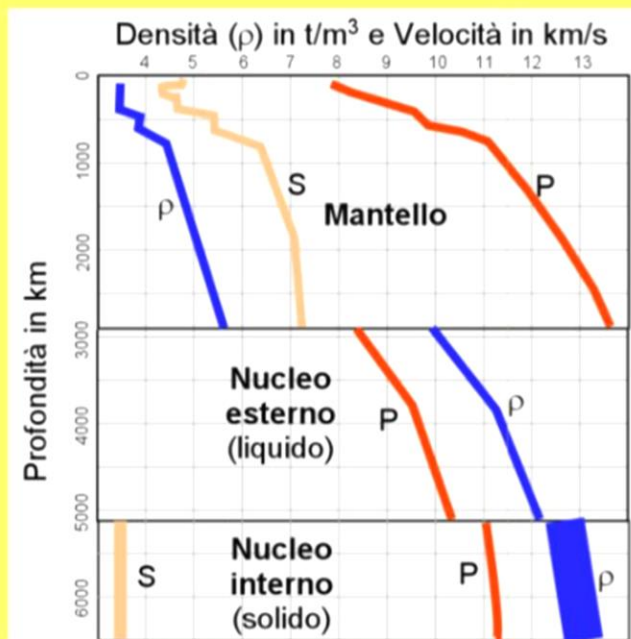
# LA STRUTTURA INTERNA DELLA TERRA



# 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

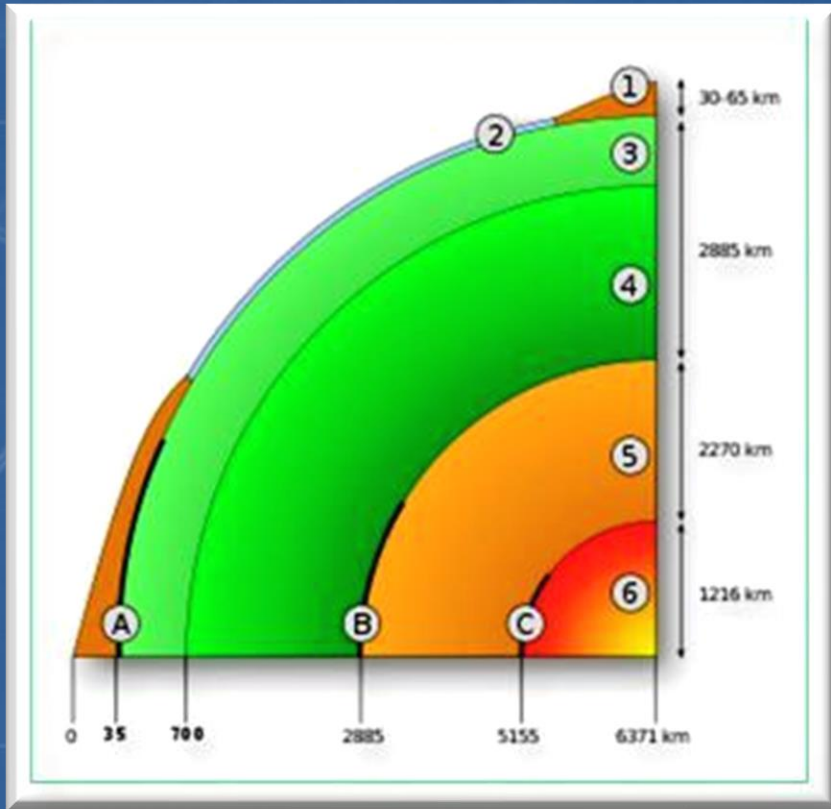
discontinuità, detta di **GUTENBERG**, si trova a circa **2900 km di profondità**. Si chiama **MANTELLLO** ciò che si trova tra la **Moho** e questa discontinuità. Al di sotto della discontinuità di **Gutenberg**, e fino al centro della Terra si trova il **NUCLEO**.

## 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**

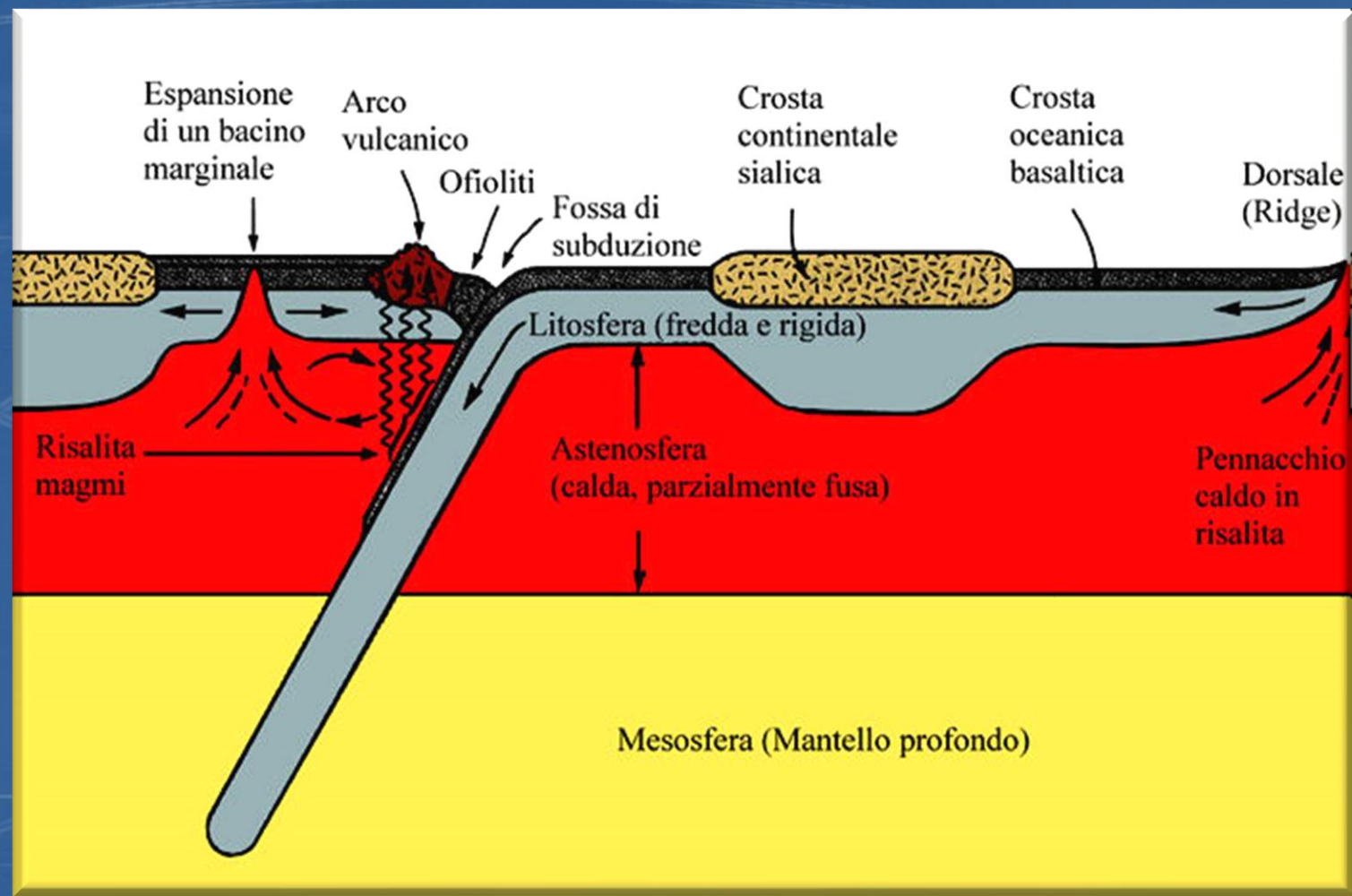
**3) Mantello superiore**

**4) Mantello inferiore**

**5) Nucleo esterno**

**6) Nucleo interno.**

# LA STRUTTURA INTERNA DELLA TERRA

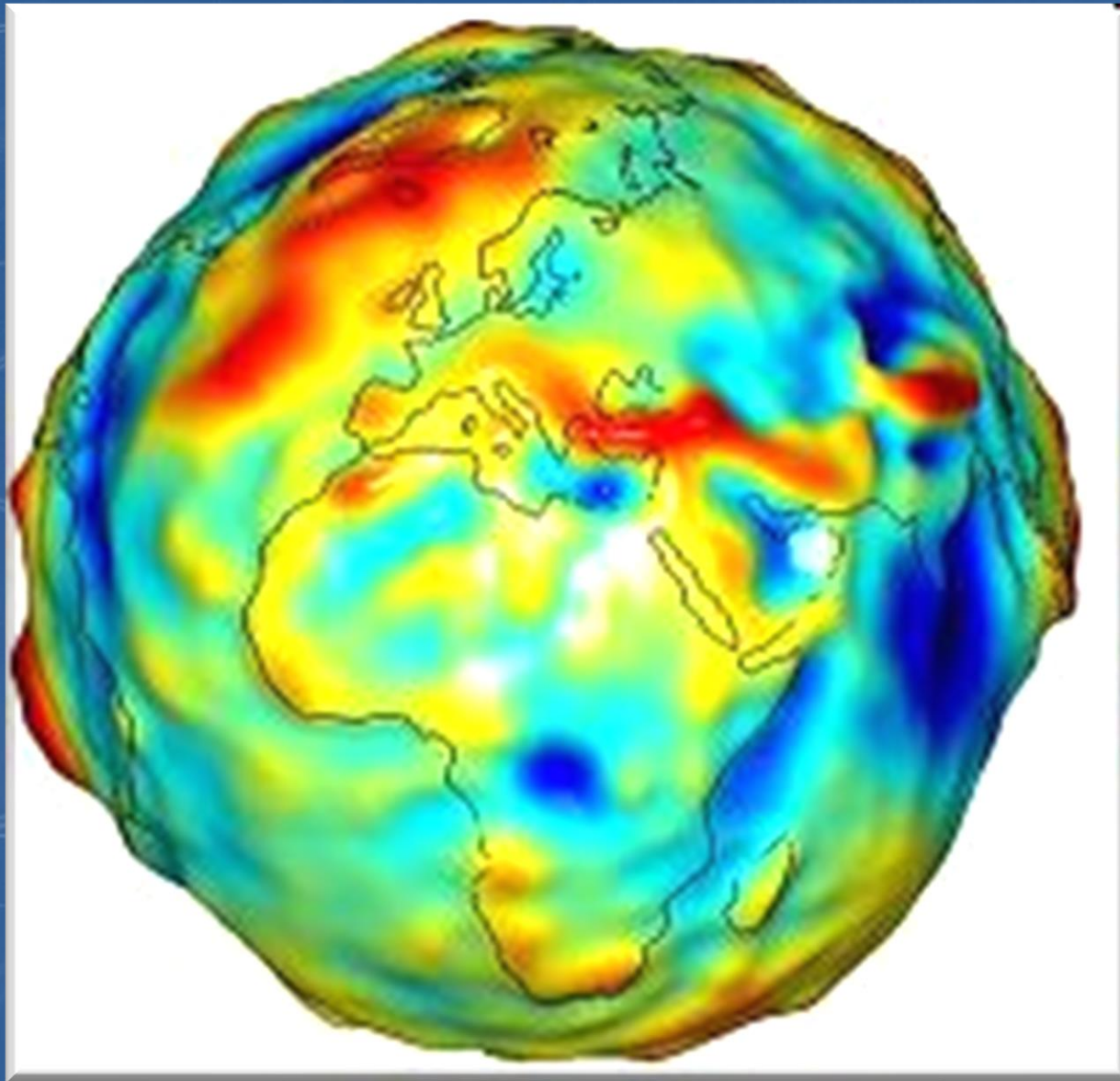


# LA STRUTTURA INTERNA DELLA TERRA

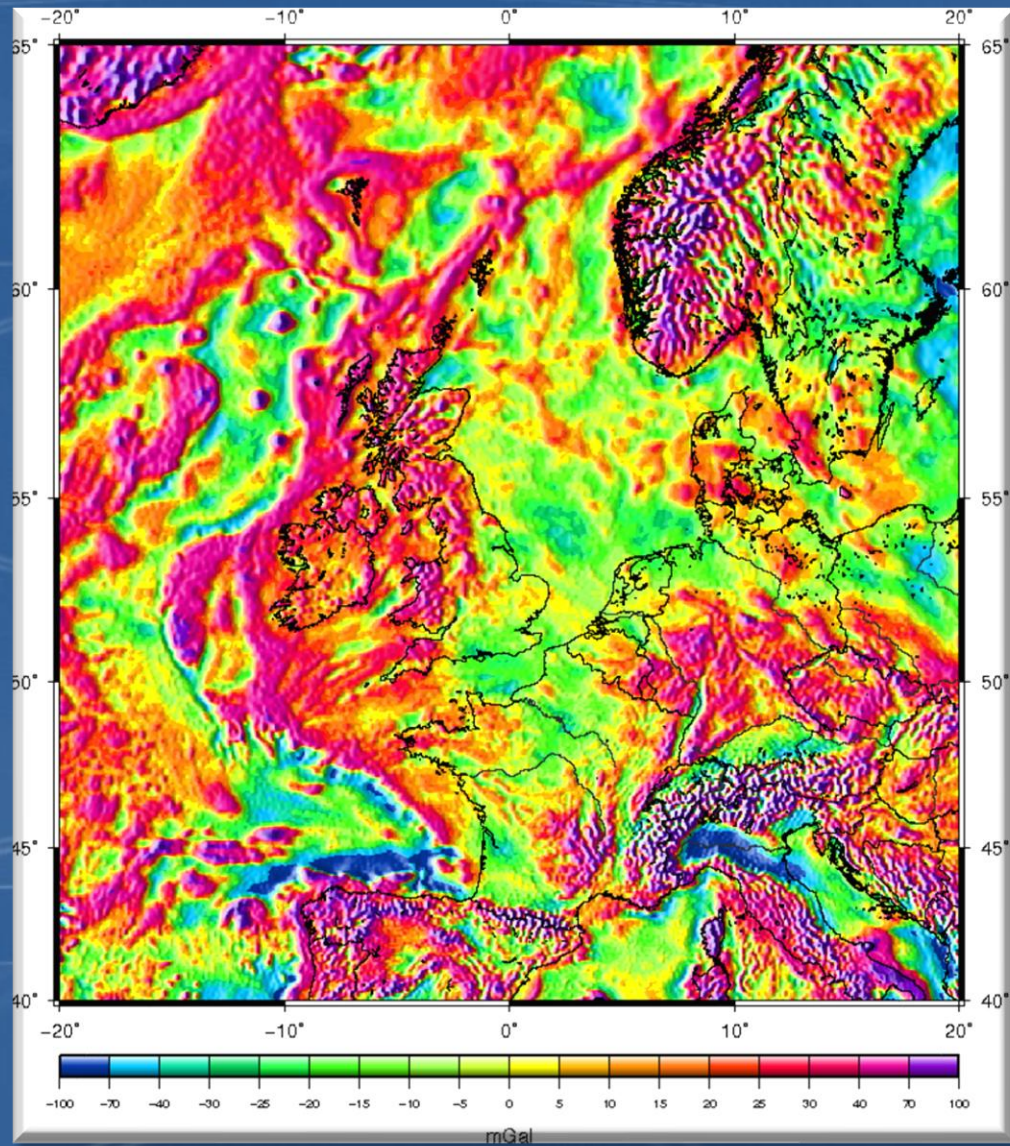
Per conoscere l'interno della Terra la disciplina fondamentale è la **GEOFISICA** che, attraverso lo studio del **Campo di Gravità**, del **Campo Magnetico** e delle **osservazioni Sismologiche** [Sismica passiva (Terremoti) e Sismica attiva (Prospezioni Petrolifere)], consente di ipotizzare, **in maniera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



