

A satellite image of Earth showing the Americas, with the title text overlaid in a white box.

# **LA TIERRA: CARACTERÍSTICAS DE LA TIERRA Y SU ESTRUCTURA INTERNA.**

**Geología & Geomorfología.**

**Licenciatura en Gestión Ambiental**

# TIERRA: ESTRUCTURA INTERNA



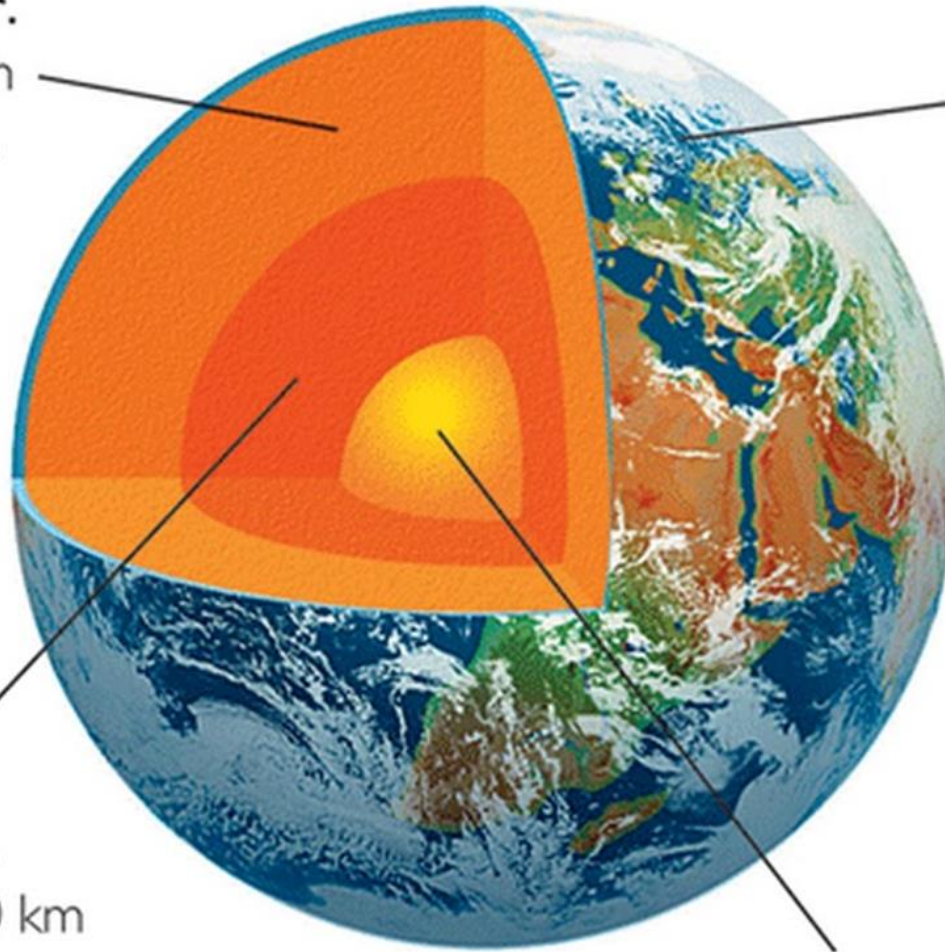
- Compuesta por tres capas concéntricas:
- Núcleo
- Manto
- Corteza

**Manto superior.**

De 70 a 700 km de profundidad.

**Corteza.**

Con una profundidad de 20 a 70 km bajo los continentes, y 10 km bajo los océanos.



**Manto inferior.**

De 700 a 2.900 km de profundidad.

**Núcleo.** De 2.900 a más de 6.000 km de profundidad.

# NÚCLEO

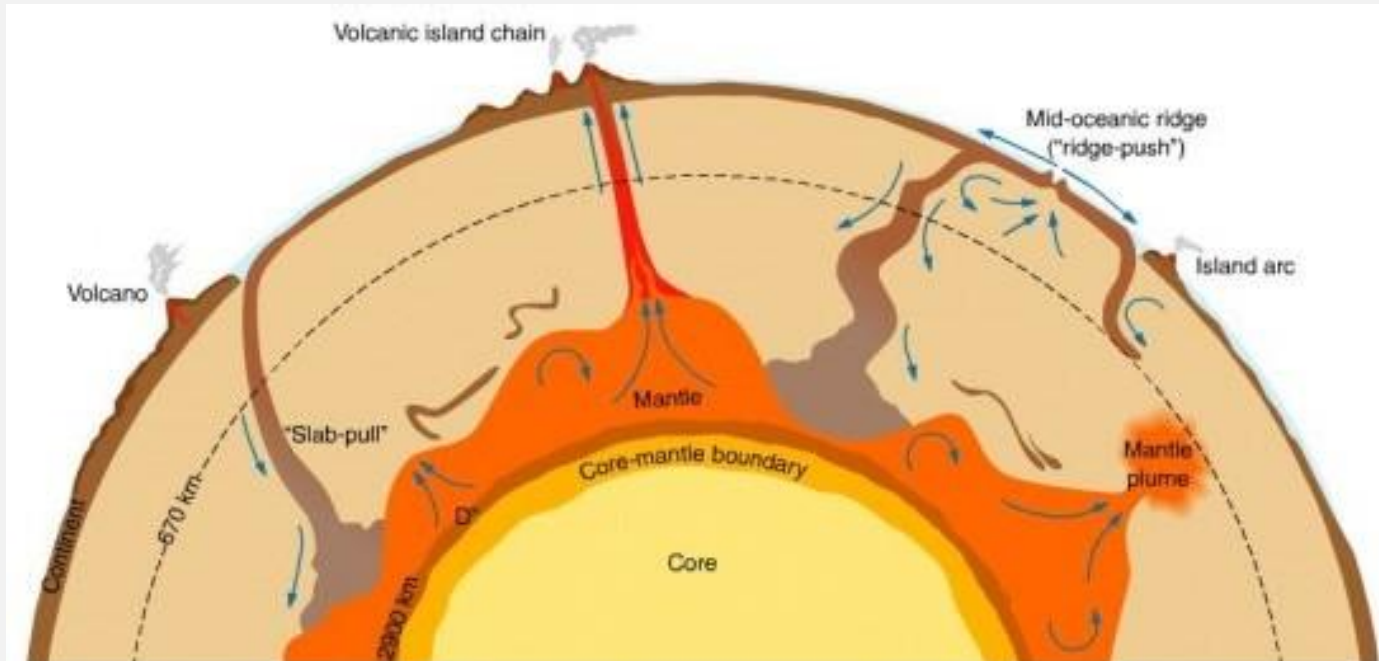
- Fe – Ni
- $\rho$ : 10 a 13 g/cm<sup>3</sup>
- 16 % del volumen total
- Parte interna: sólida 1.216 km
- Parte externa: líquida 2.270 Km.
- Espesor total: 3.486 km

Monroe et al. 2008.



# MANTO:

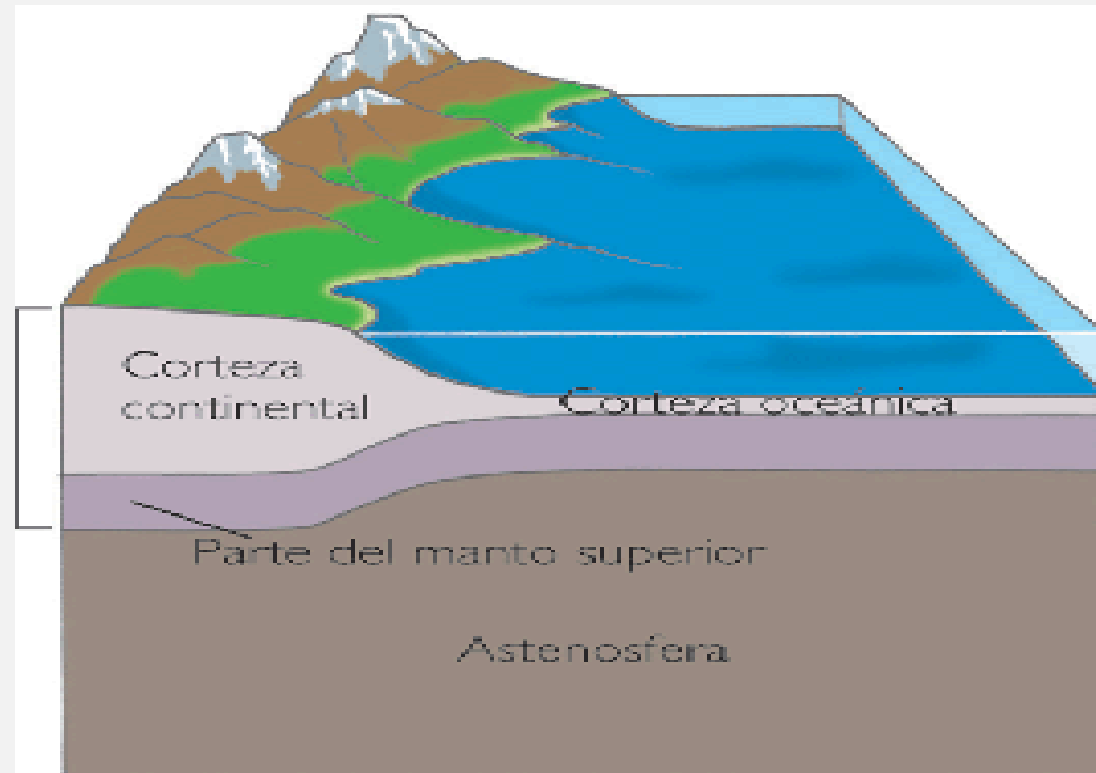
- Composición rocosa: Peridotita (*Fe* y *Mg*)
- $\rho$ : 3.3 a 5.7 g/cm<sup>3</sup>
- **83% volumen**
- Se extiende hasta una profundidad de **2900 km**
- Superior e Inferior



Monroe et al 2008.

