

INTRODUCCIÓN A LA GEOLOGÍA

Deriva Continental y Tectónica de Placas



CATEDRA DE GEOLOGIA
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Jujuy

Deriva Continental

Wegener (1880-1930) con el meteorólogo W. Köppen propuso la idea de la deriva de los continentes y en 1912 hizo pública su hipótesis de la DERIVA CONTINENTAL

En 1915 publicó “El origen de los continentes y los océanos” y expuso que las masas continentales tienen movilidad según evidencias científicas, paleoclimáticas, paleontológicas, geológicas, aunque no pudo explicar satisfactoriamente la causa o el mecanismo que provocaba tales desplazamientos.

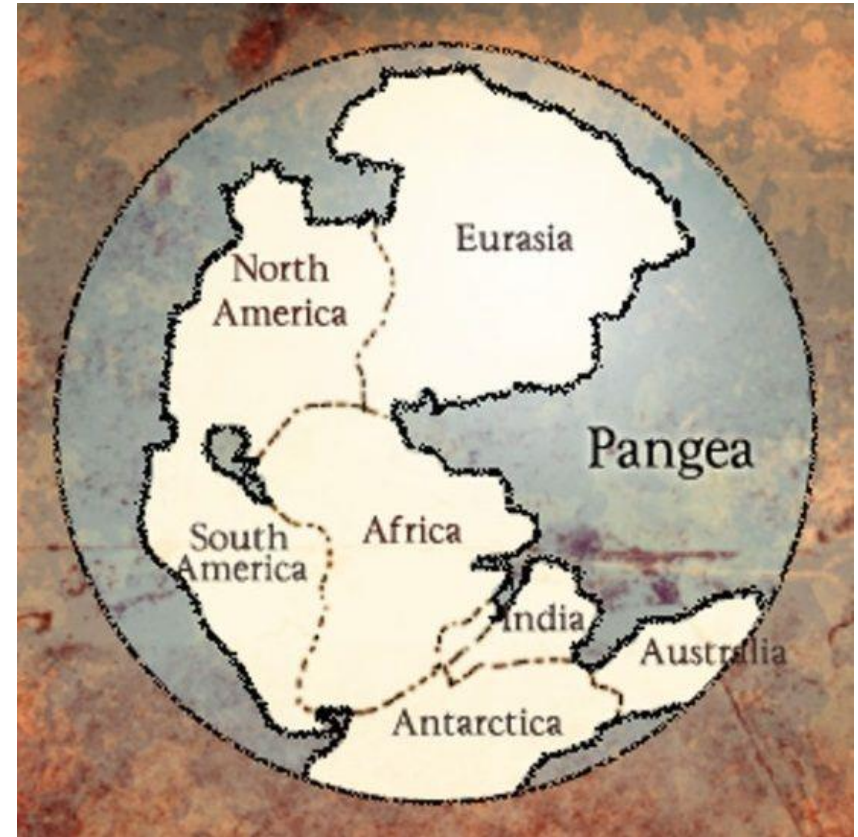


<https://sites.google.com/site/iiibgeochumbertodelgado/ii/tare/deriva-continental>

Deriva Continental

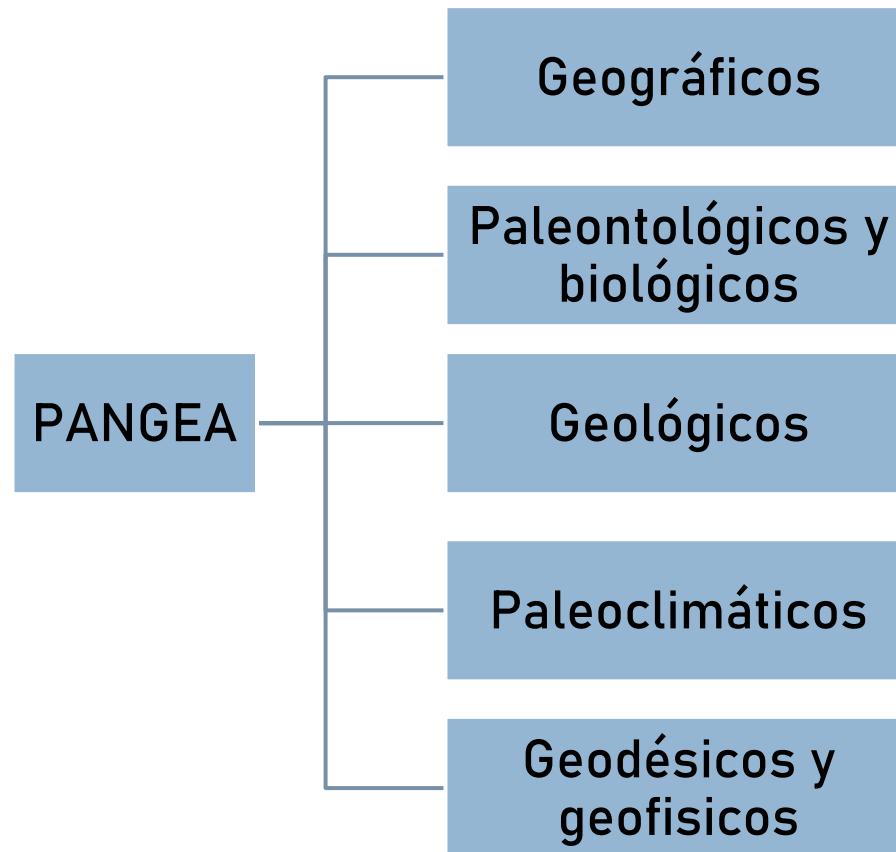
Wegener formula su hipótesis basándose en las formas de los continentes a cada lado del Océano Atlántico, como África y Sudamérica que parecen encajar.