# LA GRAVITÀ DELLA TERRA

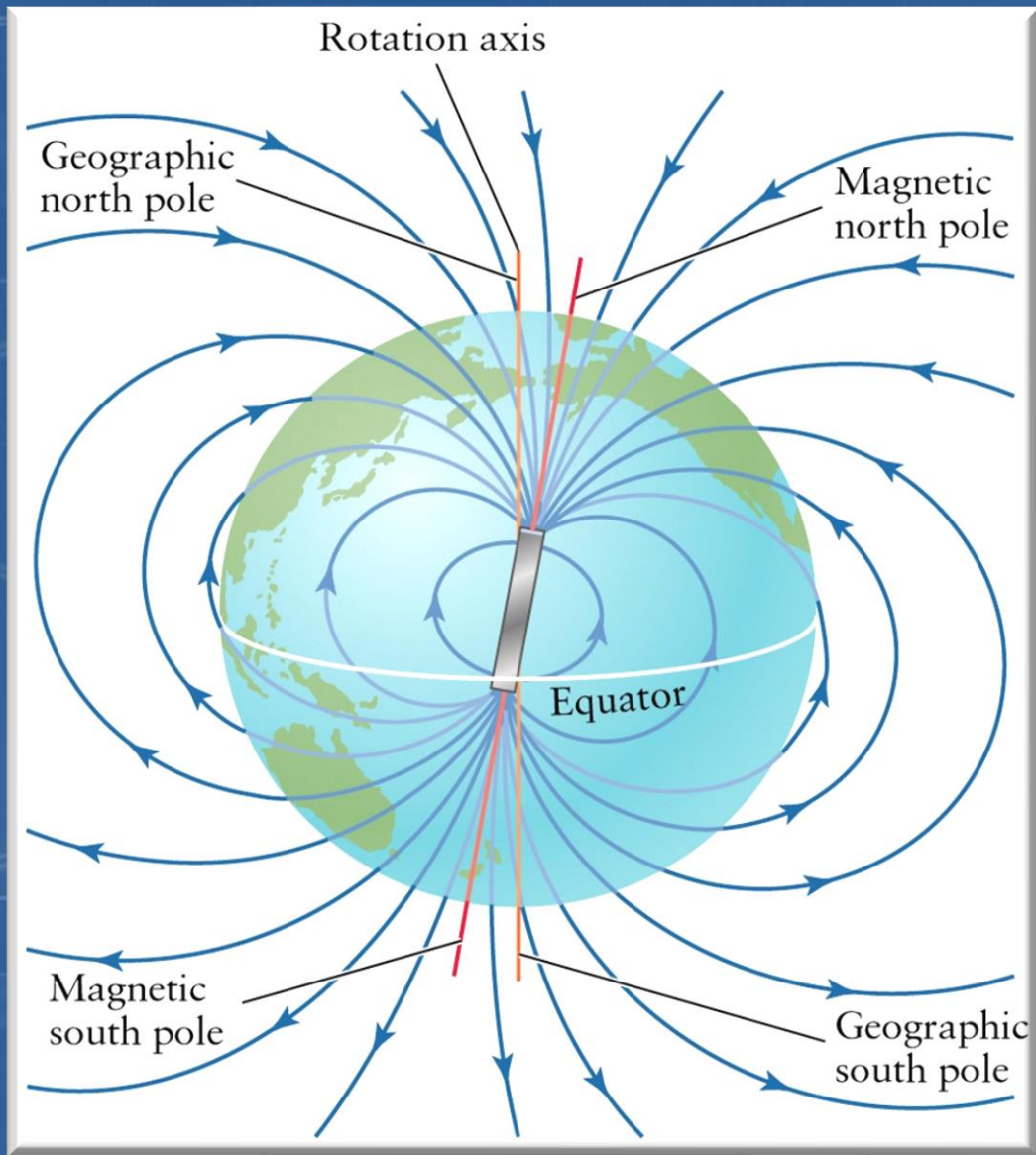


# LE ANOMALIE DI GRAVITÀ – in mGal



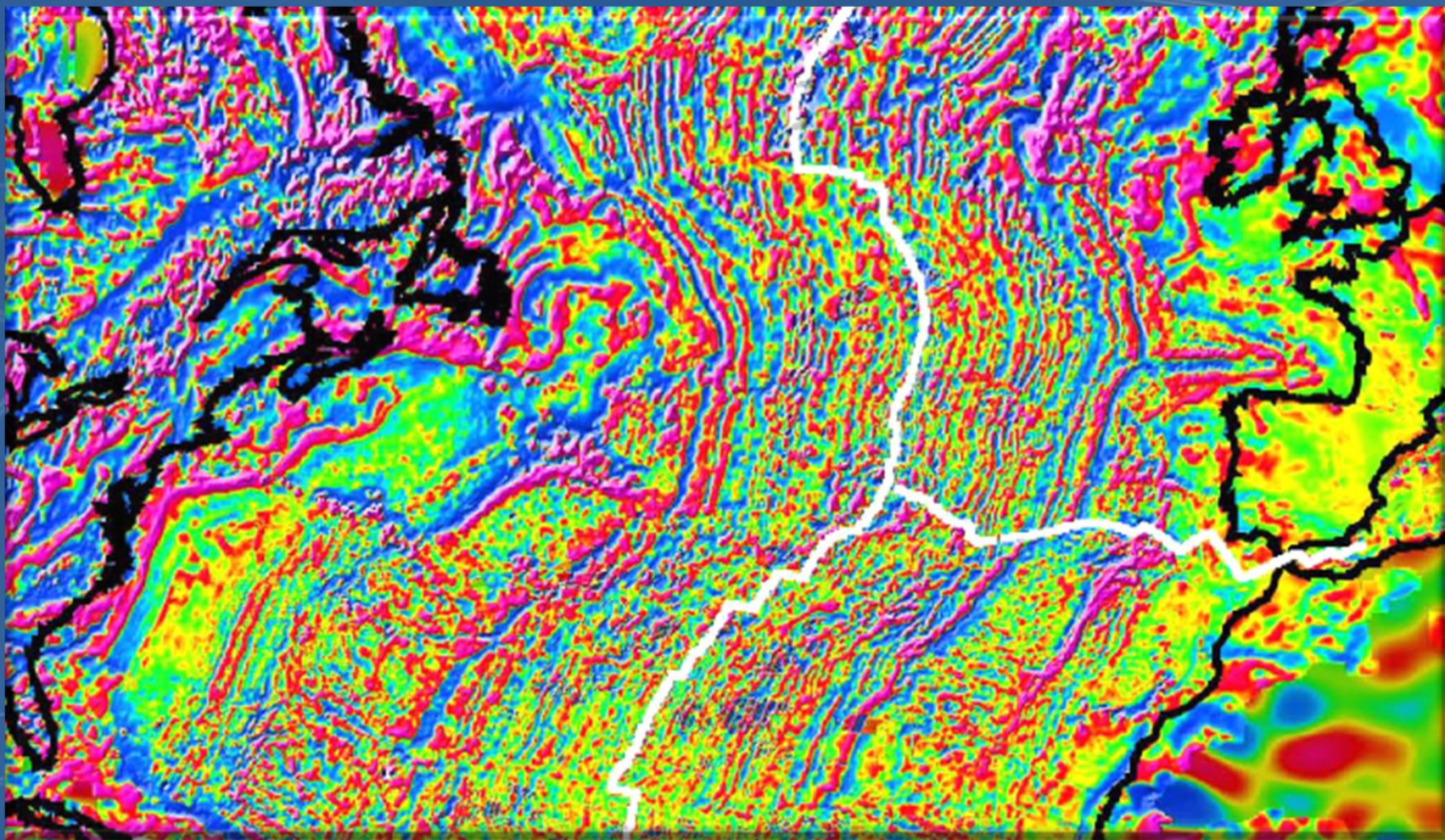


# IL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE



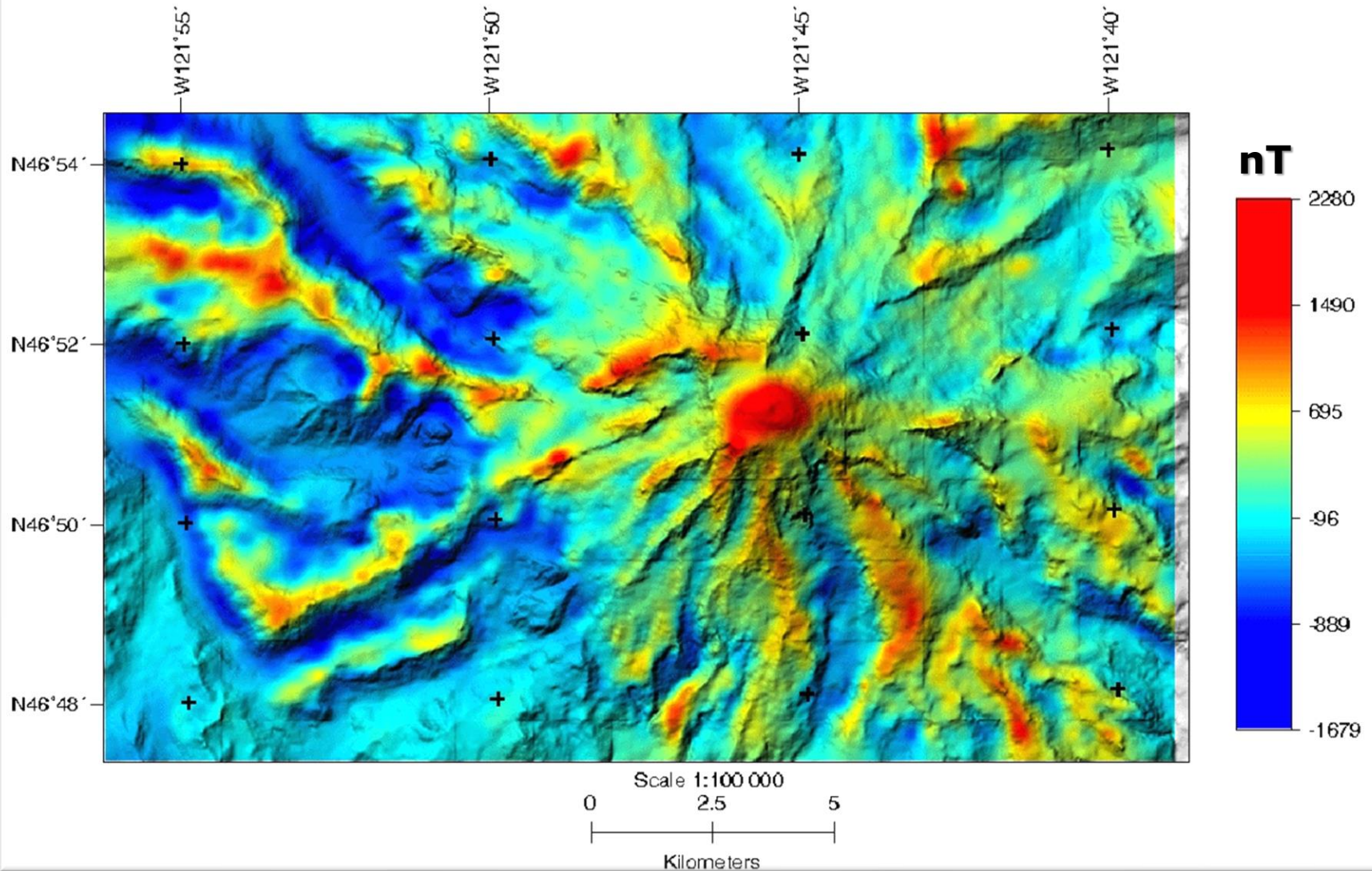


# **CARTA DELLE ANOMALIE MAGNETICHE – in nT**

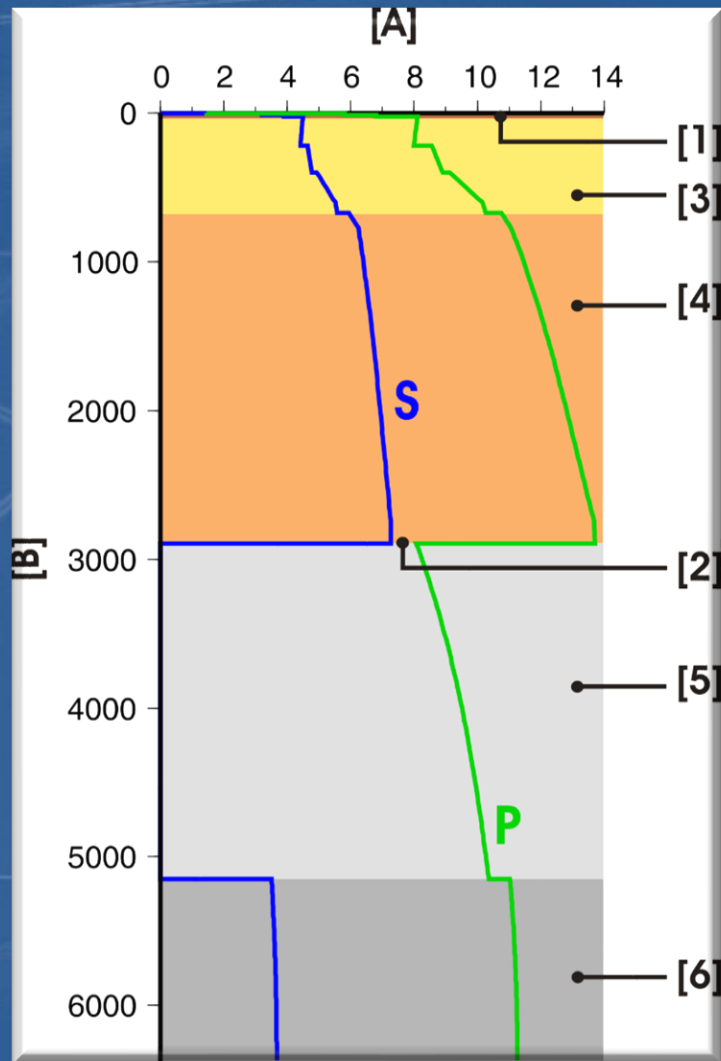




# IL CAMPO MAGNETICO IN AREA VULCANICA



# 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

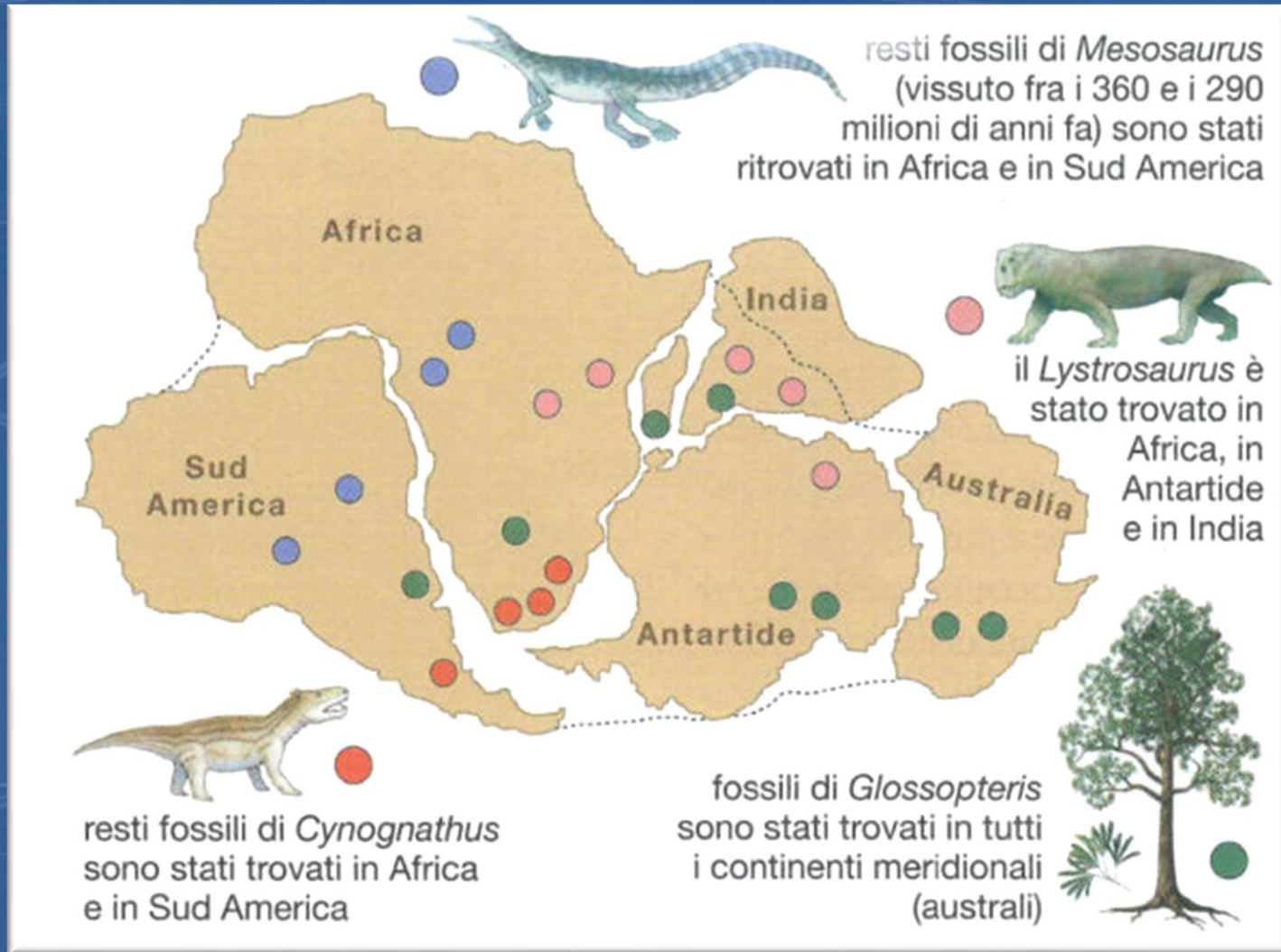
## COME CI SI E' ARRIVATI

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

## ALFRED 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.

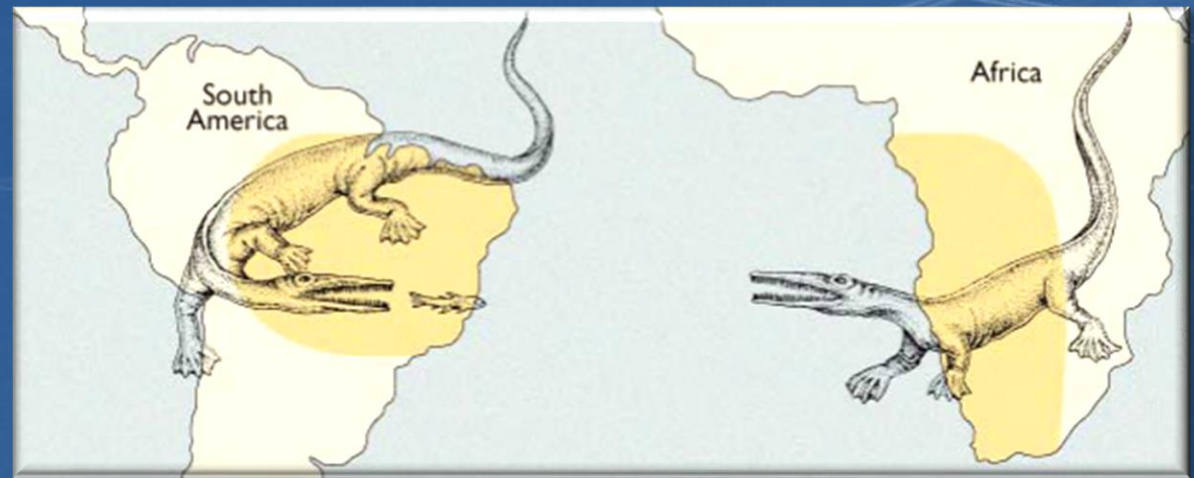
Secondo lo scienziato tedesco, fino a 200 milioni di anni fa esisteva un unico grande continente: la **Pangea**, circondato da un unico grande oceano: la **Pantalassa**.