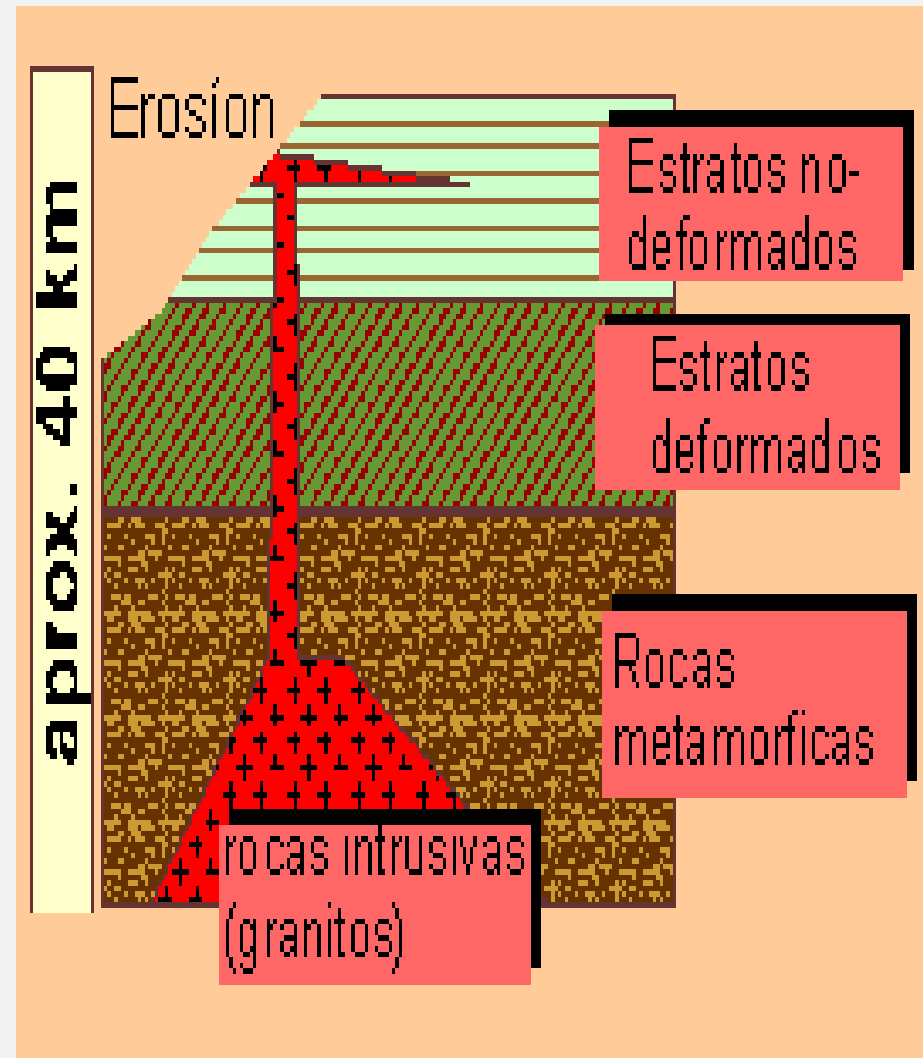
# CORTEZA:

- Capa rocosa fina y externa
- Corteza Continental
- Corteza Oceánica



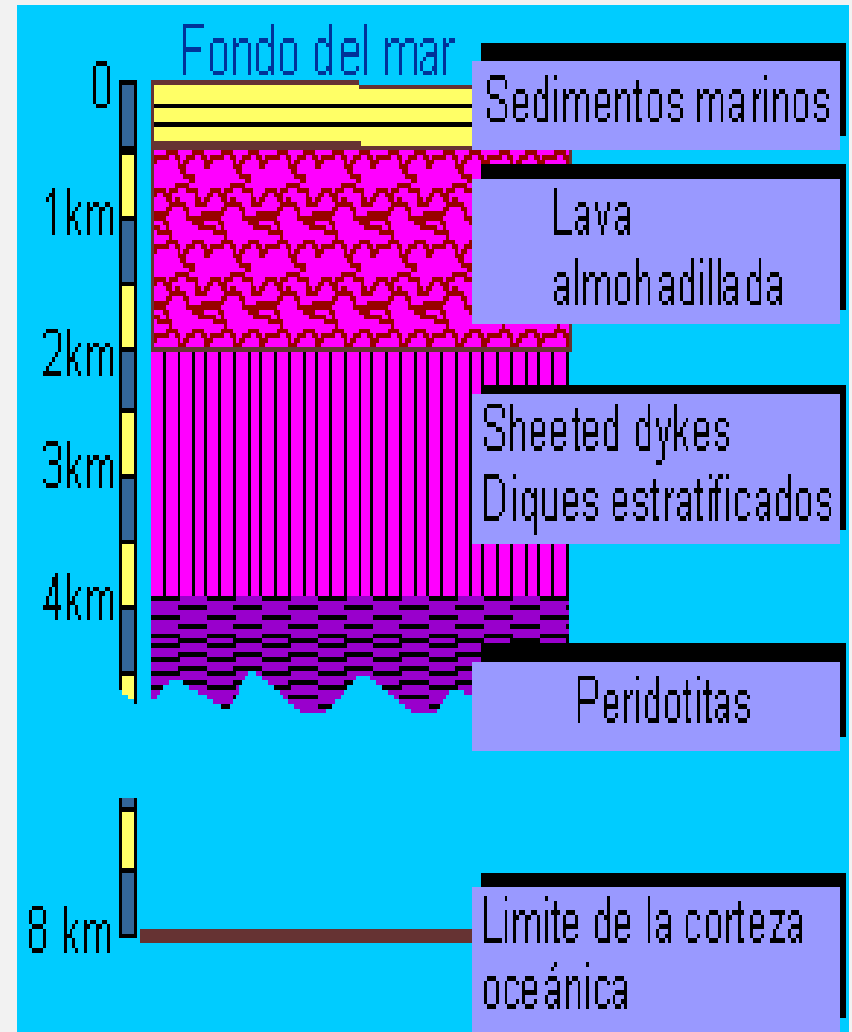
# CORTEZA CONTINENTAL:

- 30 a 70 km.
- Compuesta por varias litologías,
- niveles superficiales, son mas graníticos y niveles mas profundos basálticos.
- Densidad media:  $2.7 \text{ g/cm}^3$ .
- Rocas mas antiguas cerca de 4.0 Ga.

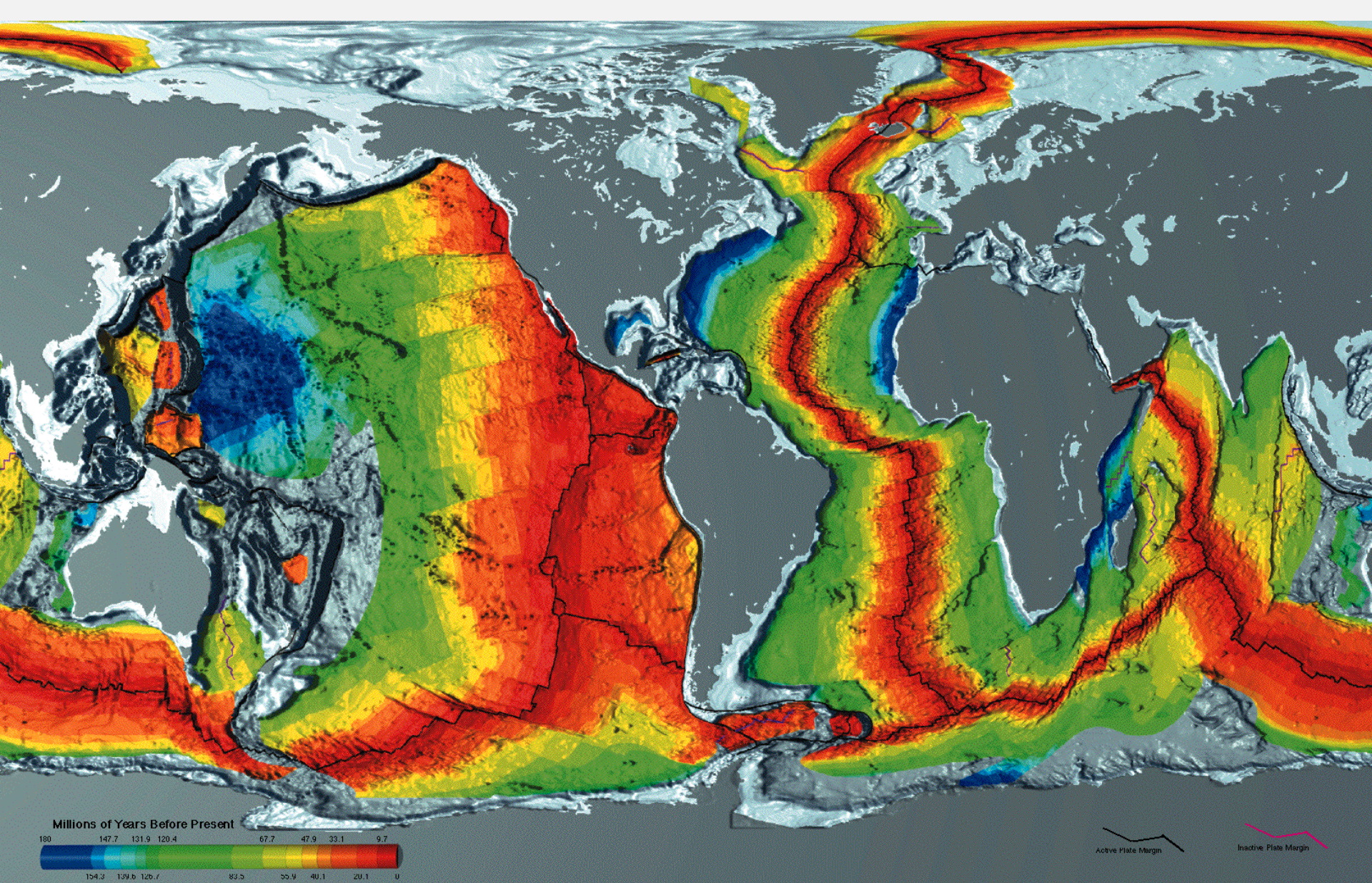


## CORTEZA OCEÁNICA:

- 5 a 10 km.
- Compuesta por basaltos.
- Densidad media: 3.0 g/cm<sup>3</sup>.
- Rocas jóvenes: 180 millones de años.







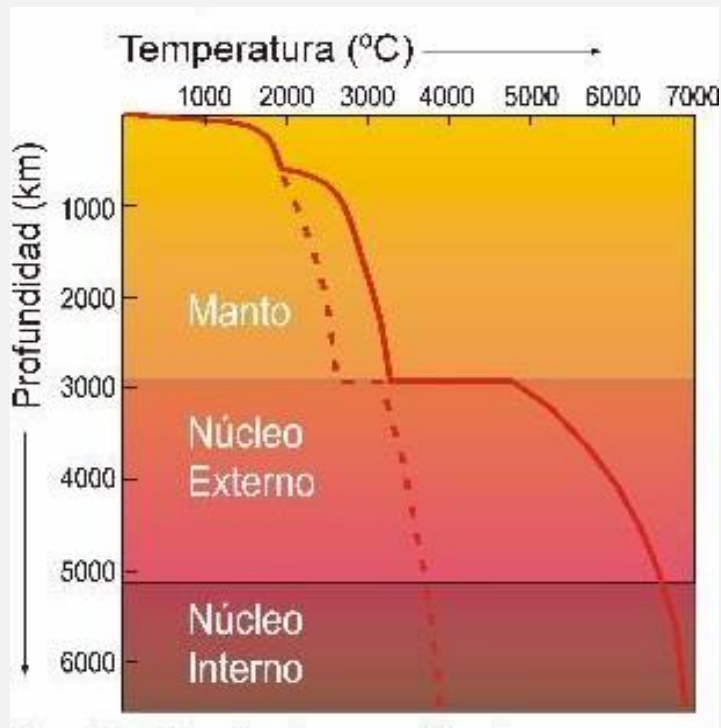
Edad de la corteza oceánica; en rojo las zonas más jóvenes, en azul las más antiguas.

## SEGÚN SUS PROPIEDADES FÍSICAS:

- El interior de La Tierra aumenta su temperatura, presión y densidad con la profundidad.
- Ejemplo:  
100 km : 1200 °C  
Núcleo : 6700 °C
- Tierra se divide en 5 capas en función de las propiedades físicas: **litosfera, astenosfera, mesosfera, núcleo interno y núcleo externo.**

# GRADIENTE GEOTÉRMICO:

- Variación de la temperatura al aumentar la profundidad en la TIERRA, desde la superficie.
- $30\text{ }^{\circ}\text{C} / \text{Km}$ .