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.



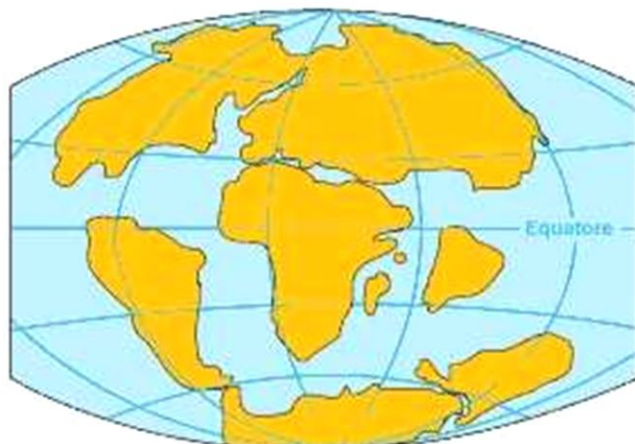
# LA DERIVA DEI CONTINENTI



**PERMIANO**  
225 milioni di anni



**TRIASSICO**  
200 milioni di anni



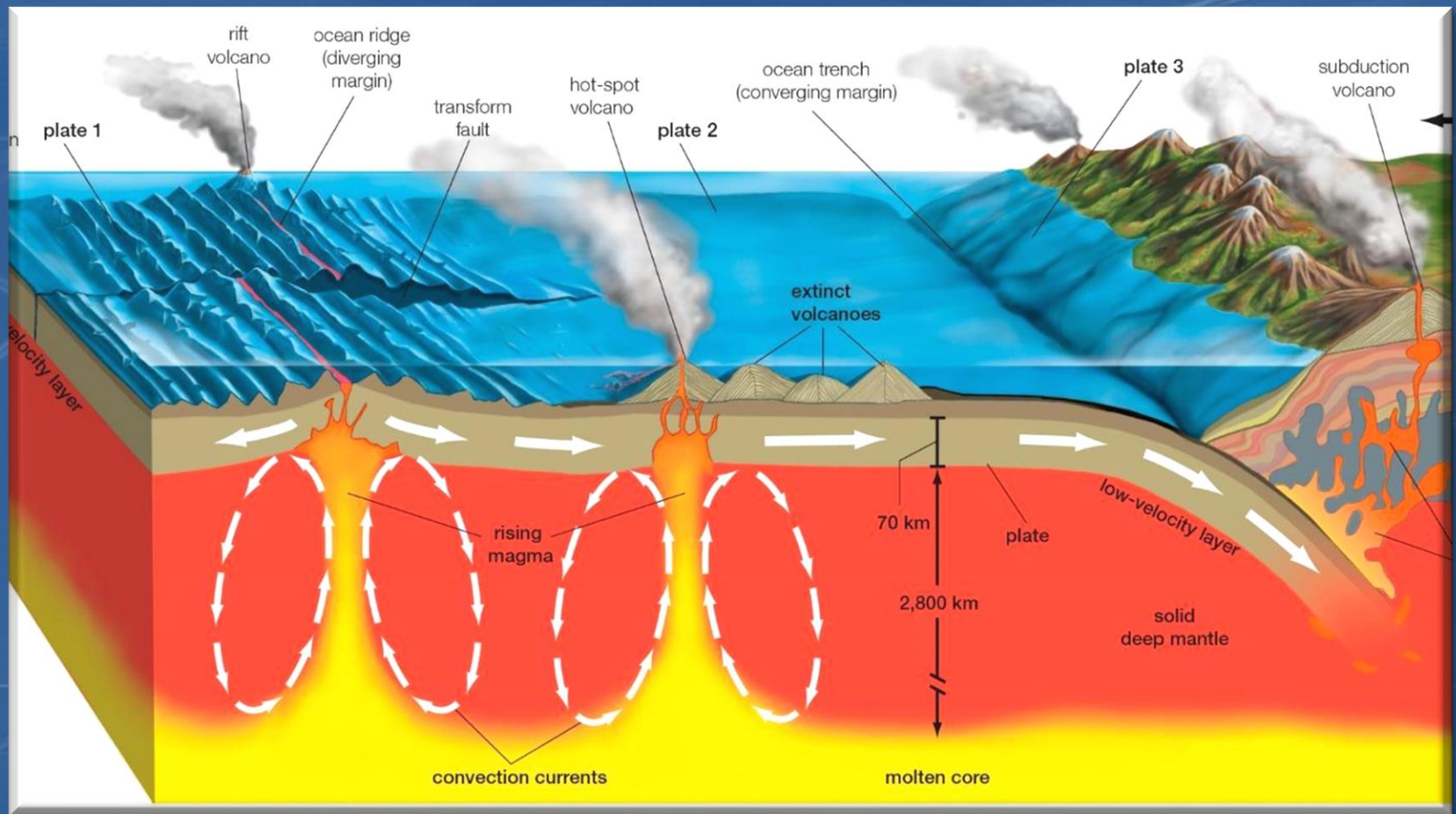
**CRETACICO**  
65 milioni di anni



**PRESENTE**



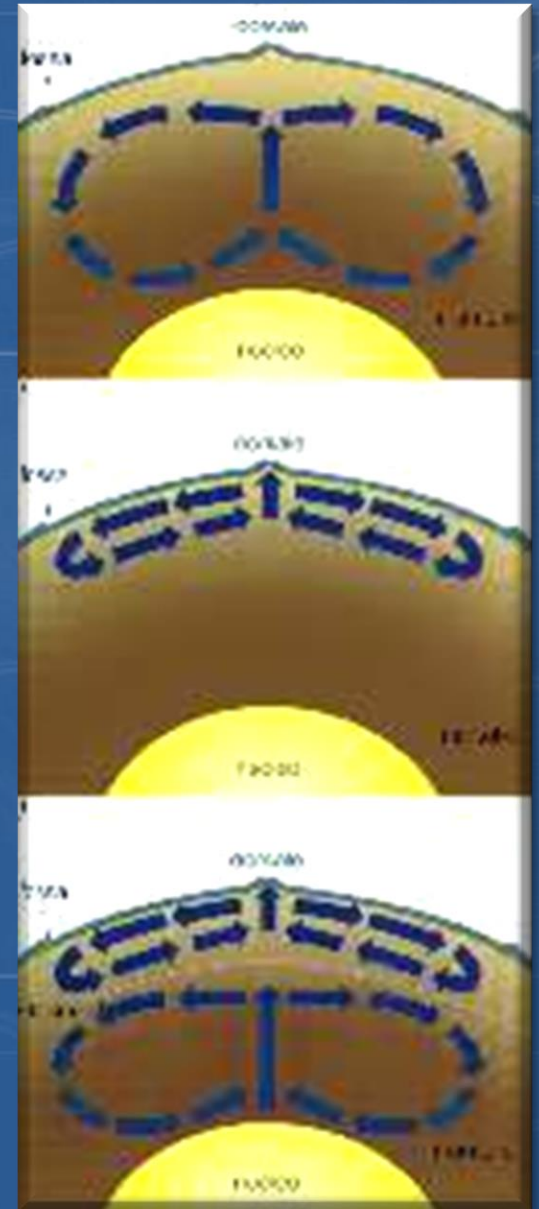
# IL MOTORE DELLA PLACCHE



# IL MOTORE DELLE PLACCHE

## Una molteplicità di proposte

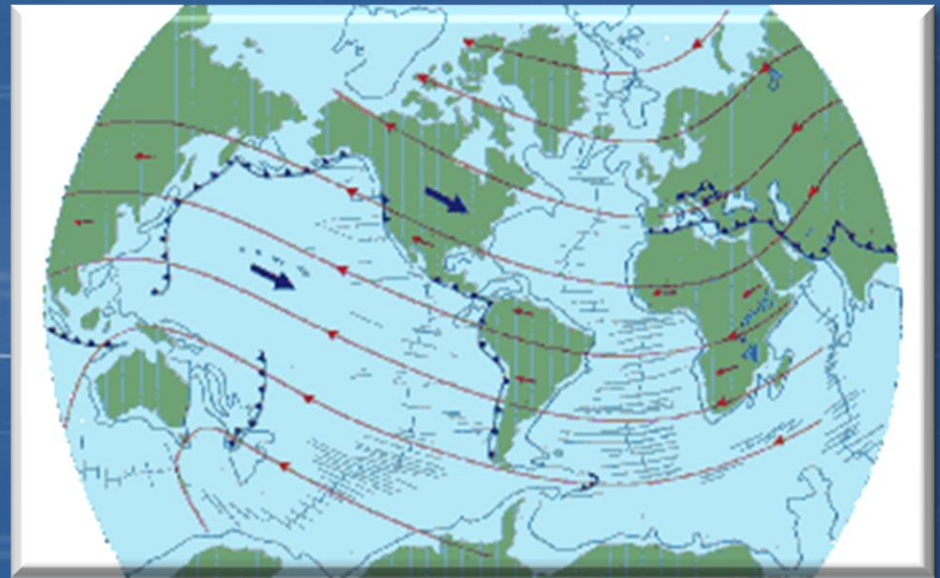
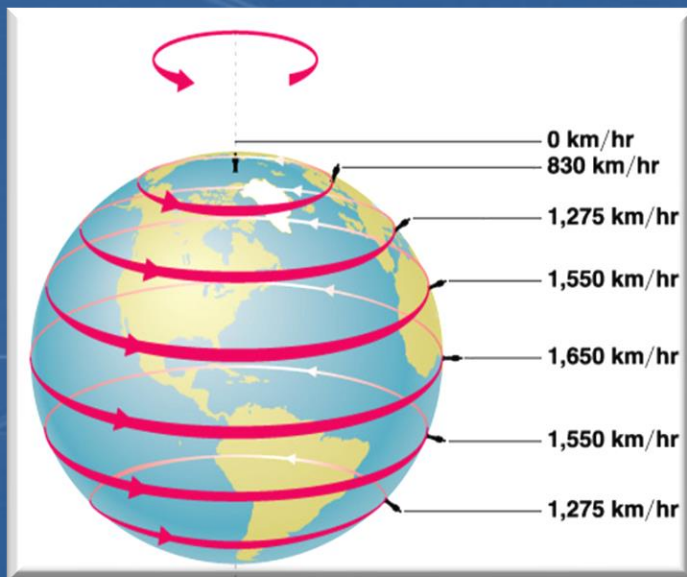
Nessuno dei meccanismi finora proposti è in grado da solo di fornire una spiegazione soddisfacente di tutti i principali aspetti del movimento delle placche. Tuttavia, si ritiene che la causa fondante del movimento sia una **disomogenea distribuzione del calore** all'interno della Terra, che provoca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





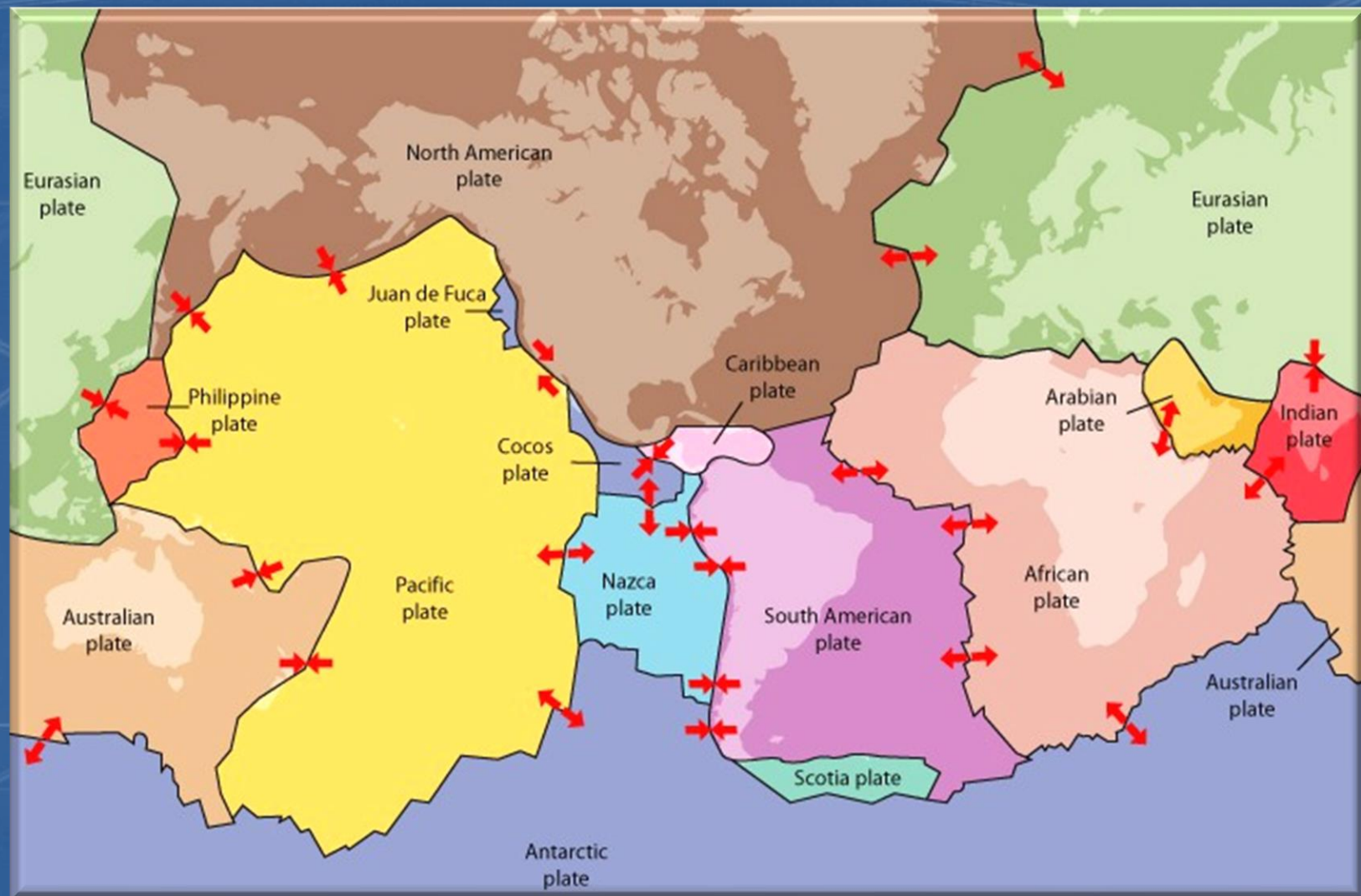
# PLACCHE E MARGINI

**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.

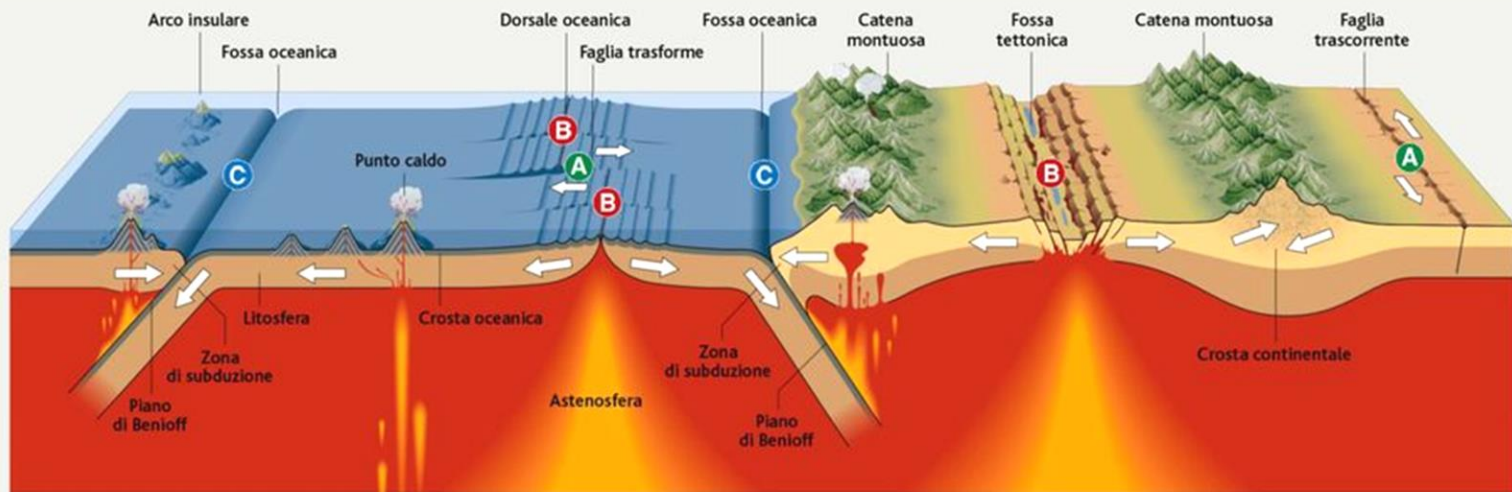
**I Margini** delle placche sono suddivisi in:

- **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



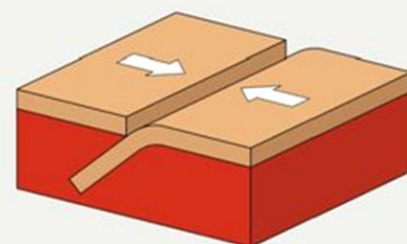
A

Margini divergenti o in accrescimento



B

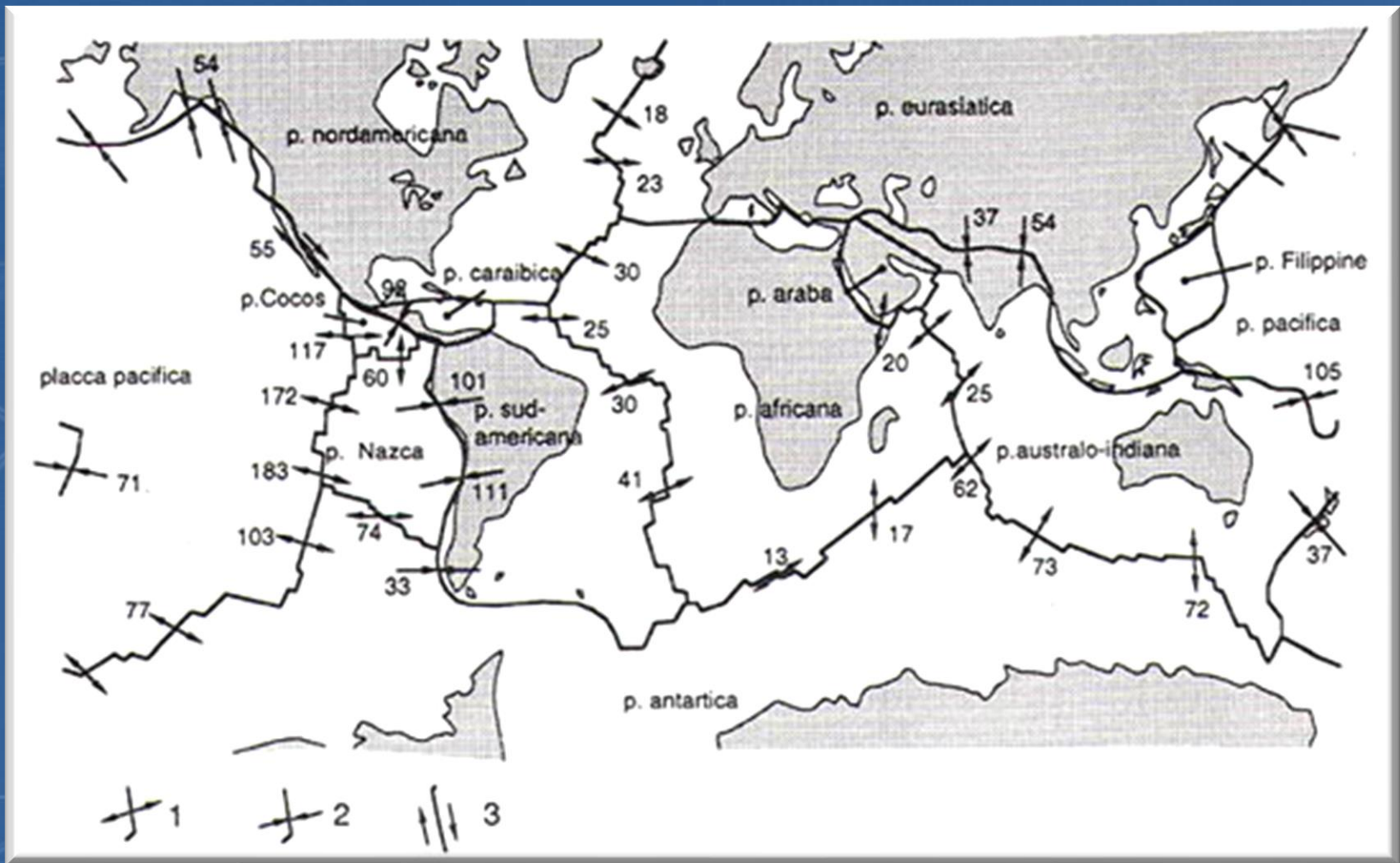
Margini convergenti o in consumo



C



# VELOCITA' DELLE PLACCHE PRINCIPALI

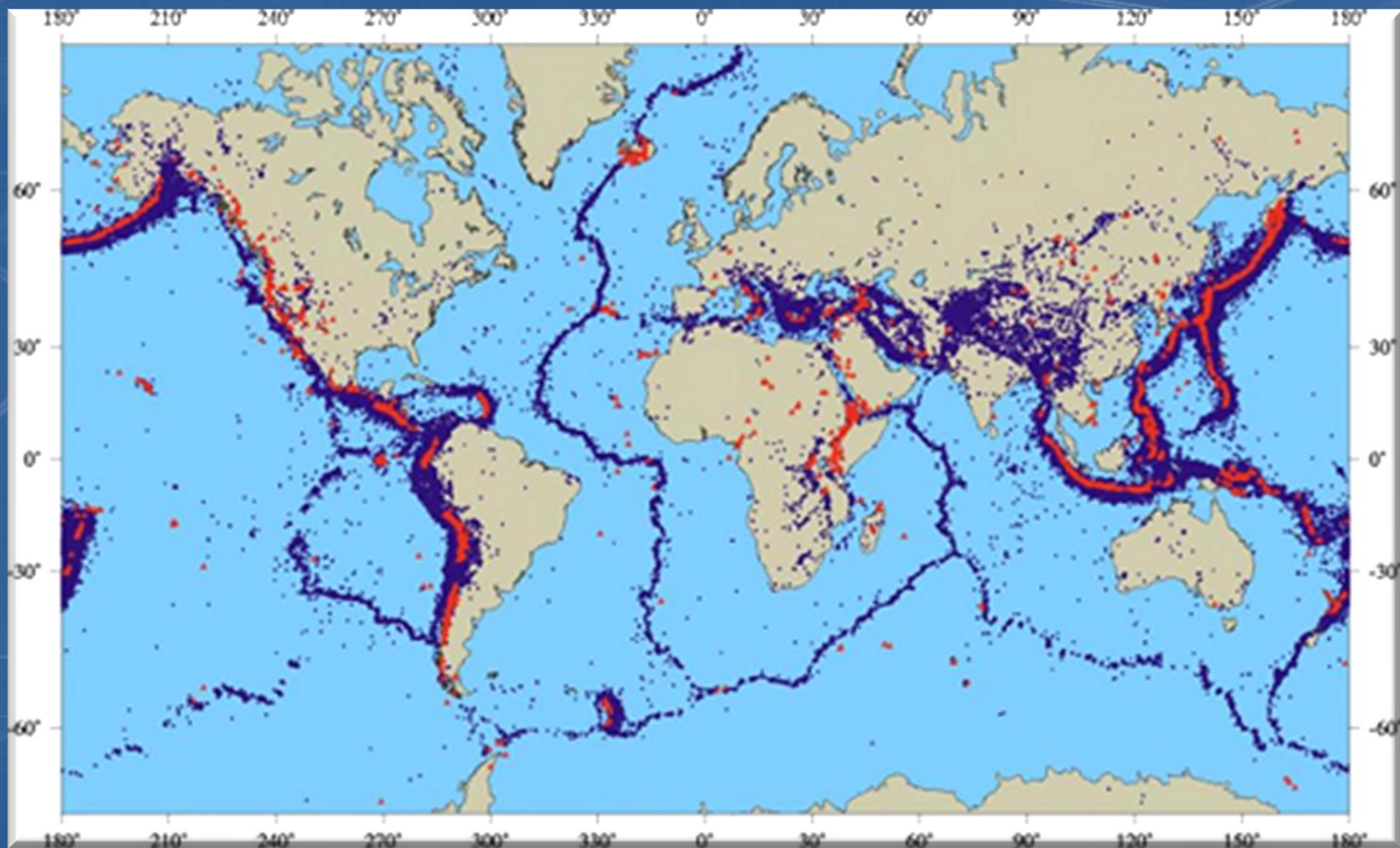


# VULCANI ATTIVI, «ANELLO DI FUOCO» e PLACCHE TETTONICHE





# 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<br>(oceanic lithosphere created) | Destructive<br>(oceanic lithosphere destroyed) | Conservative<br>(lithosphere neither created or destroyed) |
| Topography         | Ridge/Rift                                    | Trench                                         | No major effect                                            |
| Volcanic activity? | Yes                                           | Yes                                            | No                                                         |

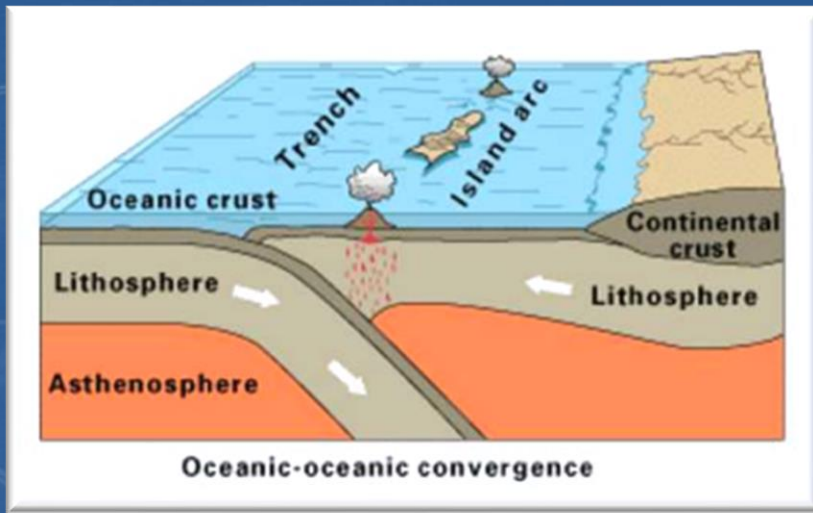
(a)

(b)

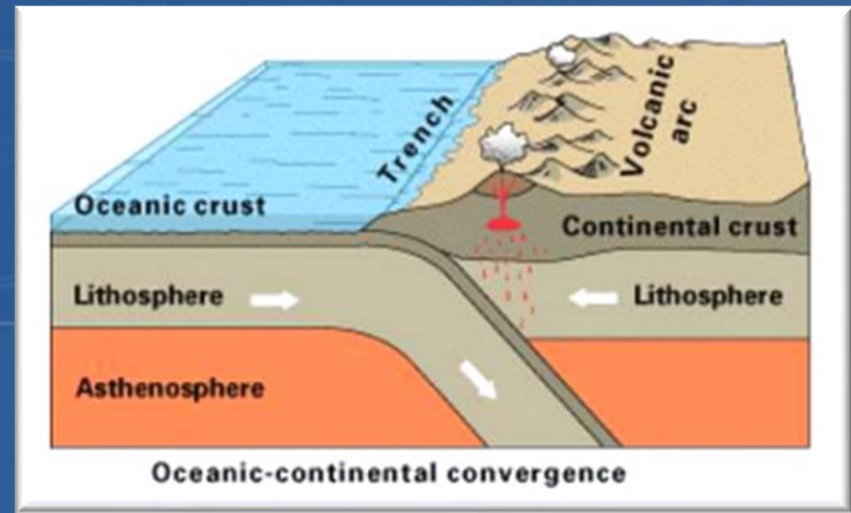
(c)