## LITOSFERA:

- Corteza y Manto Superior
- Nivel rígido y frío
- Espesor medio: 100 Km
- Dividida en muchos fragmentos (Placas)

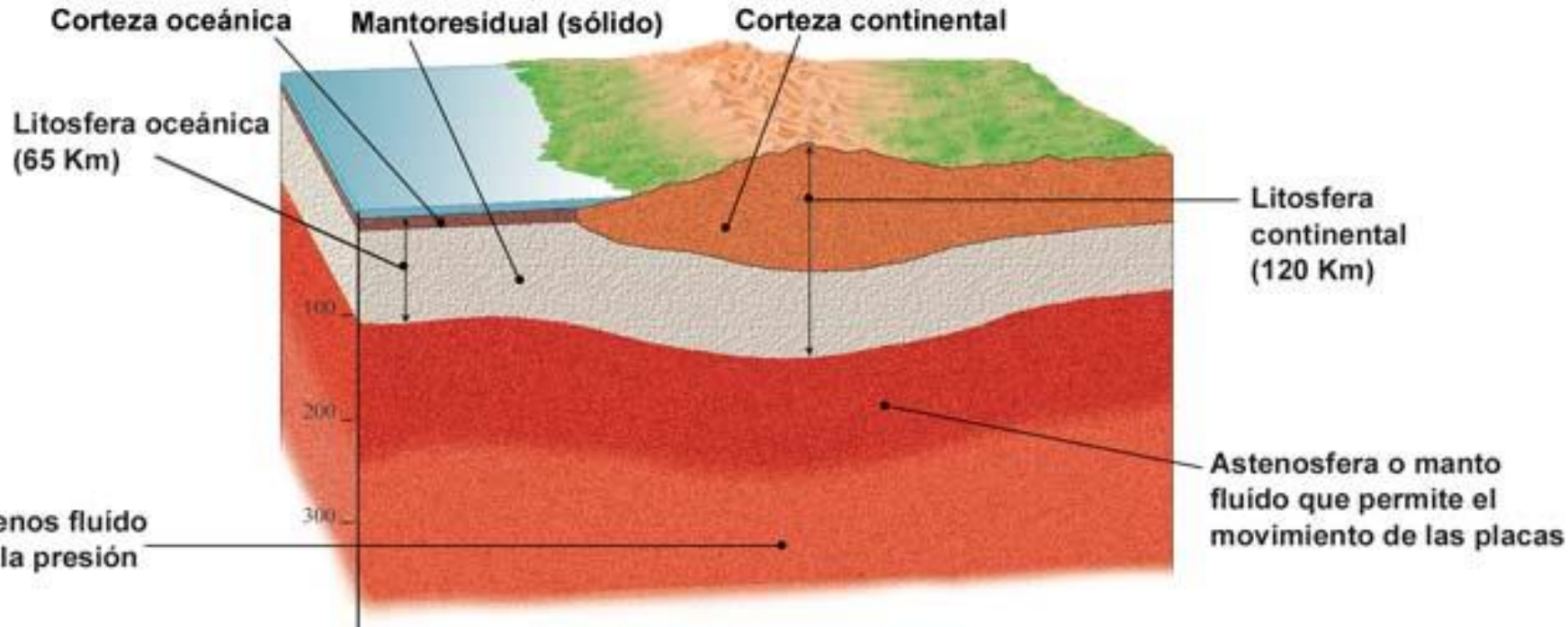
Wolfgang et al. 2011.



# ASTENOSFERA:

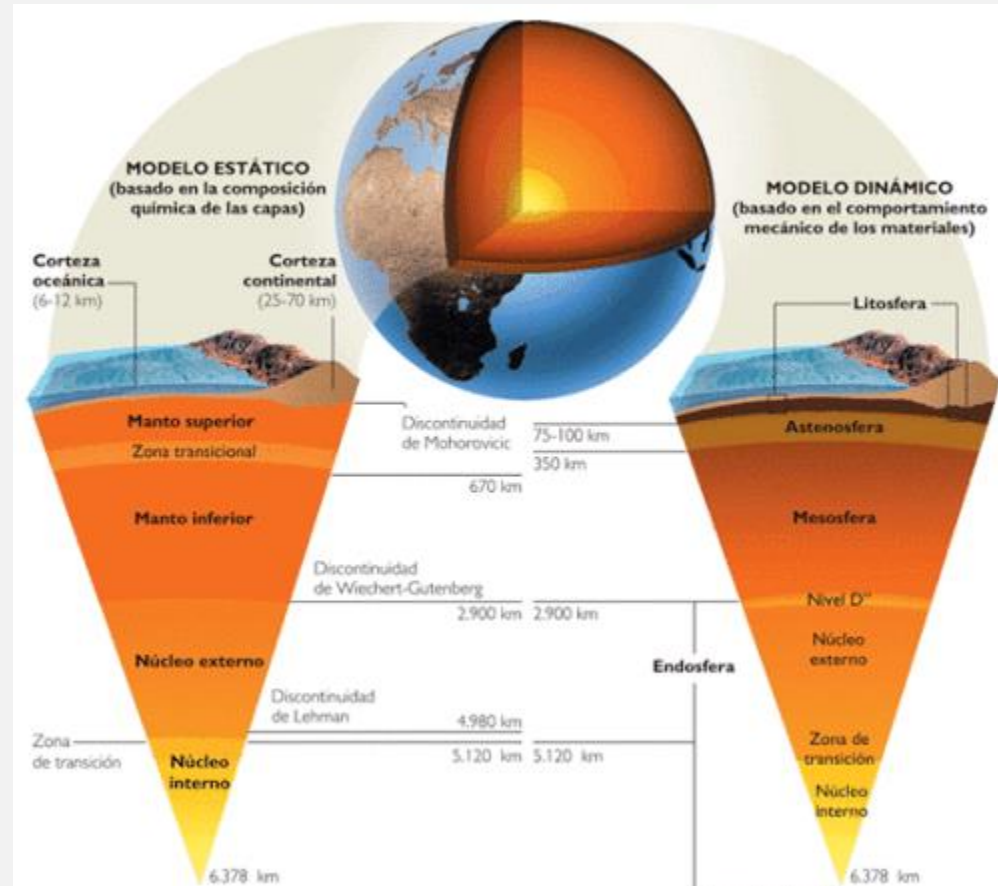
- Debajo de la Litosfera, en el Manto Superior.
- Rodea al Manto Inferior y es de igual composición.
- Capa plástica de roca fundida.
- Comportamiento dúctil
- Genera magma (fusión parcial)

Wolfgang et al. 2011.

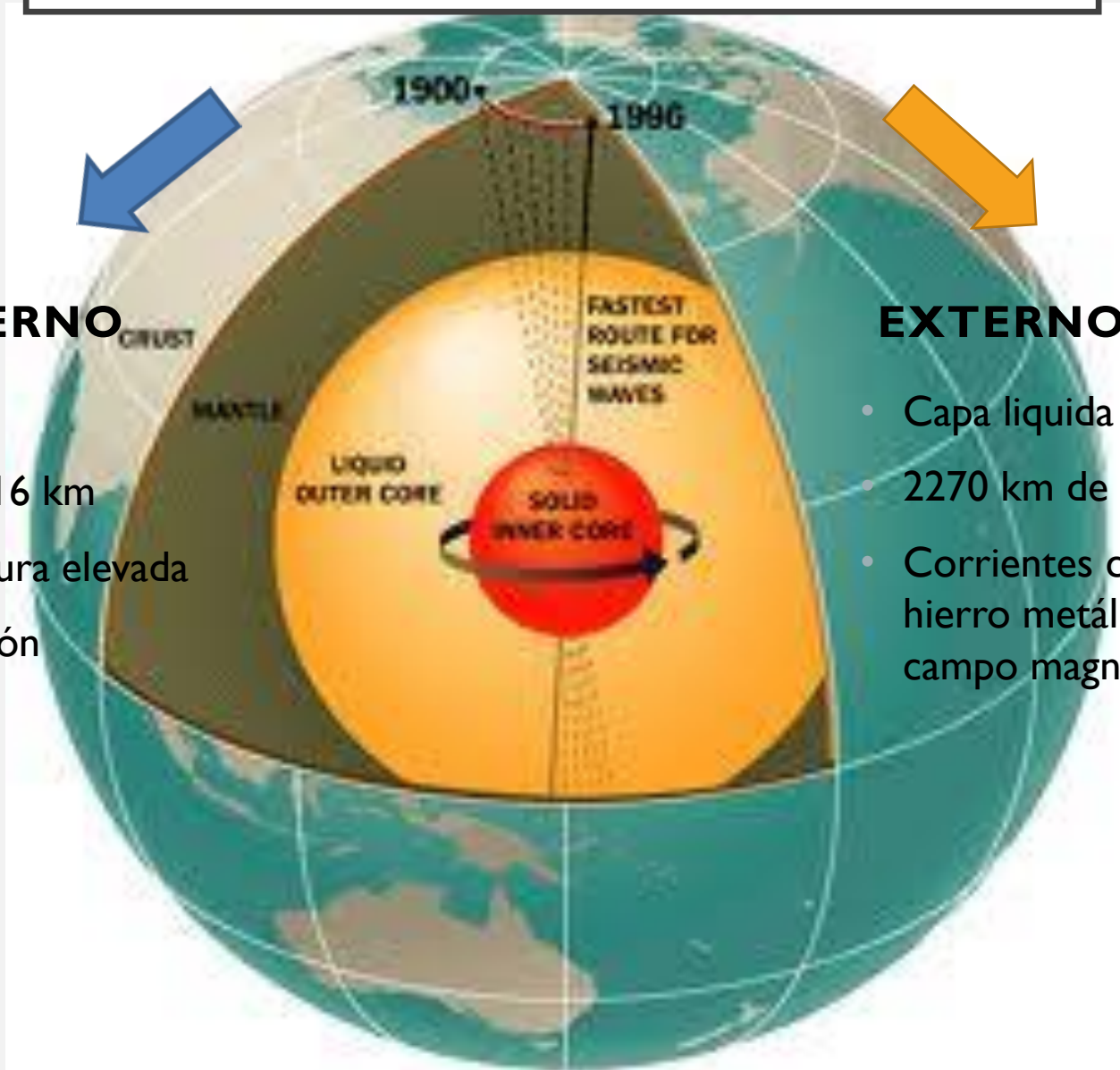


# MESOSFERA

- Manto Inferior
- Por debajo de la zona dúctil
- 660 a 2900 Km
- Rígida y caliente.
- El aumento de la presión contrarresta la temperatura, haciendo esta capa mas resistente.



# NÚCLEO



## INTERNO

- Sólido
- Radio: 1216 km
- Temperatura elevada
- Alta presión
- resistente

## EXTERNO

- Capa líquida
- 2270 km de espesor
- Corrientes conectivas de hierro metálico generan el campo magnético terrestre.