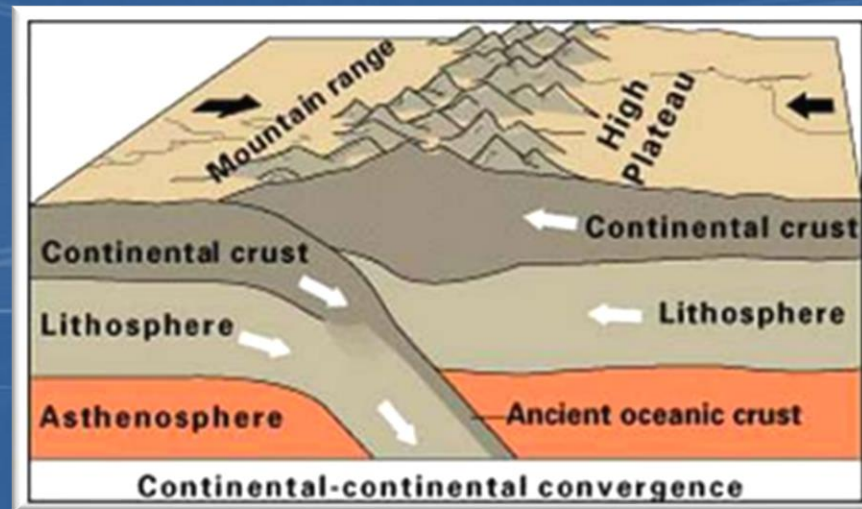
# TIPI DI MARGINE E COSA PROVOCANO



**Arco Insulare (Giappone)**



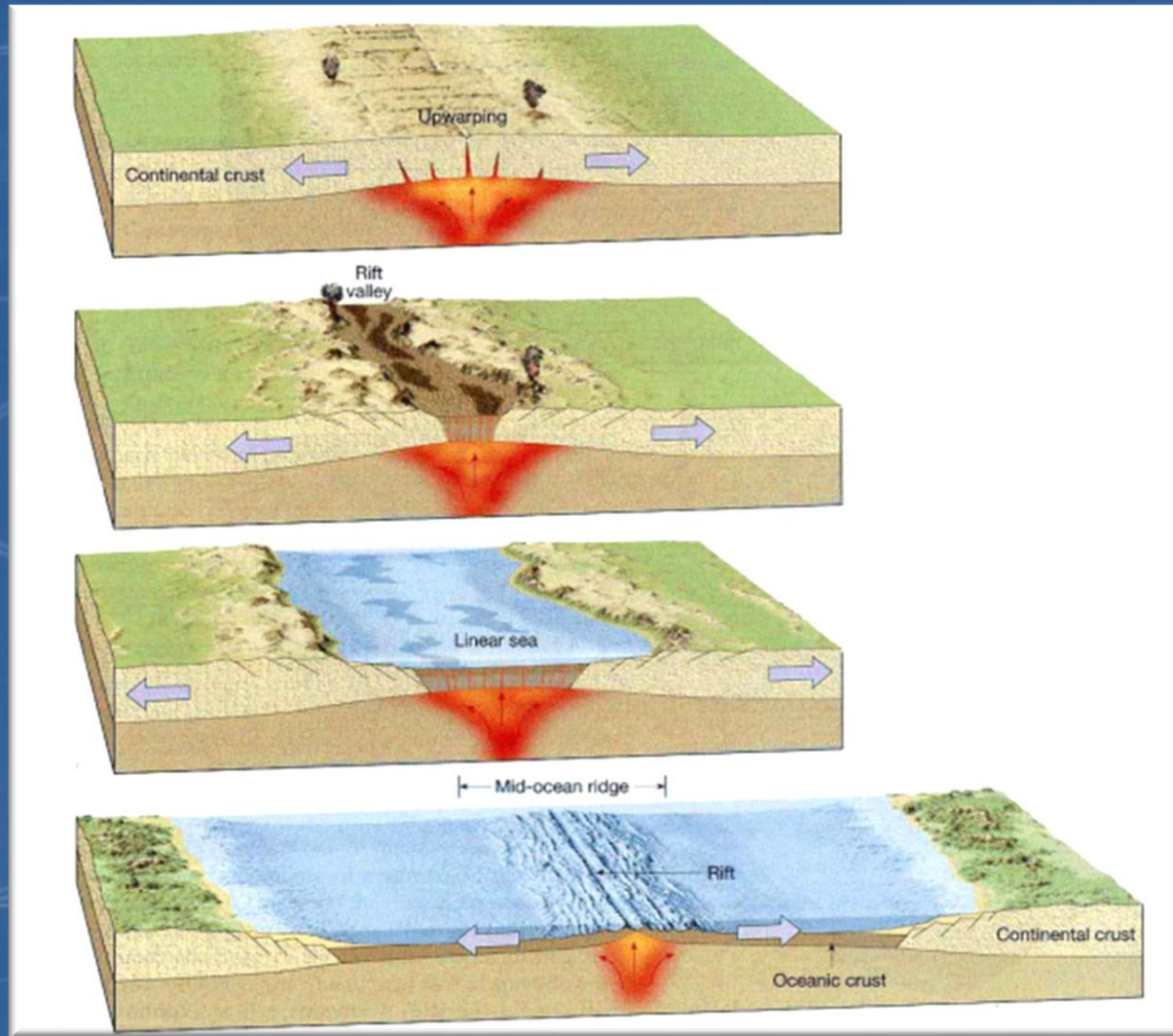
**Cordigliera (Ande)**



**Catena Montuosa (Alpi - Himalaya)**

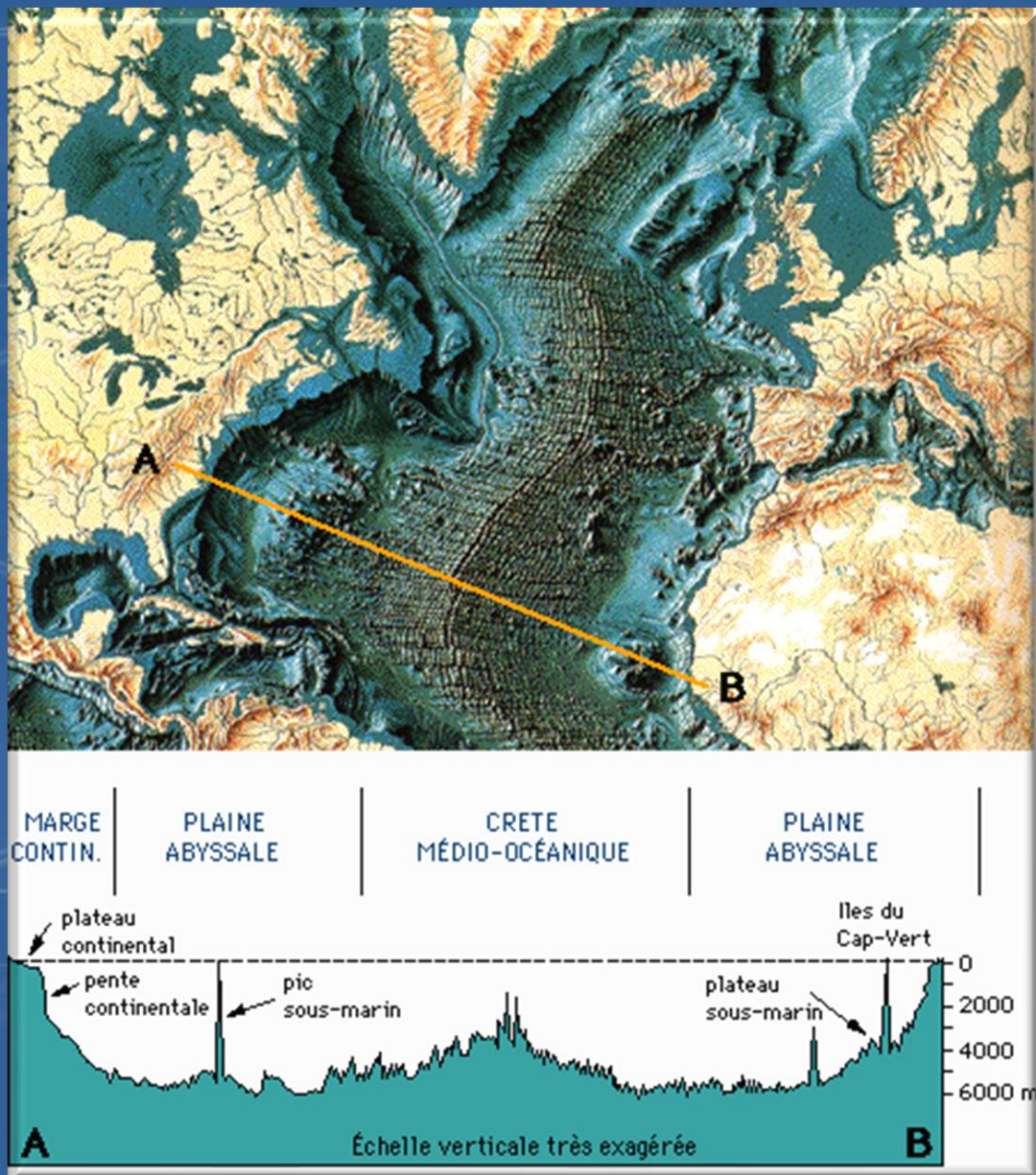


# LA NASCITA DI UN OCEANO



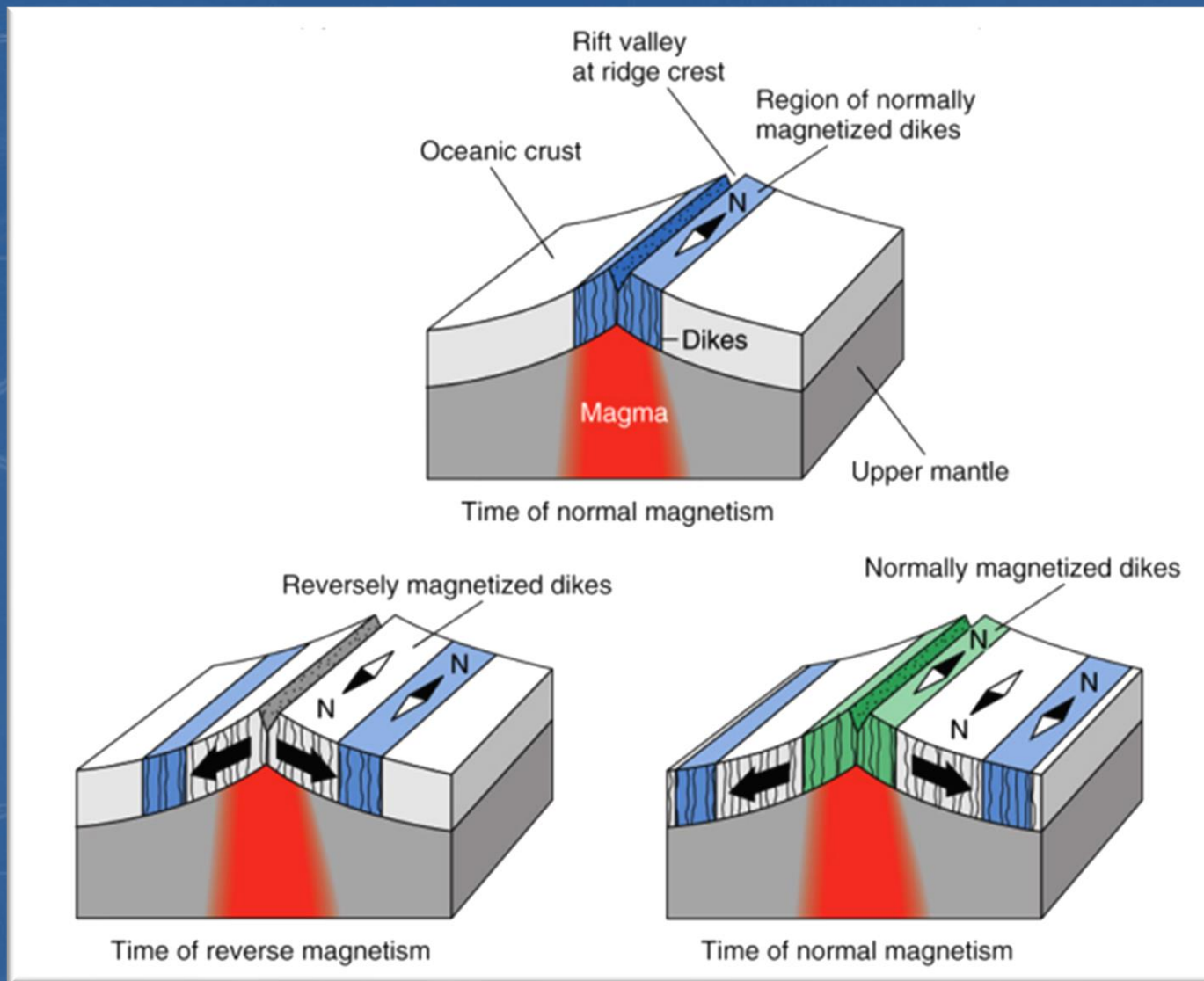
**CONTINENTAL RIFTING - Separazione di una placca continentale e formazione di placca oceanica.**

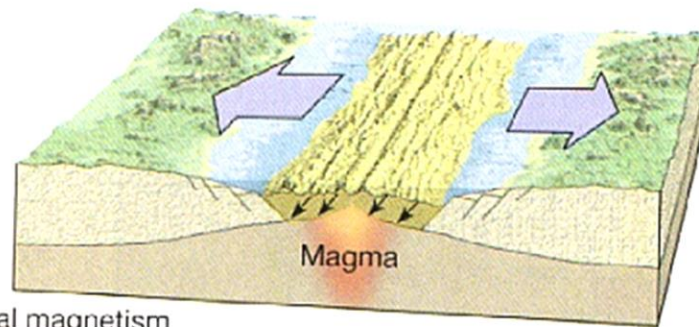
# I FONDALI OCEANICI



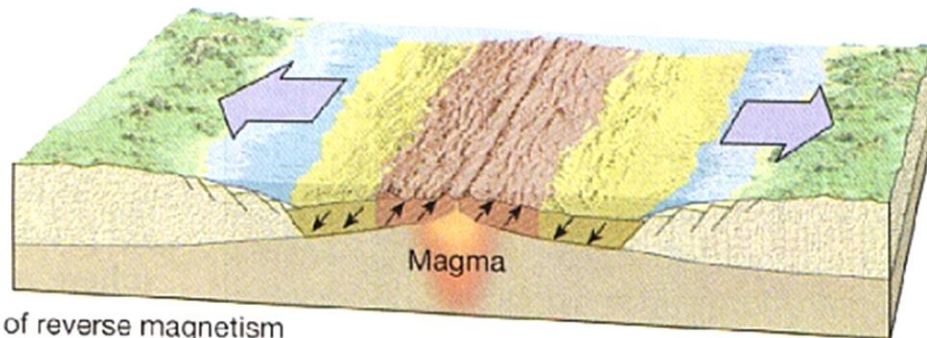


# INVERSIONE DEL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE

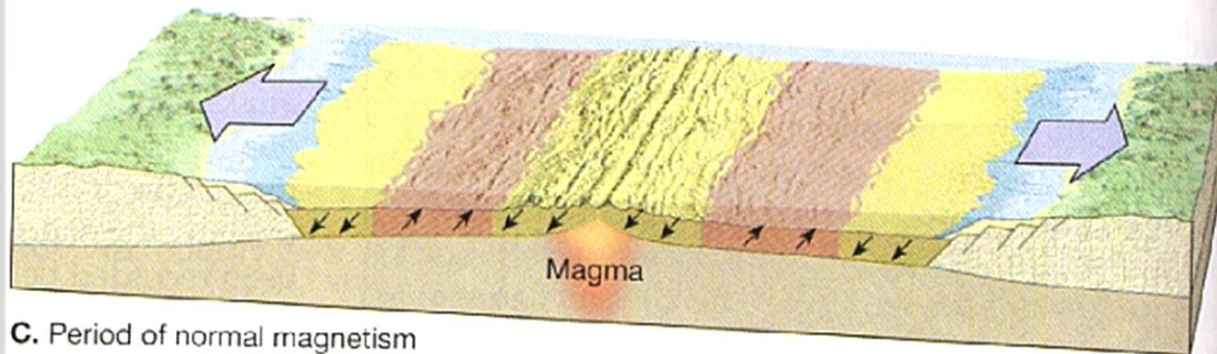




A. Period of normal magnetism



B. Period of reverse magnetism

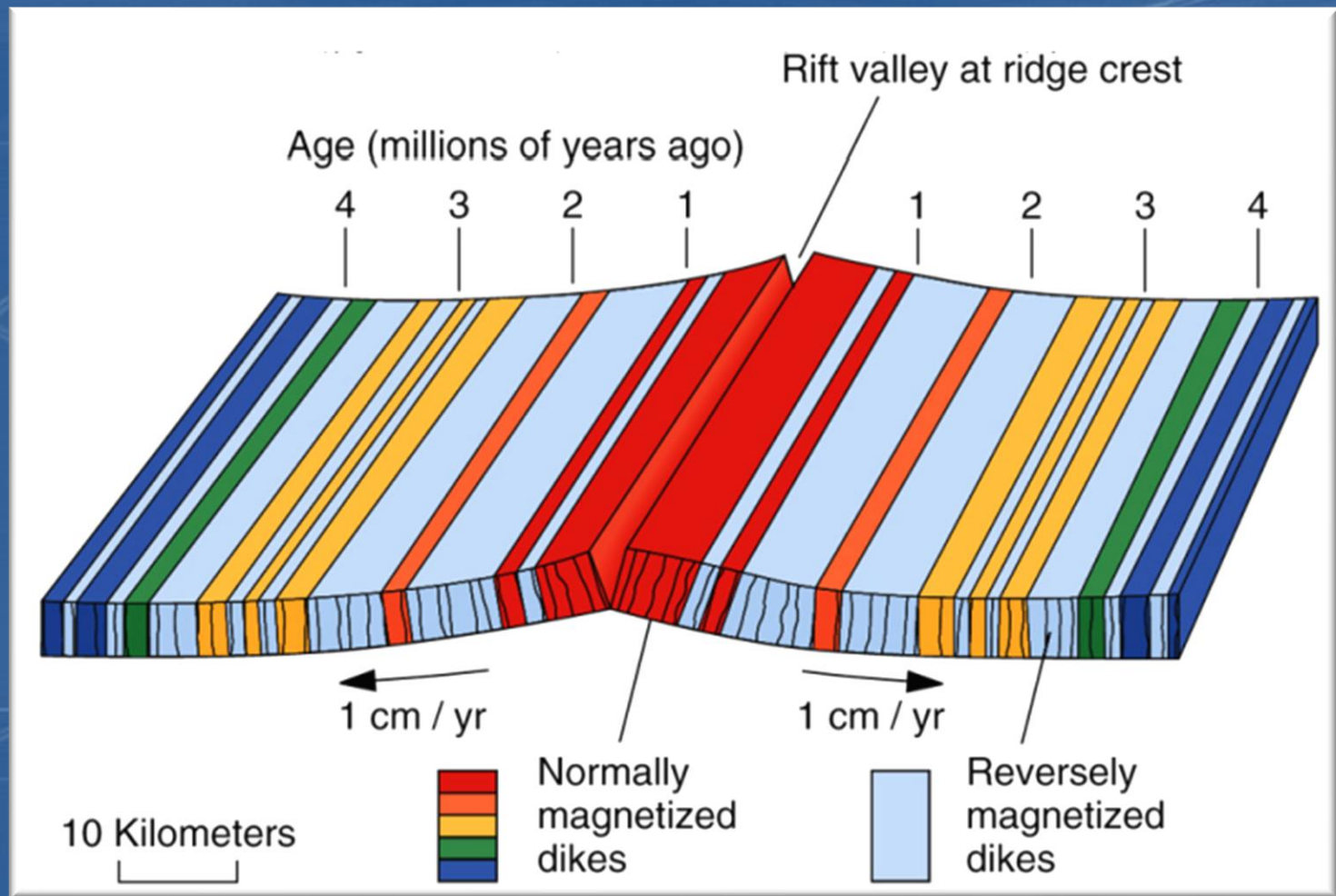


C. Period of normal magnetism

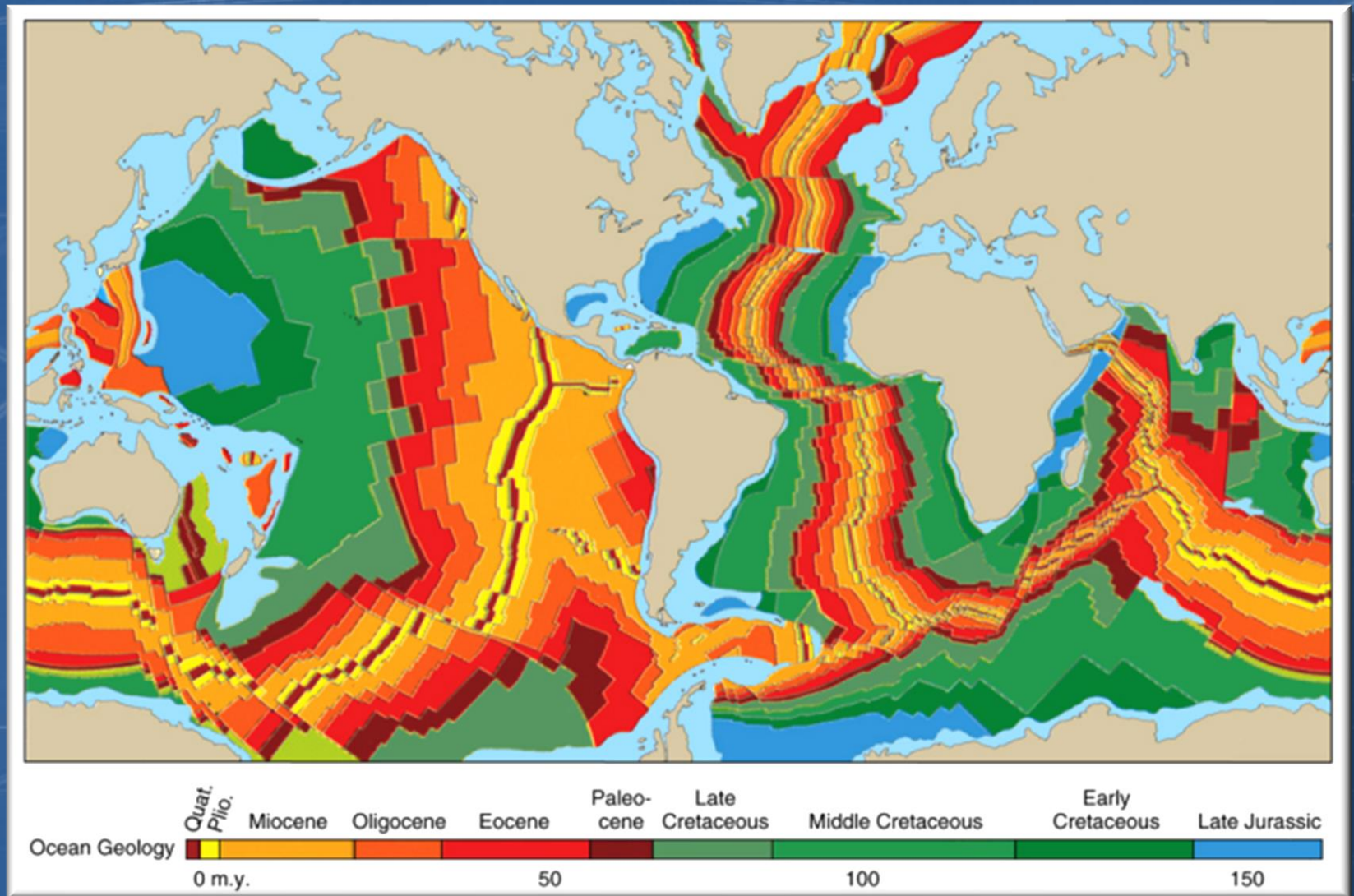
**LE INVERSIONI DEL CAMPO MAGNETICO DANNO LUOGO  
ALLE ANOMALIE MAGNETICHE CHE SI RISCOVTRANO SUI  
FONDALI OCEANICI**



# ETÀ DELLA CROSTA OCEANICA

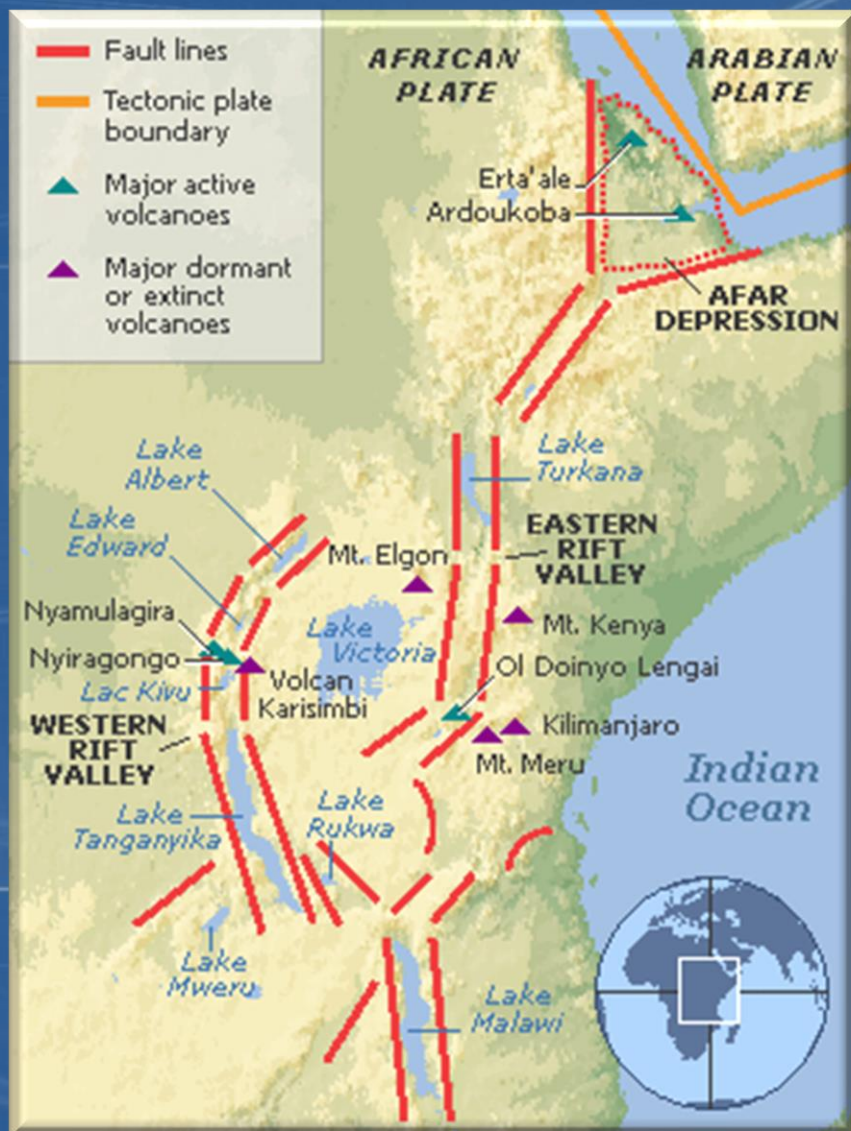


# ETÀ DEI FONDI OCEANICI

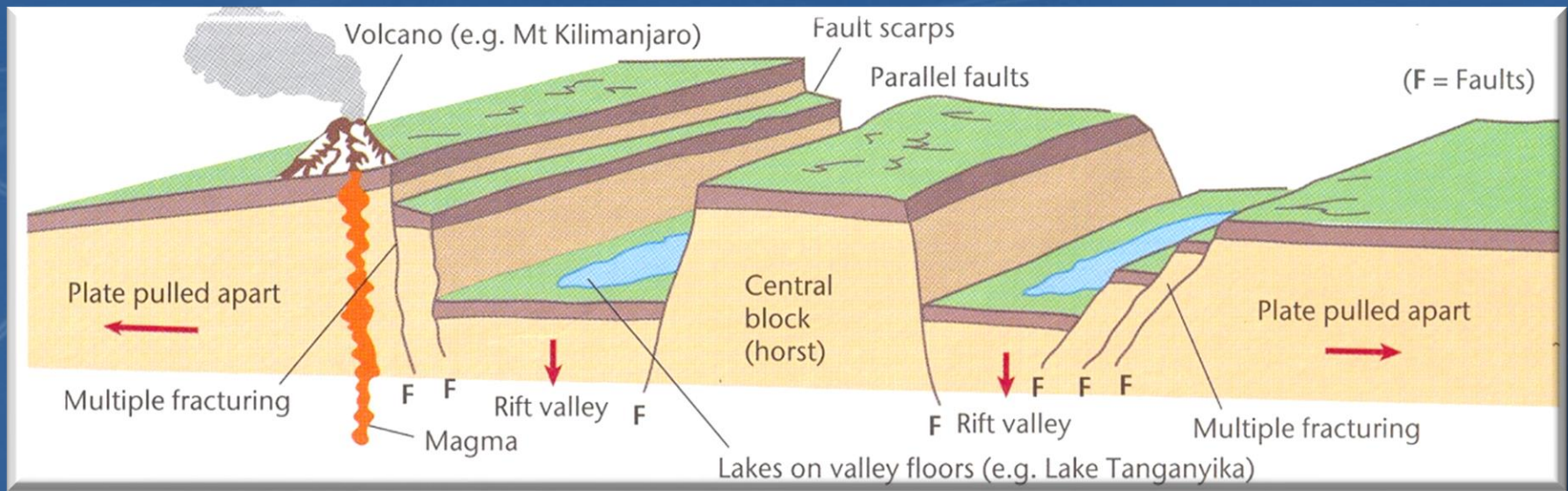




# LA RIFT VALLEY AFRICANA

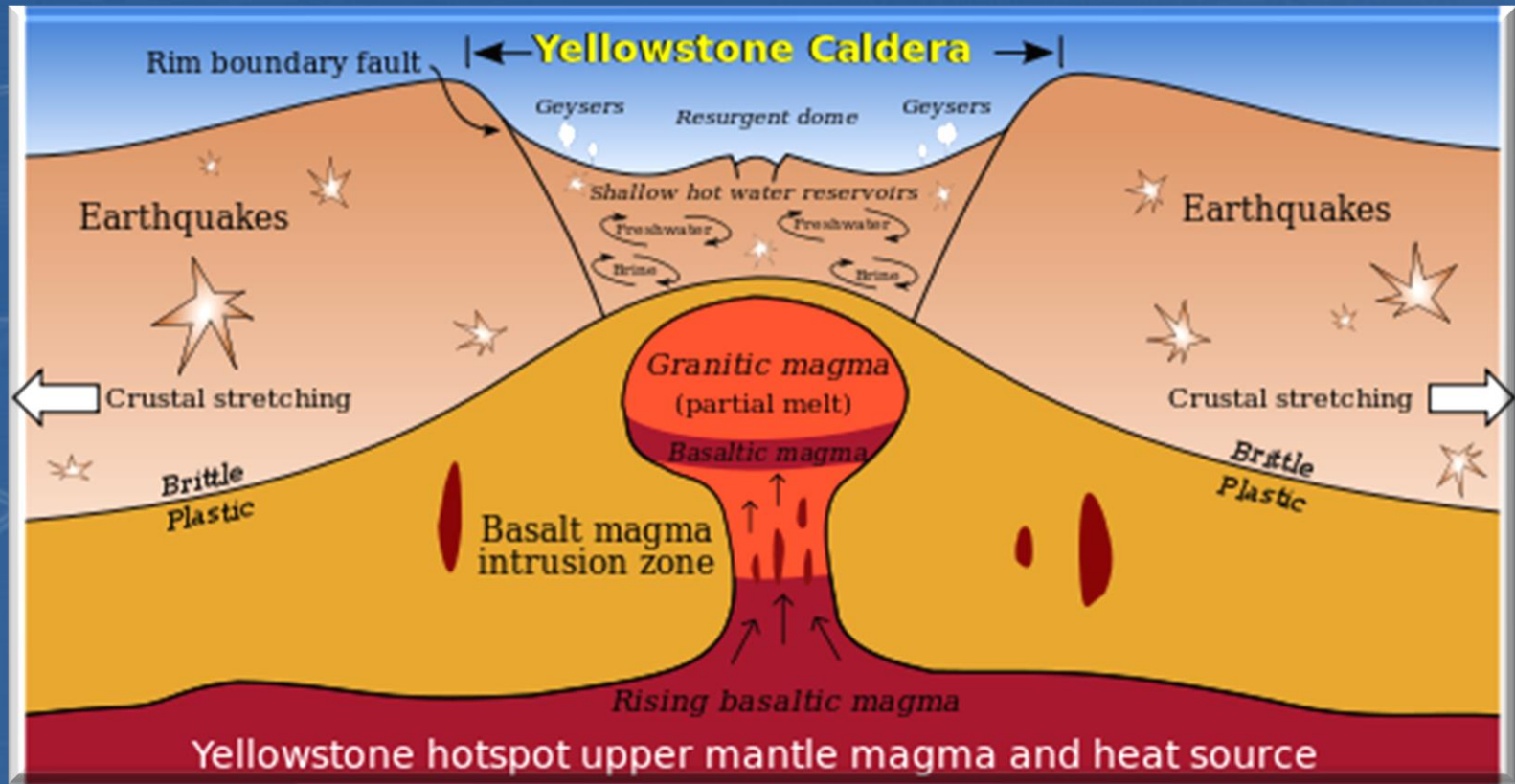


# LA RIFT VALLEY AFRICANA



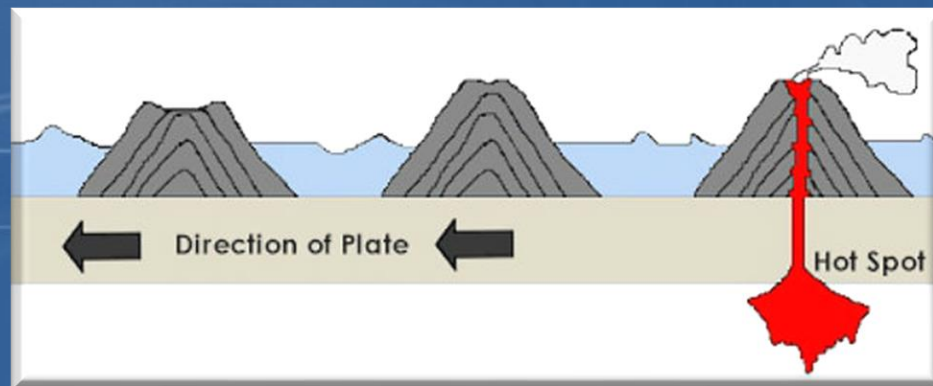
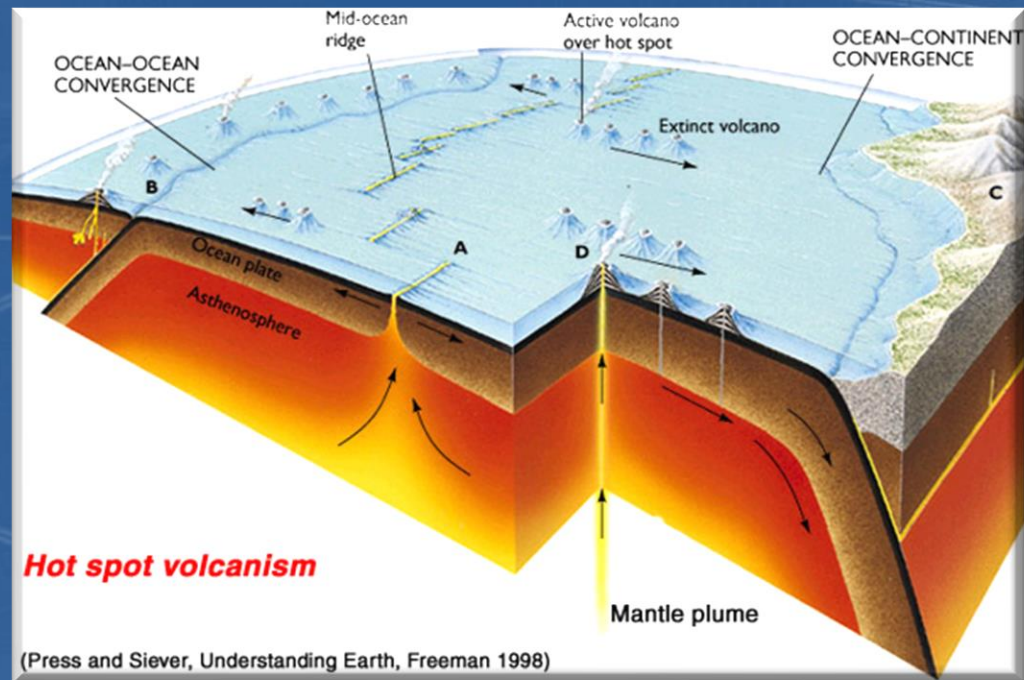