Profundidad (Km)



Discontinuidad de  
Gutenberg

Corteza

Manto superior

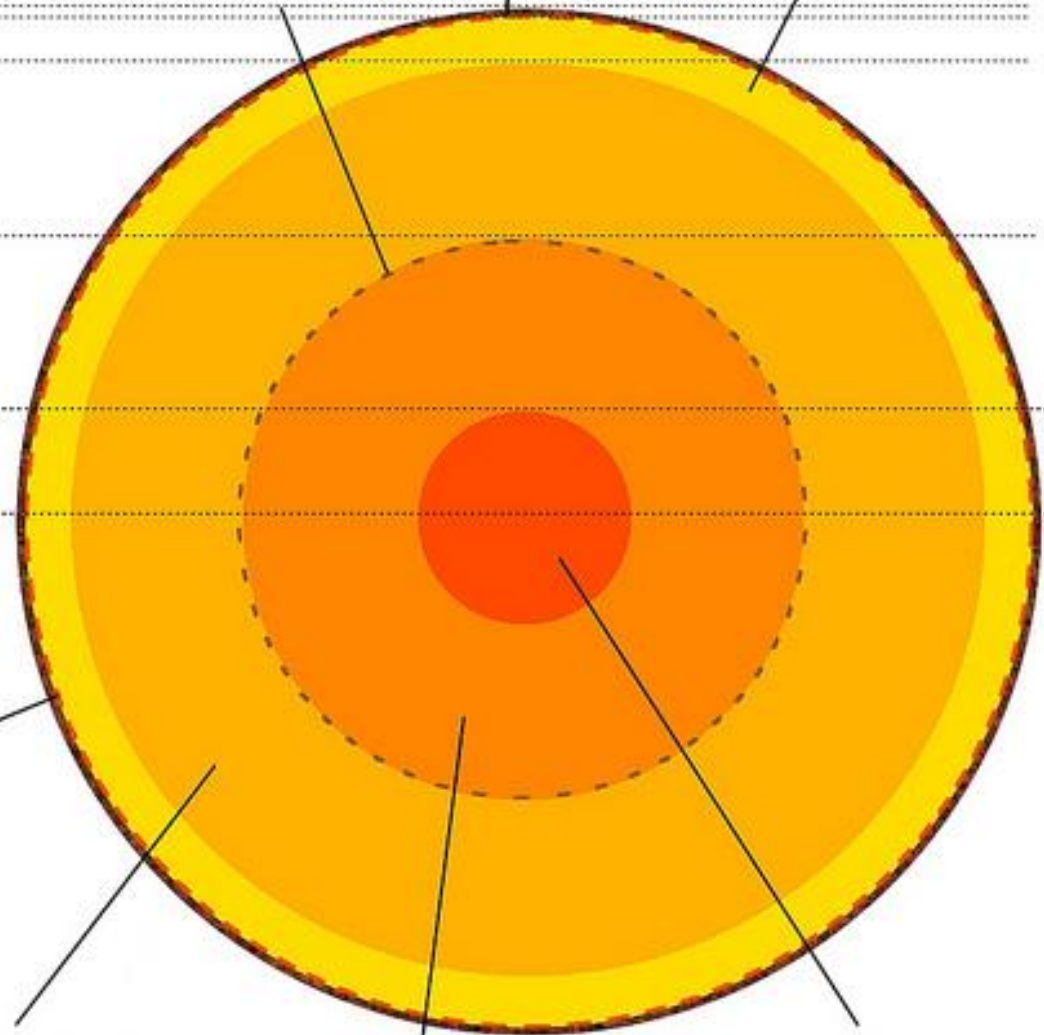
Discontinuidad de  
Mohorovicic

Realizado por:  
Carlos Maroto Martín

Manto inferior

Nucleo externo

Nucleo interno





# Estructura de la Tierra

**Corteza** de silicatos de un espesor aproximado de entre 6-40 km.

**Núcleo externo** fundido formado por hierro y níquel de un grosor aproximado de 2.300 km

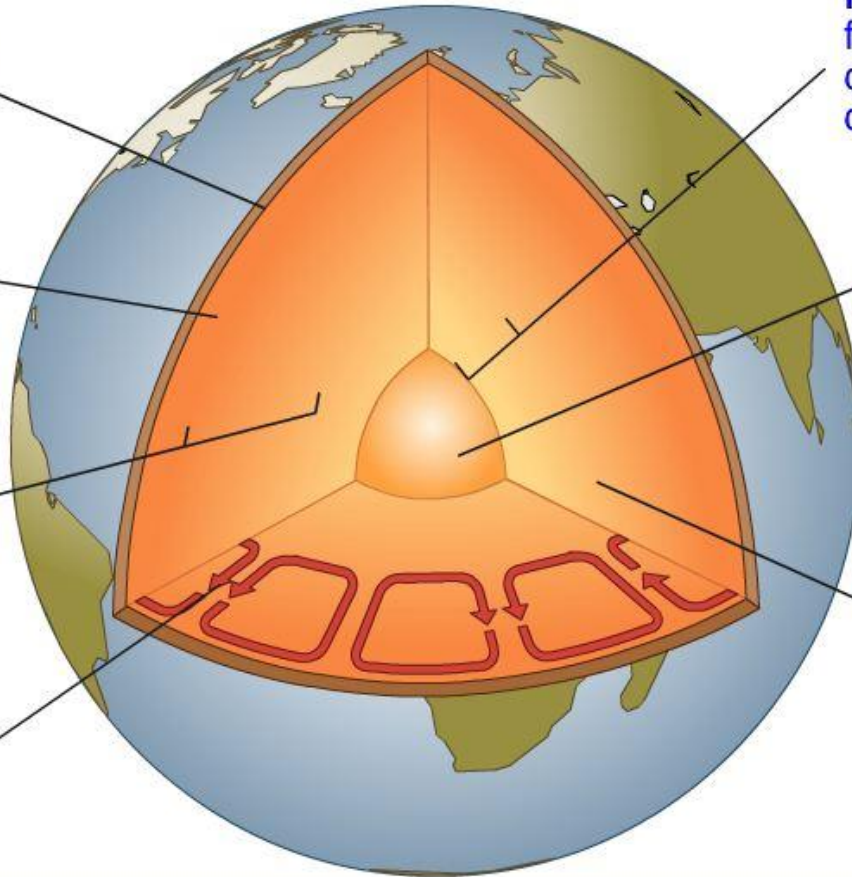
**Discontinuidad de Mohorovic** (situada entre la corteza y el manto)

**Núcleo interno** sólido de hierro y níquel de unos 2.400 km de diámetro

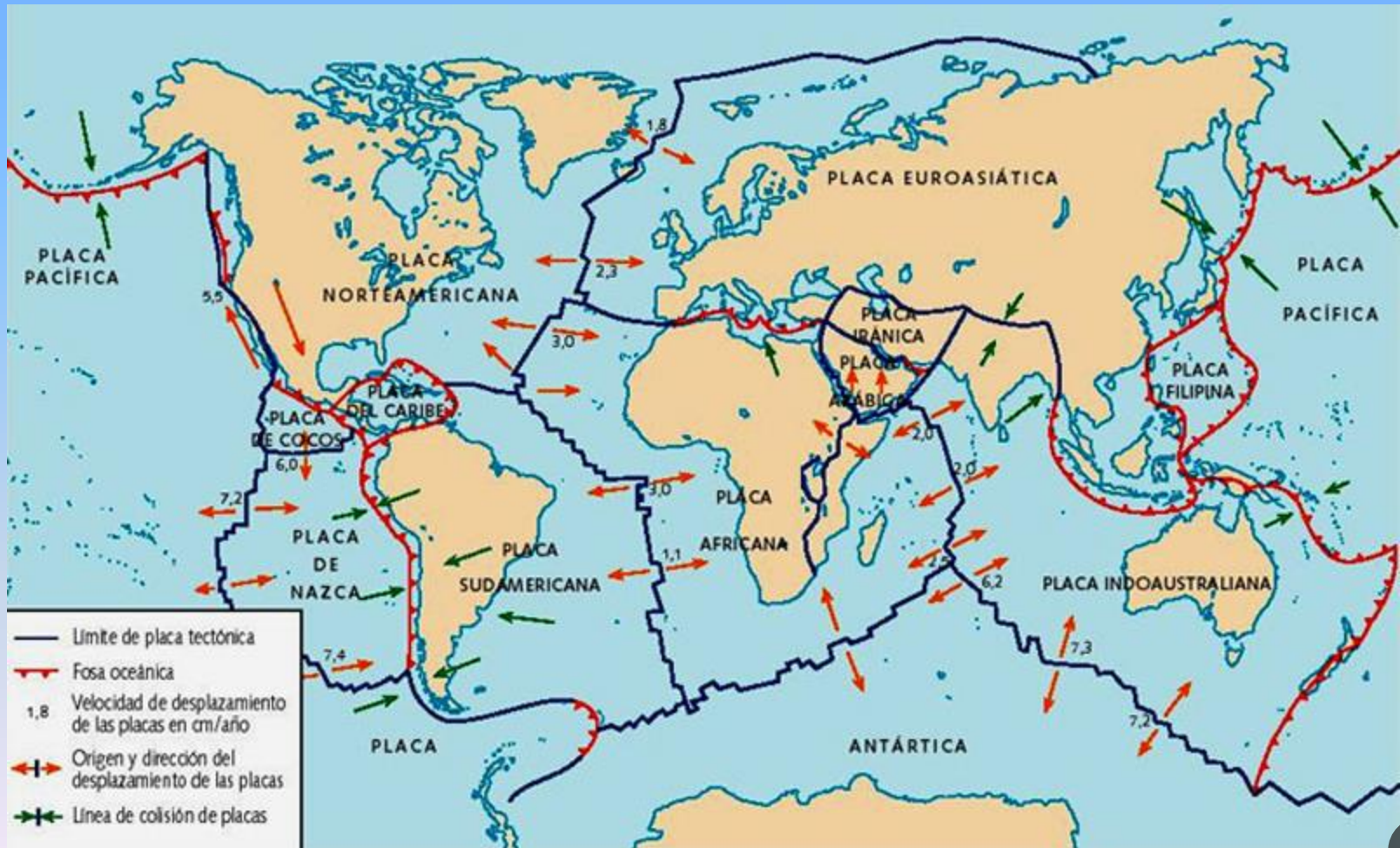
**Manto** formado casi enteramente de silicatos sólidos de un grosor aproximado de 2.800 km

**Discontinuidad de Gutenberg** (situada entre el núcleo externo y el manto)

**Corrientes de convección**



# TEORIA DE LA TECTONICA DE PLACAS



# TEORÍA DE LA TECTÓNICA DE PLACAS:

- Hitos en el desarrollo de las Ciencias Geológicas.
- Brindo un marco conceptual para interpretar la composición, estructura y procesos internos a escala global.
- A fines de S XIX el geólogo austríaco Suess, observo similitudes entre plantas fósiles (Glossopteris) del Paleozoico en India, Australia, Sudáfrica, Sudamérica. Además de evidencias de glaciación.
- 1885 en su libro: The Face of the Earth, propuso la existencia de un Supercontinente compuesto por masa meridionales, Gondwana.