# PUNTO CALDO (Hot Spot)



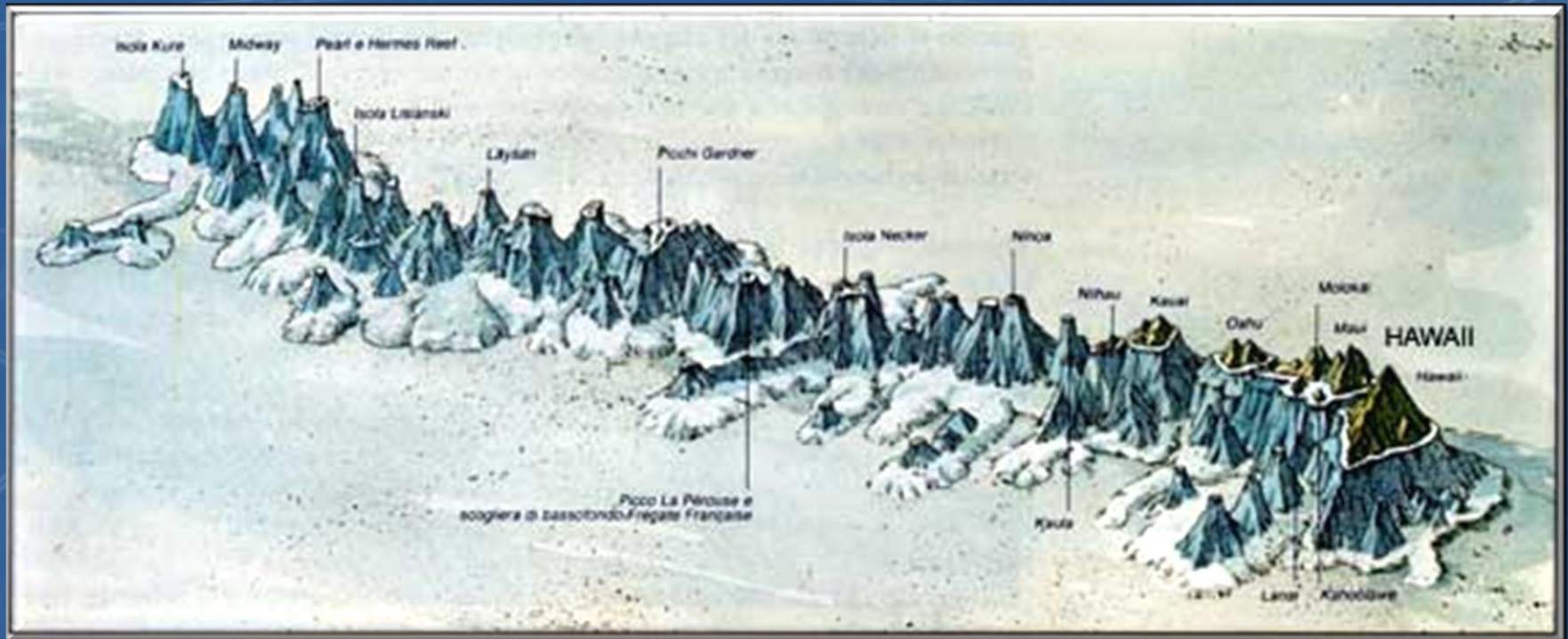
E' un punto della superficie terrestre interessato da un'anomala risalita del mantello verso la superficie terrestre e che presenta **attività vulcanica da un lunghissimo periodo di tempo**; è il caso, per esempio, delle isole Hawaii o dell'Islanda. Una caratteristica di queste aree vulcaniche, è quella 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

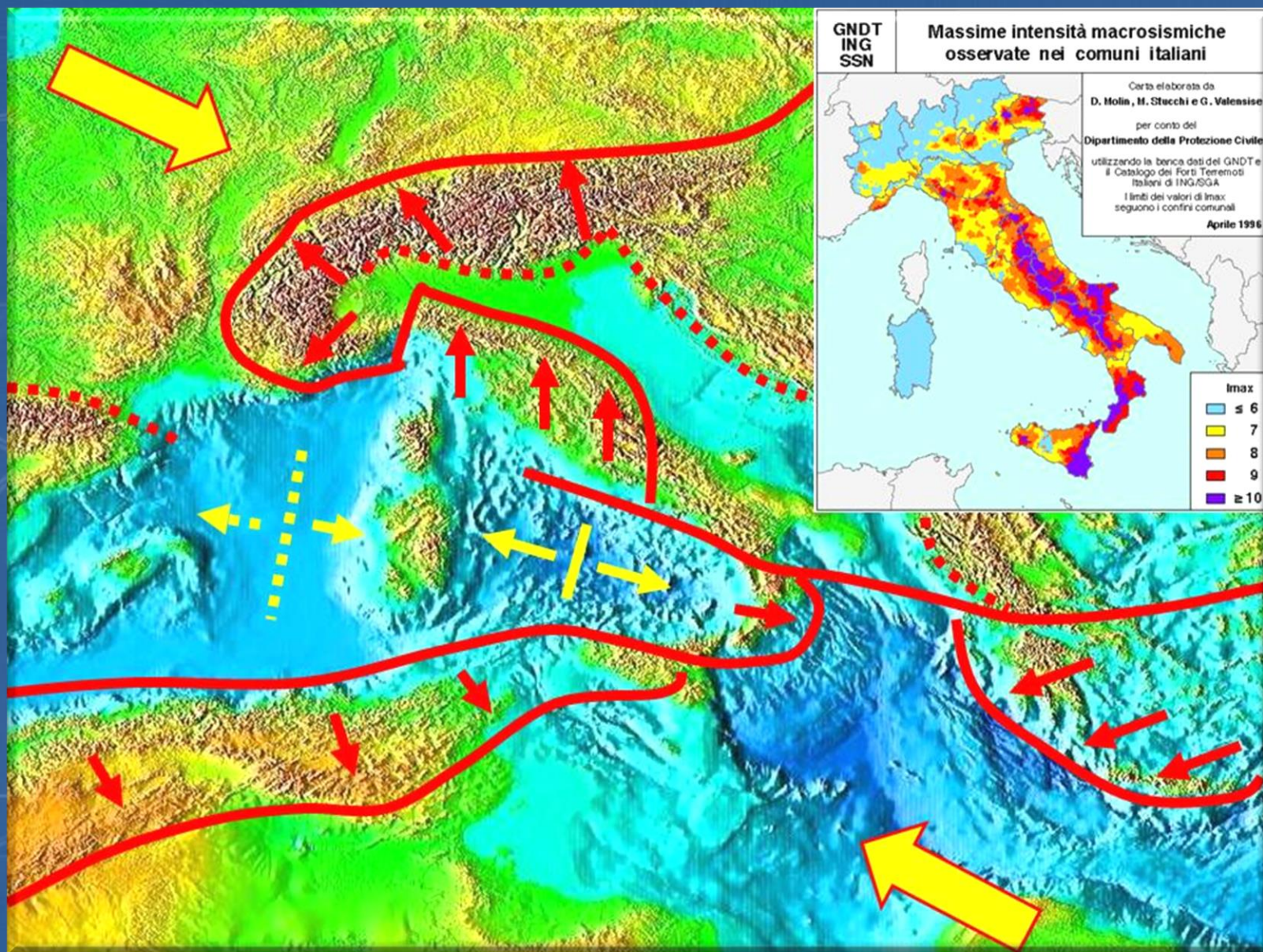




# LE PLACCHE E L'ITALIA

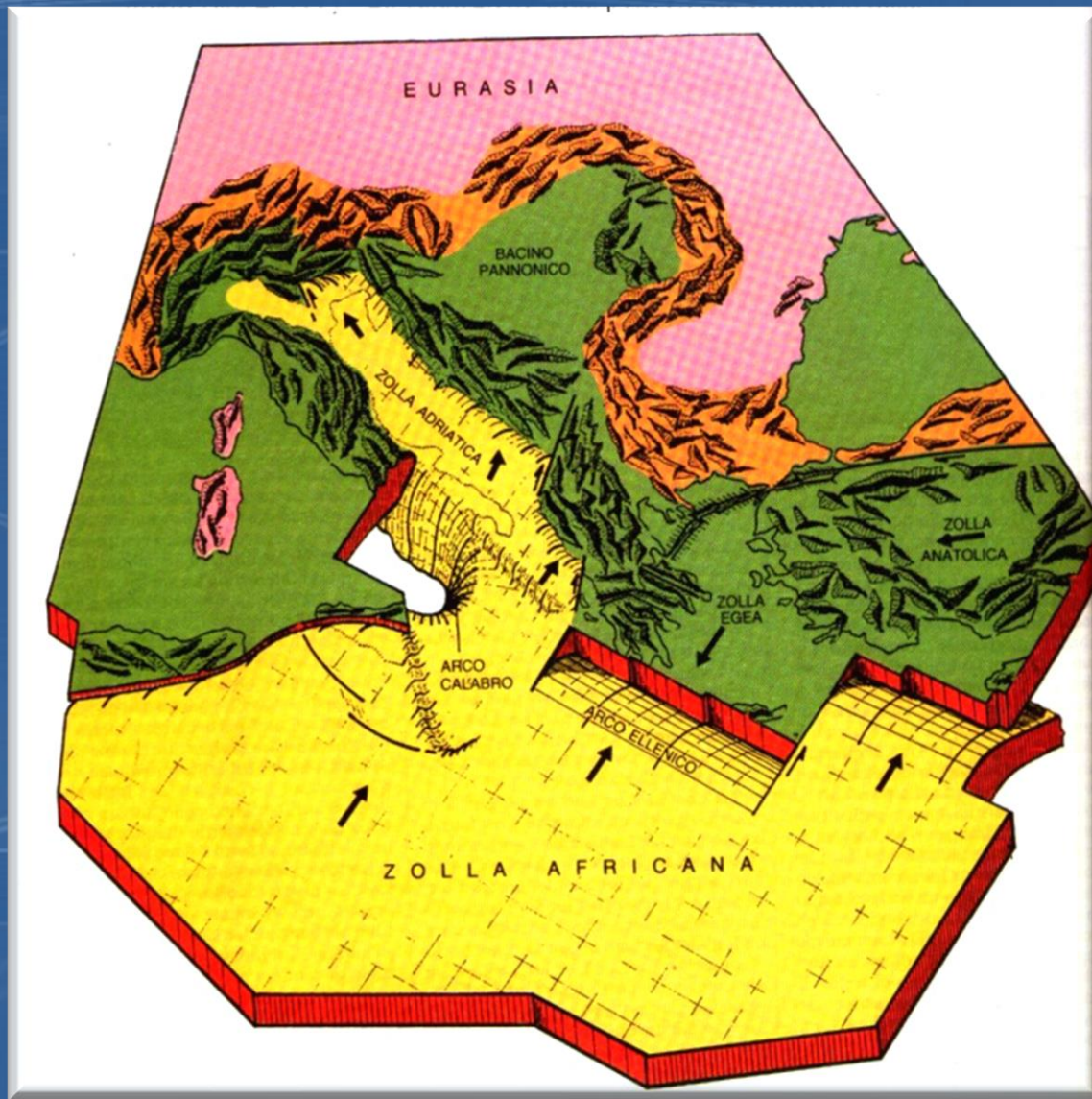








# LE PLACCHE IN ITALIA



## 1:1 250 000 Scale

[illegible]

© 2004 Blackwell Publishing Ltd  
Journal of Internal Medicine 255: 103–110

Exploration &amp; Production Division 1-279277 (ext. 3444)

APAT Land Resources and Soil Protection Department, c 3704 12th St., NW

Open Access This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

Geophysics of Lithosphere Department      6 3335 1472 gphv  
6 81228 1448 gphv

B.K.G.W. n. 220 - 1975/1976

Best visit [www.visitnorfolk.com](http://www.visitnorfolk.com) or 0844 33 00 00

### Organizations and Companies

Equidarius harringtoni is a new collembolan, 70 mCg  
 C. (total length 1.0 mm, 70 mCg)



Cardi malzoni de

A.P.A. 7 (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici)  
 Dipartimento Efficienza del Suolo - Servizio Certificazione (copia a Luciano BONE)  
 Via Provinciale A.P.A. 7 - Italian Agency of Environmental Protection and Technical Services  
 20133 PAVIA - Italy 20133 PAVIA - Italy - Dipartimento Servizi Tecnici - Via Provinciale A.P.A. 7

Manuscript accepted for publication 15 November 2011

[illegible]

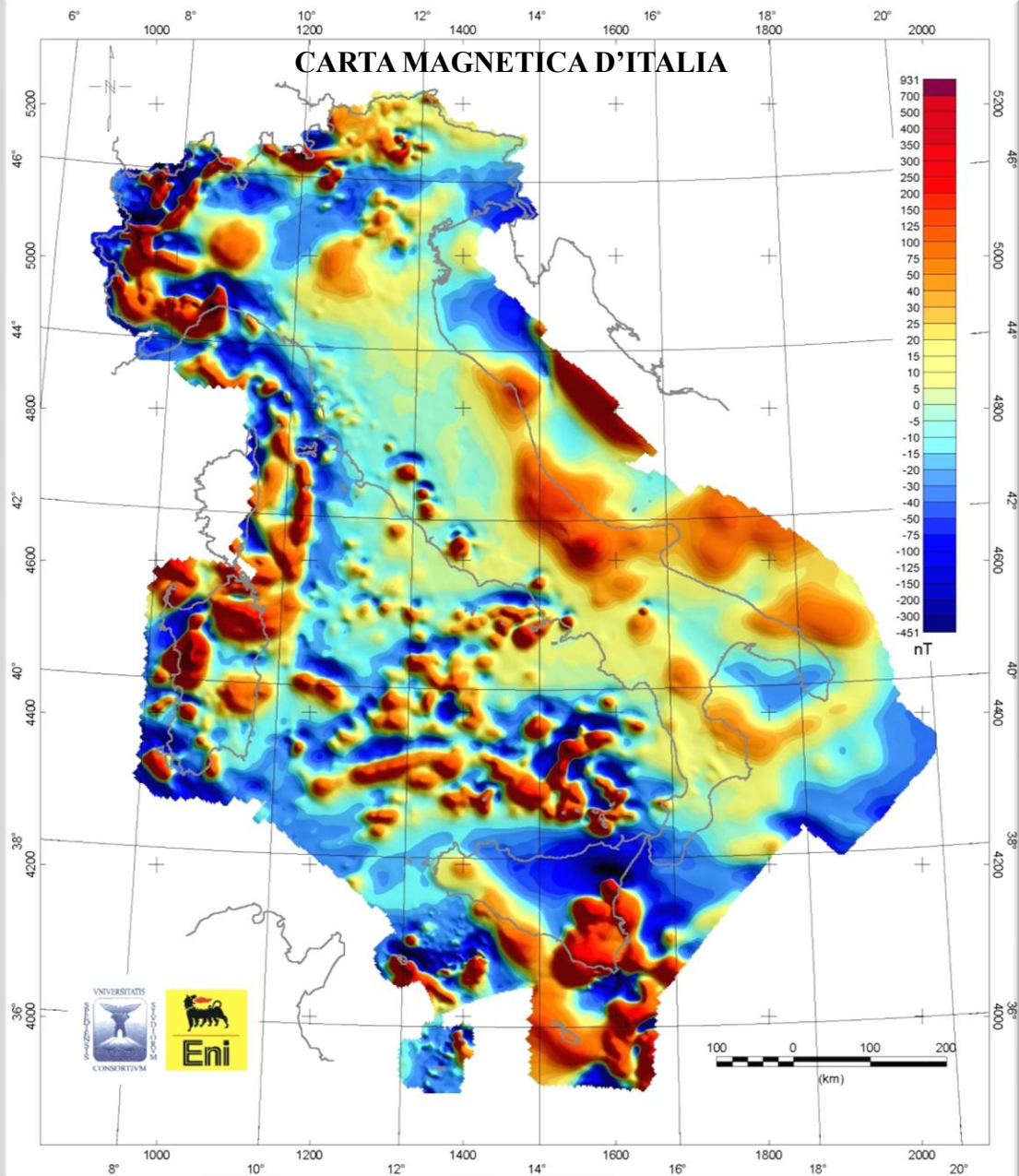
Copyright © 2000 by John Wiley & Sons, Inc.

<sup>a</sup> A/N3 - SUD-G/1      <sup>b</sup> A/N3 - SUD-60N<sup>2</sup> (J. N. Azzari)  
<sup>c</sup> ODS - CAFE

2 102



# 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.**