- Wegener (alemán): Descubridor de la Hipótesis de la Deriva Continental (The Origine of the Continentes and the Ocean-1915). Propuso que todas las masas terrestre estaban originalmente unidas en un supercontinente llamado Pangea.
- PANGEA, en griego significa toda la Tierra.
- Wegener recopiló enorme cantidad de datos geológicos, paleontológicos y climáticos. Así como diseñó mapas y modelos.
- Du Toit (Sudáfrica) recopiló mayor evidencia de la deriva continental, publicado en su libro Our Wandering Continent, donde se comparaban depósitos glaciares de Gondwana, con depósitos de carbón de la misma época que se encontraban en rocas del hemisferio N. Para resolver esta paradoja, propuso mover a Gondwana al polo sur y a los continentes del norte los posicionó sobre el ecuador Laurasia (Norteamérica, Groenlandia, Europa y Asia).



**PERMIAN**  
225 million years ago



**TRIASSIC**  
200 million years ago



**JURASSIC**  
135 million years ago



**CRETACEOUS**  
55 million years ago

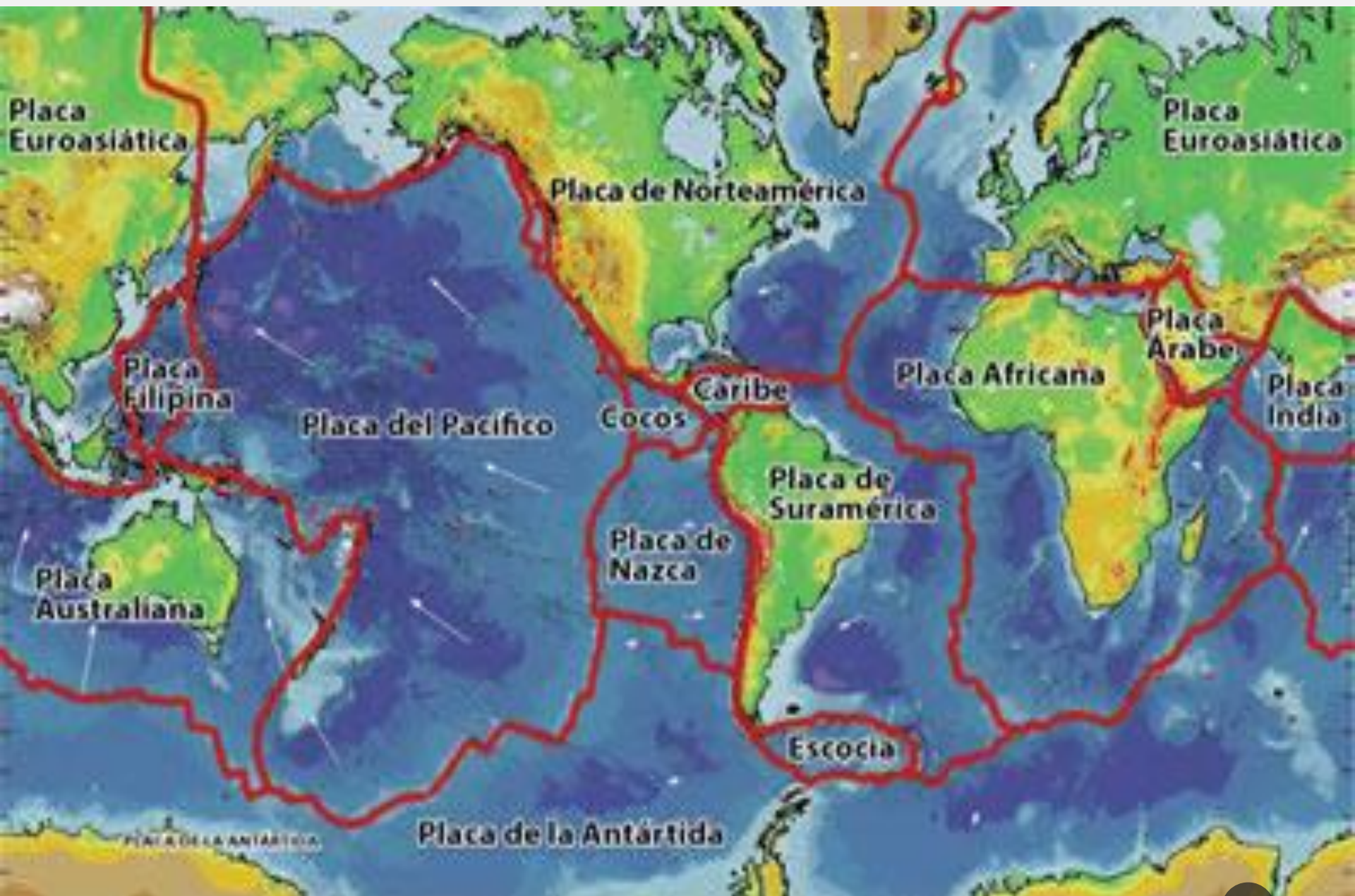


**PRESENT DAY**

## EVIDENCIAS DE LA DERIVA CONTINENTAL:

- Parecido de los bordes continentales Sudamérica y África.
- Rocas de igual edad para el periodo donde las masas continentales estaban unidas, deben ser similares. Eso ocurre en rocas de Gondwana entre Carbonífero y el Jurásico.
- Paleozoico tardío: gran glaciación al sur, pero rocas de igual edad, en el hemisferio norte, muestran vegetación tropical.
- Restos fósiles como la flora de Glosopteris.

- La **litosfera** esta dividida en placas rígidas que se desplazan sobre la **astenosfera**. Este movimiento se produce por un sistema de transferencia de calor dentro de esta capa.
- A medida que las placas se desplazan sobre la astenosfera, se van separando (dorsales oceánicas) y en zonas de fosas colisionan.
- Zonas de actividad volcánica, terremotos corresponden a límites de placa.
- A lo largo de esos límites, las placas divergen, convergen o se desplazan lateralmente.

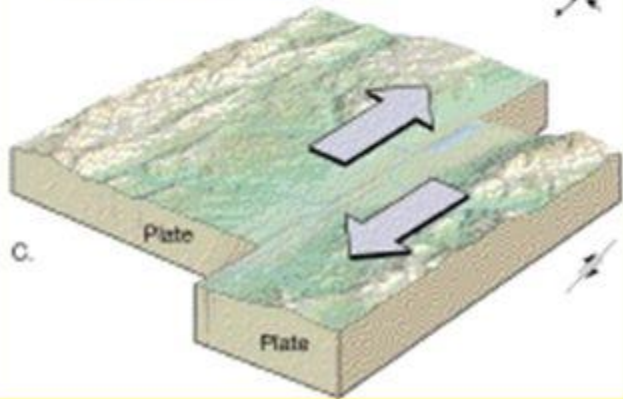
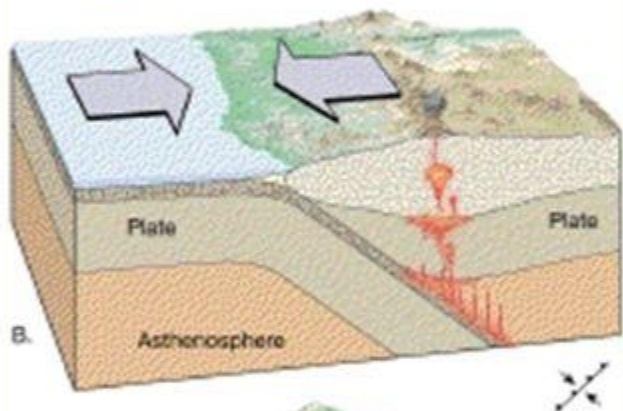
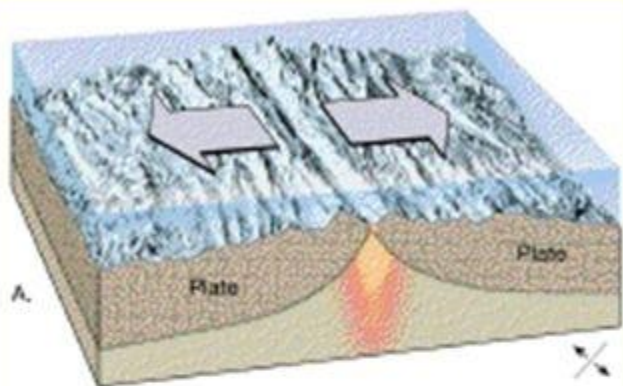




## TIPOS DE BORDES DE PLACA:

- Divergentes
- Convergentes
- Transformantes
- A lo largo de estos bordes se forman nuevas placas, se consumen placas existentes y se deslizan unas con respecto a las otras.

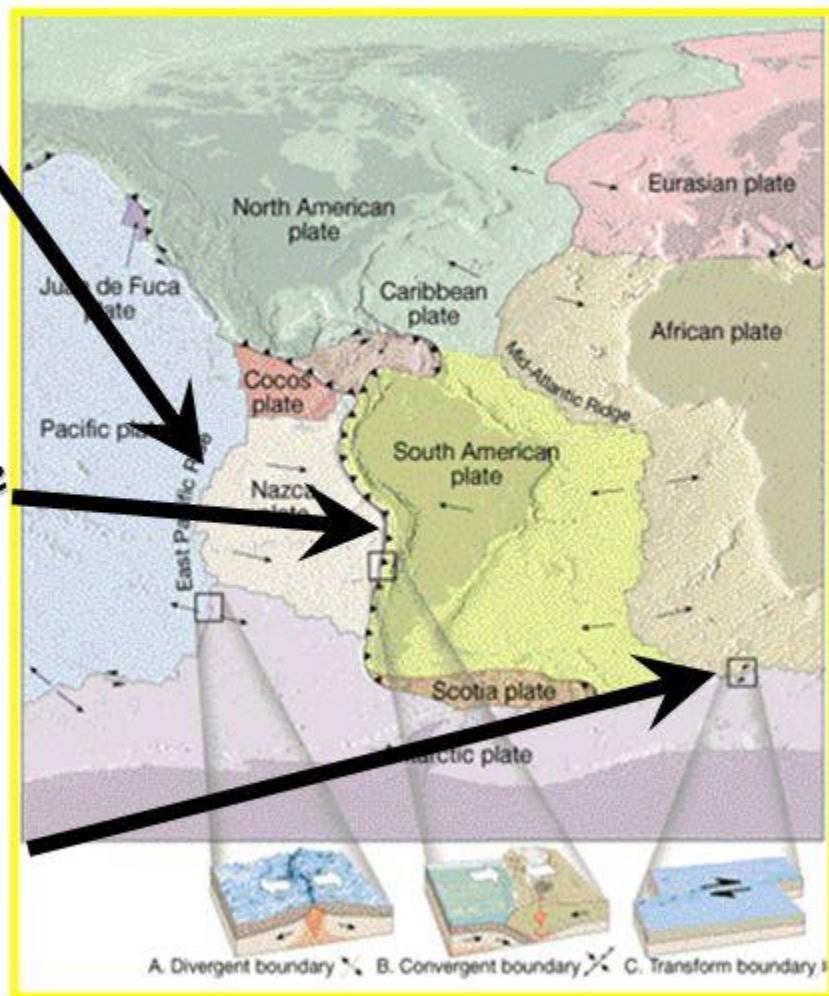
## Tipos de límites de Placa:



Divergente

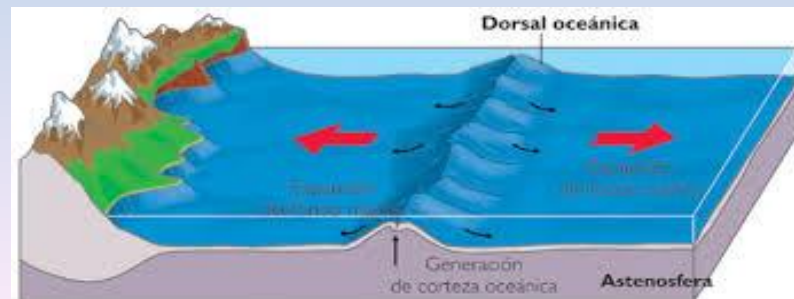
Convergente

Transforme

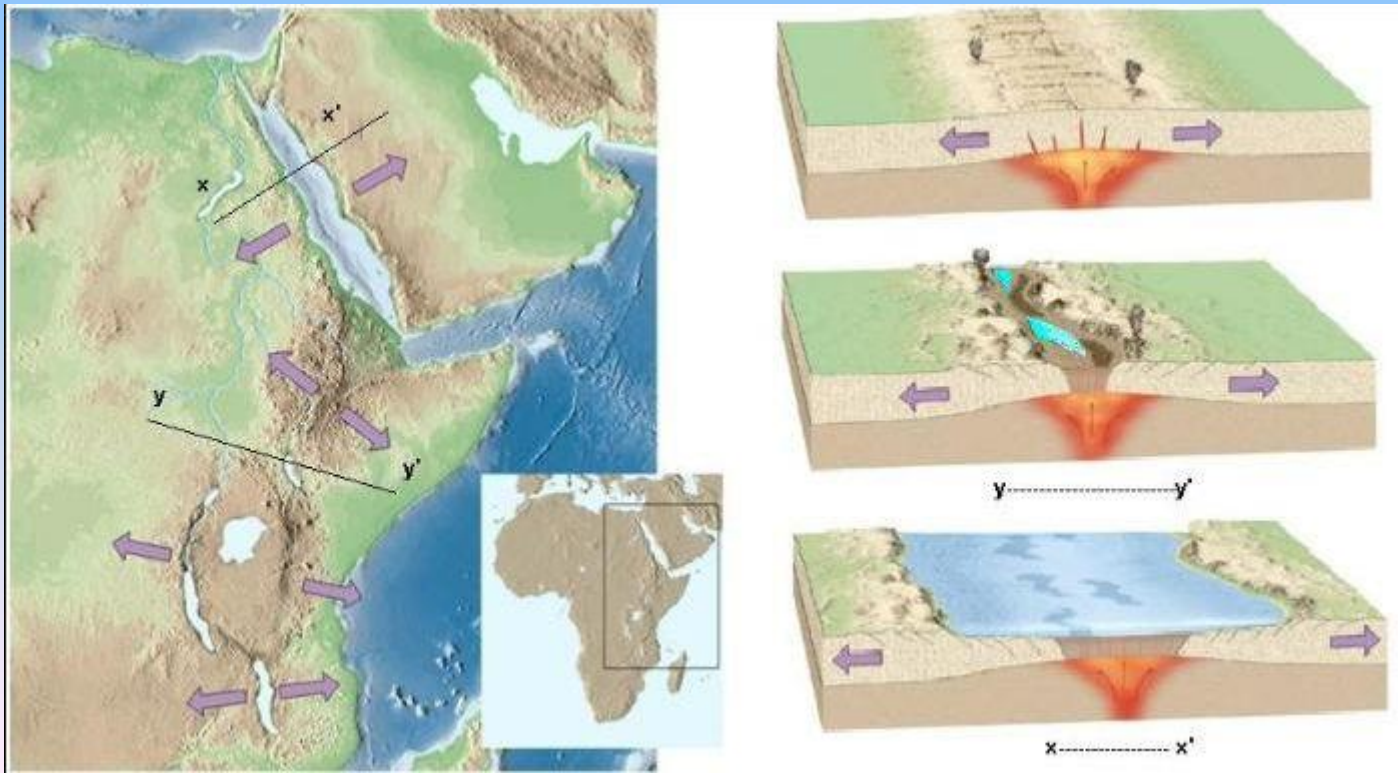


## BORDES DIVERGENTES (PASIVOS):

- Las placas se separan entre si, formando nueva litosfera oceánica.
- La corteza se expande, se afina, se fractura y el magma asciende.
- Material mantélico: basalto, lavas almohadilladas.
- Localizado en las dorsales oceánicas Atlántico.
- Rift: en bordes de placa divergente, una primer etapa de ruptura continental.



- Rift: Aparecen grietas por la ruptura, asciende magma, que cubre el fondo de esta estructura. A medida que la ruptura continua el fondo del valle continua abriéndose, haciéndose mas profundo, acumulando grandes espesores de sedimentos.
- Mar Rojo – Península Arábiga de África.
- Santa Lucia – Laguna Merin



## BORDES CONVERGENTES:

- Zonas de la Corteza donde se destruye, dejando espacio para la formación de nueva corteza.
- Bordes caracterizados por vulcanismo, deformación, formación de montañas, actividad sísmica y depósitos minerales.
- Tres tipos: O-O (Mar de Japón); O-C (Fosa Pacífica) y C-C (Himalaya).

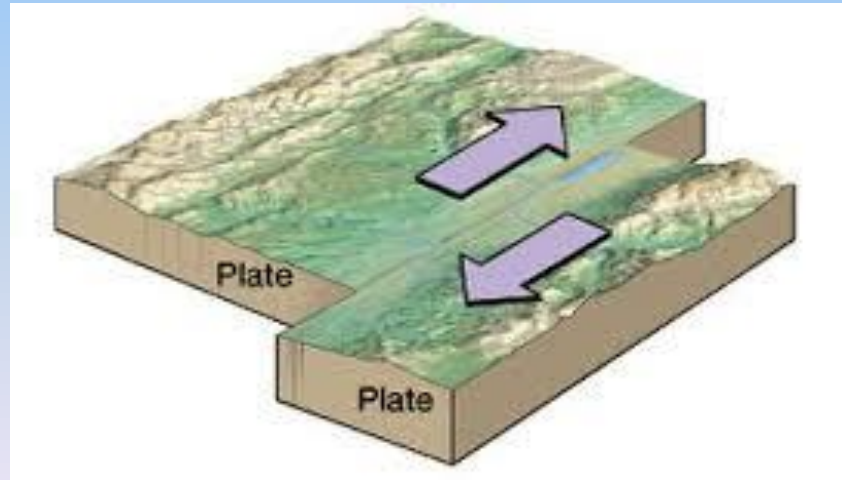


## BORDES TRANSFORMANTES:

- Zonas de fallas, donde dos placas se mueven de forma paralelas entre si.
- Falla de San Andrés, California. Separa la Placa Pacifica de la Placa Norteamericana en dirección E-W aprox.



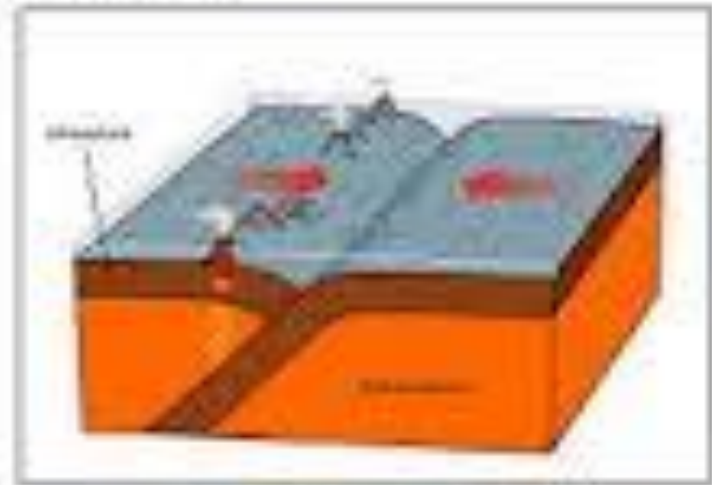
Falla de San Andrés  
California



## Motion at Plate Boundaries



Divergent boundary



Convergent boundary



Transform boundary

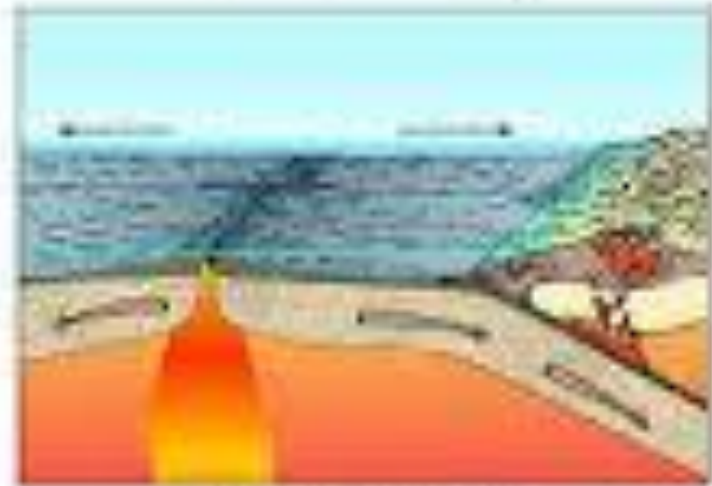
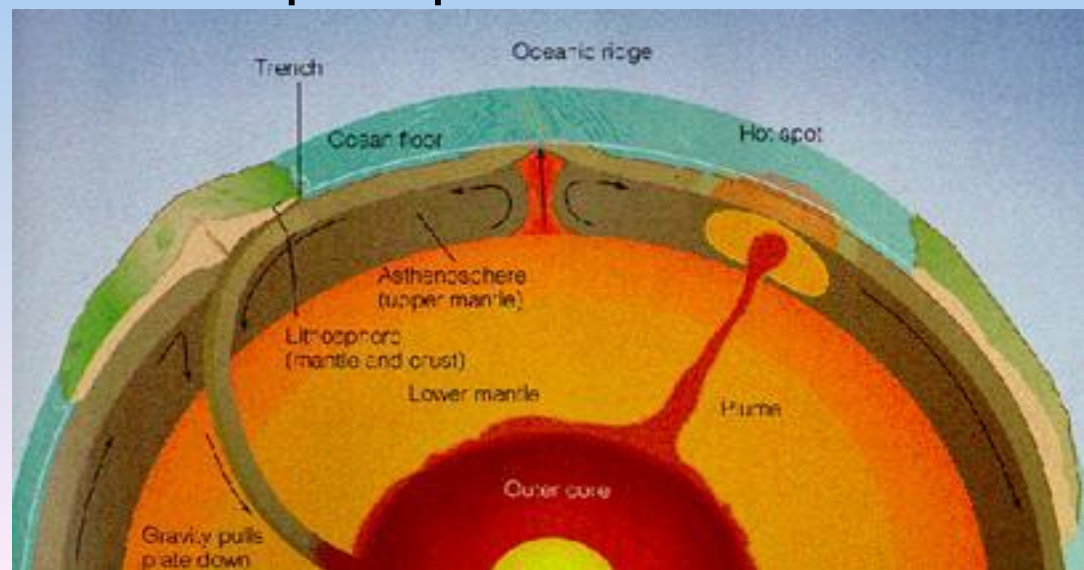


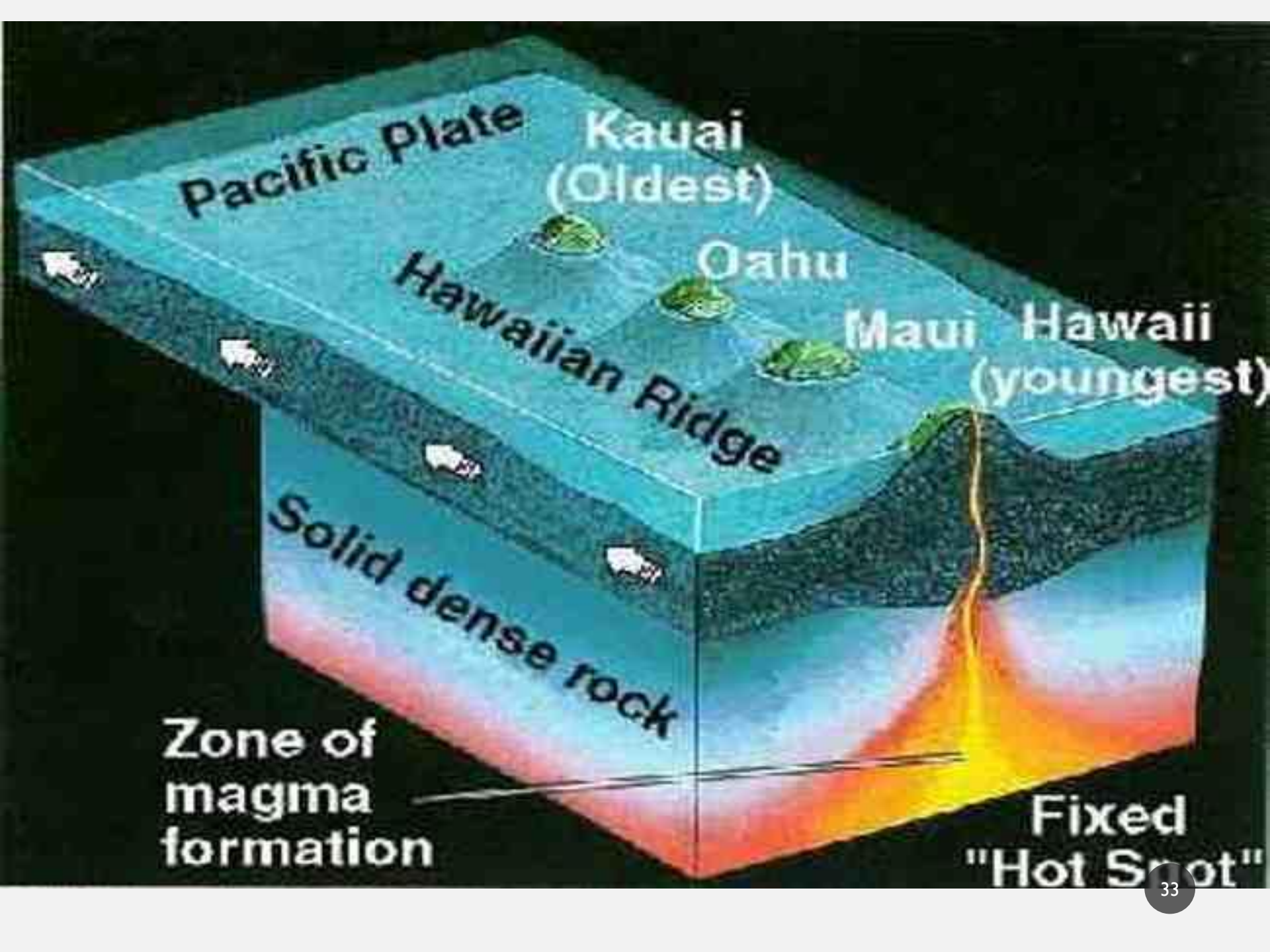
Plate tectonics

# PUNTOS CALIENTES O PLUMAS MANTÉLICAS:

- Magma proveniente del manto, asciende hacia la superficie y forma volcanes.
- A medida que las placas se desplazan, las plumas dejan rastros de volcanes extintos, denominadas *dorsales a-sísmicas*.
- Islas de Hawaii en la placa pacifica.







Pacific Plate

Kauai  
(Oldest)

Oahu

Maui Hawaii  
(youngest)

Hawaiian Ridge

Solid dense rock

Zone of  
magma  
formation

Fixed  
"Hot Spot"

# ¿POR QUÉ SE MUEVEN LAS PLACAS?

- La Litosfera esta dividida en una serie de placas rígidas que “flotan” sobre la **Astenosfera**.
- Mediante Celdas de convección térmicas en el Manto, incluyendo la Astenosfera.
- Donde las corrientes de convección **divergen**, se hallan las **dorsales oceánicas**, en las cuales emergen los materiales calientes del manto.
- Las **ramas ascendentes** de las celdas **originan dorsales, donde se genera corteza oceánica**.
- Las **descendentes** generan **zonas de subducción**, donde dicha corteza se **destruye**.
- La Astenosfera parcialmente fundida, permite el deslizamiento de la litosfera.



## TECTÓNICA DE PLACAS Y RECURSOS:

- Depósitos minerales metálicos (Cu, Au, Pb, Zn), relacionados con la actividad ígnea e hidrotermal. Bordes Convergentes.
- Actividad hidrotermal en zonas de borde divergente, también genera Cu (Chipre).
- En zonas de divergencia se dan depósitos de oro (Mar Rojo)

## TECTÓNICA Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES:

- La distribución de las especies no es aleatoria, esta controlada por barreras climáticas y geográficas; las cuales dependen de las condiciones tectónicas.
- En el cenozoico la formación del Istmo de Panamá influyo en la evolución de la fauna de América del Sur y Norte.

# MAGNETISMO TERRESTRE

## PALEOMAGNETISMO:

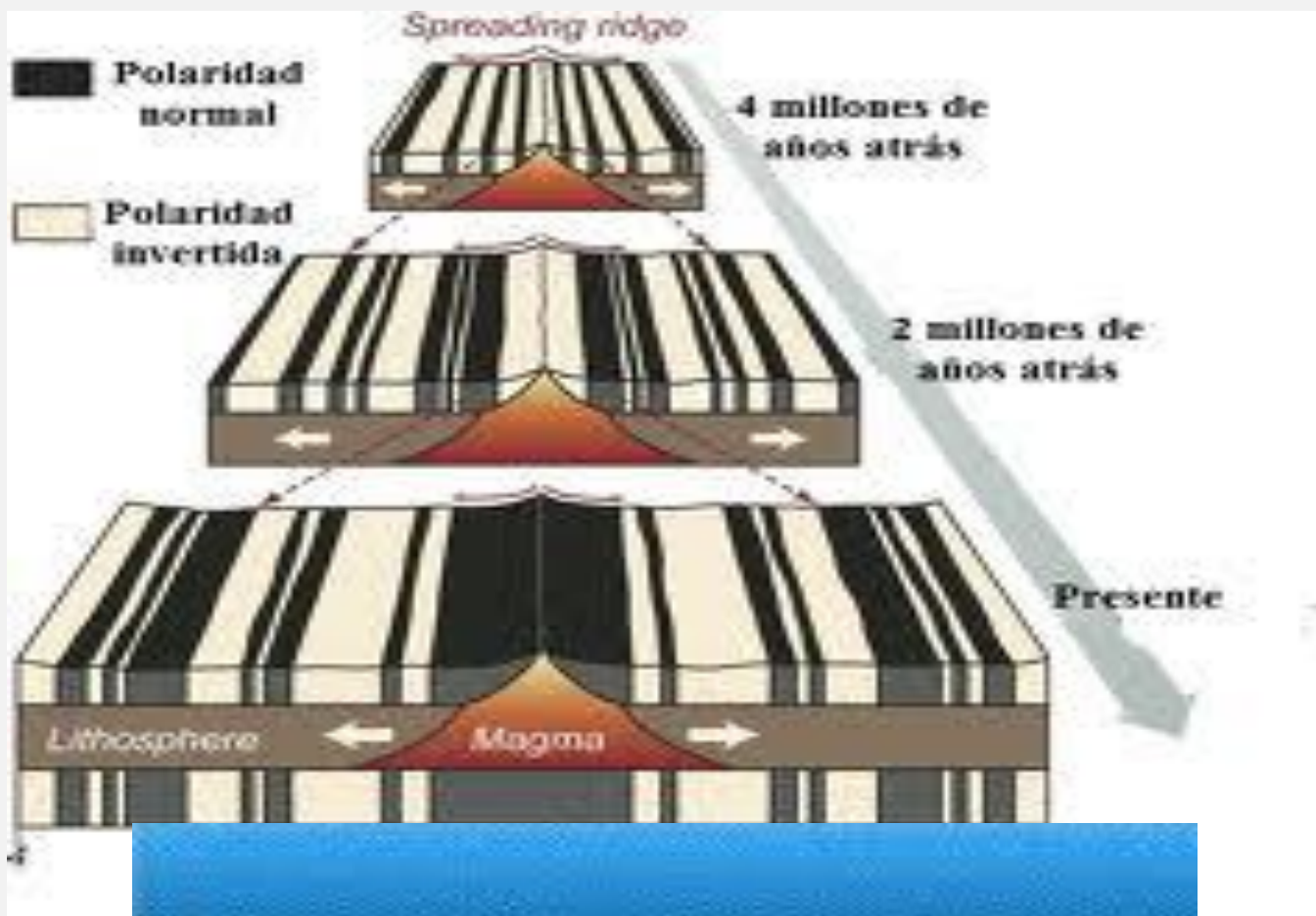
- Magnetismo remanente en las rocas, que indica la dirección e intensidad de los polos magnéticos de la tierra al momento de la formación de esa roca.
- Consideremos a la Tierra como un dipolo magnético, siendo mayor el campo magnético en los polos que en el ecuador.
- El campo magnético se genera por la diferencia de velocidad de rotación entre el núcleo y el manto.

- Al enfriarse un magma, contiene minerales ferromagnéticos que se alinean con el campo magnético terrestre.
- Registrando dirección e intensidad
- En 1950 estudios paleo-magnéticos mostraban que rocas actuales, coincidían en la dirección del campo magnético. Para rocas mas antiguas mostraban diferentes orientaciones. Para un mismo periodo, rocas de diferentes continentes, mostraban diferentes direcciones de polo magnético.
- Mediante esta paradoja se pudo aceptar la Teoría de Wegener.



## EXPANSIÓN DEL FONDO OCEÁNICO:

- En épocas del tiempo geológico el campo magnético se ha invertido, encontrándose de forma opuesta a los polos geográficos.
- Se evidencia claramente en el fondo oceánico en torno a las dorsales, explicando el movimiento de las placas. Expansión de fondo oceánico de H. Hess 1962.
- Causa de las inversiones todavía desconocidas.



# TIEMPO EN GEOLOGÍA?

Arzobispo Ussher, S. XVII, estimó la edad de La Tierra en 4.004 años a. C. sumando las edades de los Patriarcas Judíos que aparecen en el Antiguo Testamento.

Científicos como Hutton, Darwin, Lyell o Huxley, quienes pusieron en duda esta fecha, ya que en un periodo de tiempo tan corto no podría formarse una montaña o evolucionar una especie.



En 1862 William Thomson, conocido como Lord Kelvin, dató la edad de La Tierra entre 20 y 90 m.a., basándose en el tiempo que tardaría el planeta en enfriarse partiendo de una gran bola fundida.

Huxley rebatió a Thomson argumentando que la conclusión obtenida no era correcta, ya que partía de datos erróneos.

Gracias al descubrimiento de la Radioactividad por Marie. Curie, en el S. XX se ha logrado la datación precisa de las rocas de la corteza terrestre y de los meteoritos que caen sobre La Tierra.



La Historia está constituida por una sucesión de acontecimientos.

Para contar la Historia de La Tierra debemos ordenar los acontecimientos que conocemos.

La ordenación puede realizarse de dos formas:

1. Indicando qué suceso ocurrió antes de que otro, sin asignar una edad al acontecimiento.

Esta ordenación se conoce como Datación Relativa.

2. Indicando la edad de las rocas.

Esta ordenación se conoce como Datación Absoluta.

# DATACIÓN RELATIVA:

Para ordenar acontecimientos geológicos, rocas o fósiles, sin conocer la edad del mismo, se establece aplicando los principios o ideas que desarrollaron

Hutton y Lyell:

## **Principio del Actualismo**

Los procesos que actúan ahora sobre la superficie terrestre son los mismos que han actuado en tiempos pasados.

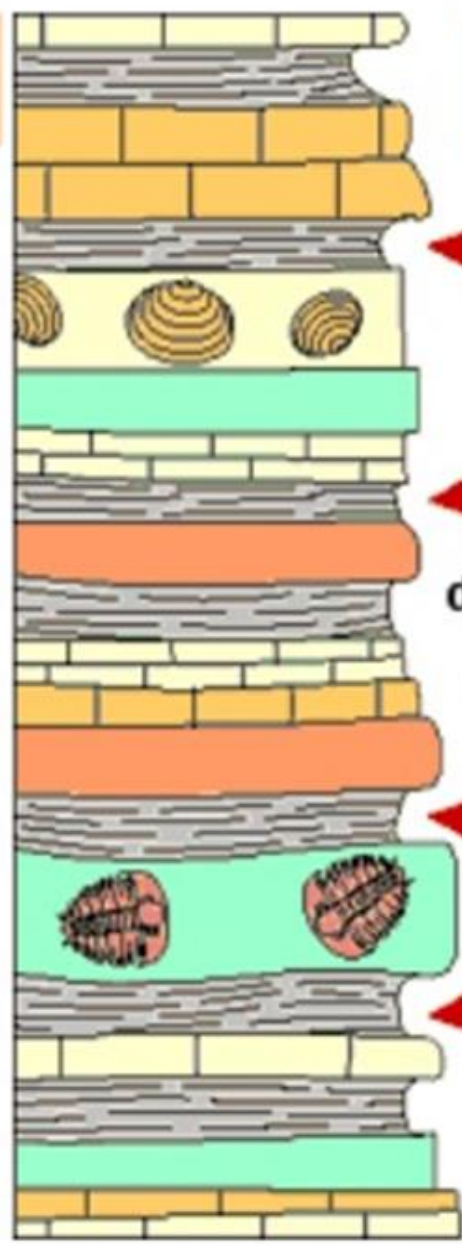
La observación de la sedimentación en un lago nos permite deducir cómo se produjo ese acontecimiento en épocas pasadas.

**Datación  
relativa**

más  
reciente



más  
antiguo



**Datación  
absoluta**

Hace  
495 m.a.

510 m.a.

**datación de  
ceniza  
volcánica**

520 m.a.

545 m.a.

# **DATACIÓN RELATIVA**

## **Principio del Uniformismo**

Los procesos geológicos son muy lentos y actúan durante un periodo dilatado de tiempo.

El envejecimiento de un paisaje por la erosión es un proceso muy lento.

## **Principio de la Superposición de los Estratos**

Los sedimentos se depositan en capas horizontales, de forma que el primero en depositarse se encontrará debajo y el último en formarse, arriba.

Los sedimentos se depositan en capas de forma horizontal.

Posteriormente, algunos elementos reaccionan entre si. El agua se evapora, compactándose toda la capa y formándose un estrato.



## **Principio de Superposición de Acontecimientos**

Un acontecimiento es posterior a las rocas que afecta y anterior a las rocas que no afecta.

Los estratos depositados antes, se pliegan.

Después se deposita otro horizontal.

## **Principio de Superposición Faunística**

Los fósiles de capas sedimentarias inferiores son más antiguos que los fósiles de capas superiores.

El fósil más antiguo es el de más abajo por haberse depositado antes.

# DATACIÓN ABSOLUTA:

Es el método que se utiliza para ordenar acontecimientos geológicos, rocas o fósiles conociendo la edad de las rocas.

Para conocer la edad de una roca se utiliza el método radiométrico, basado en la desintegración atómica.

Las rocas contienen átomos inestables llamados isótopos radiactivos. Estos se desintegran y se transforman en otros. El isótopo radiactivo se denomina elemento padre y el nuevo elemento hijo.

La desintegración se realiza a un ritmo constante que puede ser medido.

El periodo de Semi-desintegración o Vida media (T): es el tiempo que tardaría en transformarse, por desintegración, la mitad de una cantidad de isótopos radiactivos.

## ELEMENTOS QUÍMICOS:

El tiempo que tarda en transformarse el isótopo radiactivo de **Rubidio (Rb)**, por semidesintegración, en Estroncio (Sr) es de 4.700 m.a. Se utiliza para medir la edad de rocas muy antiguas.

El tiempo que tarda en transformarse el isótopo radiactivo de **Uranio (U)**, por semidesintegración, en Plomo (Pb) es de 4.510 m.a. Se utiliza para medir la edad de rocas metamórficas o ígneas muy antiguas.

El tiempo que tarda en transformarse el isótopo radiactivo de **Potasio (K)**, por semidesintegración, en Argón (Ar) es de 1.300 m.a. Se utiliza en rocas magmáticas.

El tiempo que tarda en transformarse el isótopo radiactivo de **Carbono (C)**, por semidesintegración, en Nitrógeno (N) es de 5.730 años. Se utiliza en arqueología.

Edad (Ma)	Era	Periodo	Época
0.01 - 0	Cenozoico	Cuaternario	Holoceno
1.8 - 0.01			Pleistoceno
5.3-1.8		Neógeno	Plioceno
23.8-5.3			Mioceno
33.7-23.8		Paleógeno	Oligoceno
54.8-33.7			Eoceno
65-54.8			Paleoceno
144-65	Mesozoico	Cretácico	
206-144		Jurásico	
248-206		Triásico	
290-248	Paleozoico	Pérmico	
354-290		Carbonífero (Mississípico y Pensilvánico)	
417-354		Devónico	
443-417		Silúrico	
490-443		Ordovícico	
540-490	Cámbrico		
2500-540	Proterozoico		
4550-2500	Arqueozoico		

# ISOSTASIA

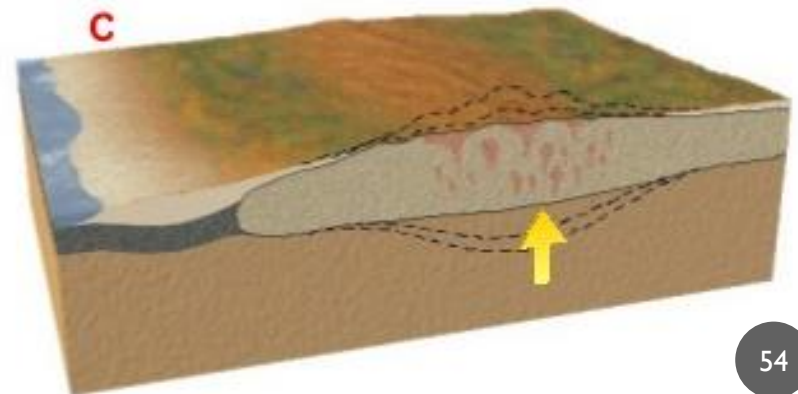
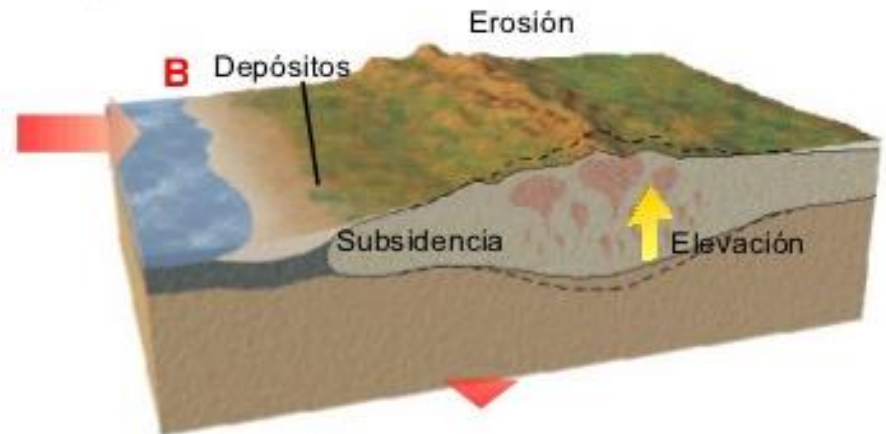
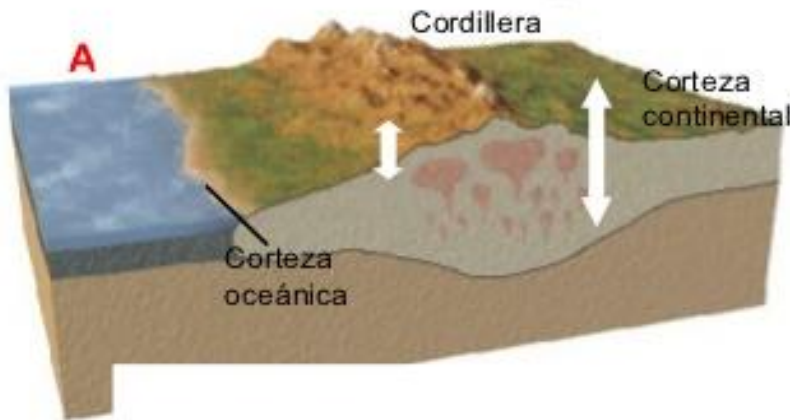
- La **isostasia** es la condición de equilibrio que presenta la superficie terrestre debido a la diferencia de densidad de sus partes.
- El equilibrio isostático puede romperse por un movimiento tectónico o el deshielo de una capa de hielo
- Los continentes son menos densos que el manto, y también que la corteza oceánica.
- Cuando la corteza continental se pliega acumula gran cantidad de materiales en una región concreta. Terminado el ascenso, comienza la erosión.
- Los materiales se depositan, a la larga, fuera de la cadena montañosa, con lo que ésta pierde peso y volumen.
- Las raíces ascienden para compensar esta pérdida.



# ISOSTASIA:

La isostasia es el mecanismo de ajuste que permite explicar los movimientos verticales de la corteza

Según este modelo si una zona terrestre se sobrecarga se hundirá , mientras que si se descarga, se elevará



**A** En las cordilleras la corteza es más profunda.

**B** La erosión retira materiales de las zonas más altas, activándose la recuperación isostática que elevará la base de la cordillera.

**C** La recuperación se distribuye regionalmente por lo que no se producen grandes saltos laterales.