Wegener indica que el conjunto de los continentes actuales estuvieron unidos en el pasado remoto de la Tierra, formando un supercontinente, denominado PANGEA, que significa "toda la tierra", este se habría quebrado y sus partes se alejarían unas de otras.



Deriva Continental: pangea y otros continentes

Argumentos multidisciplinarios de Wegener:



Deriva Continental: argumentos geográficos

PANGEA:

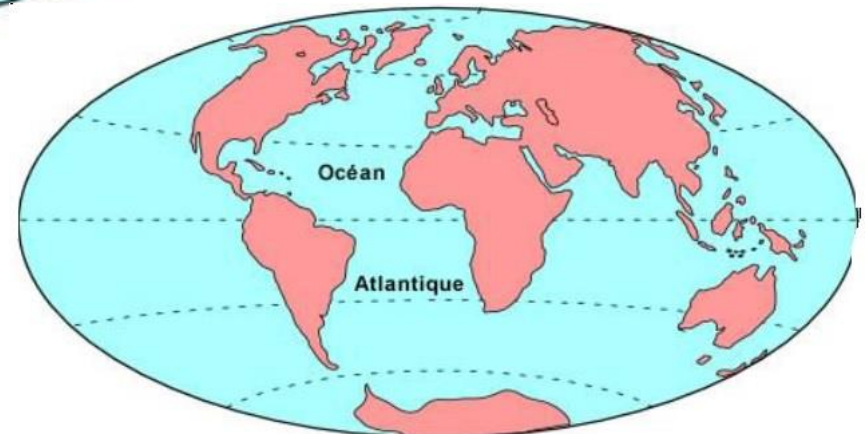
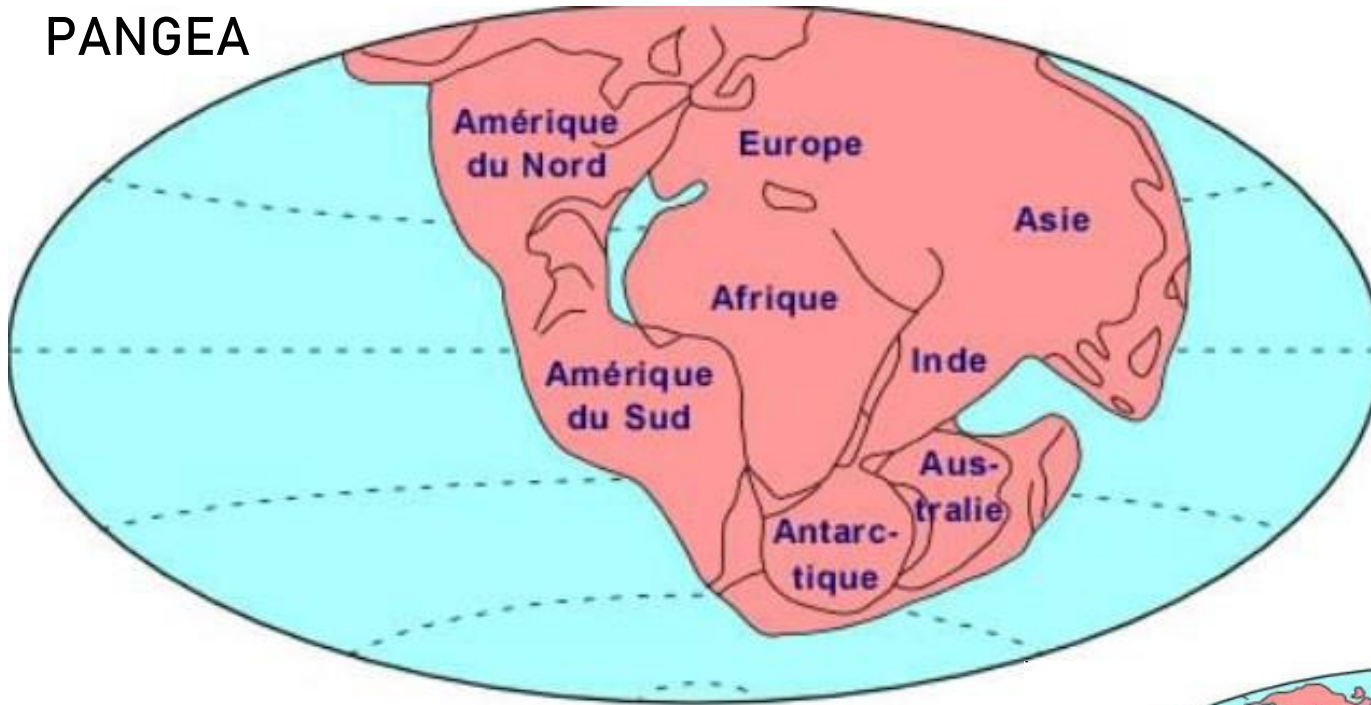
Continentes
que encajan...



Coincidencia en la
forma de las costas
de África y
Sudamérica.

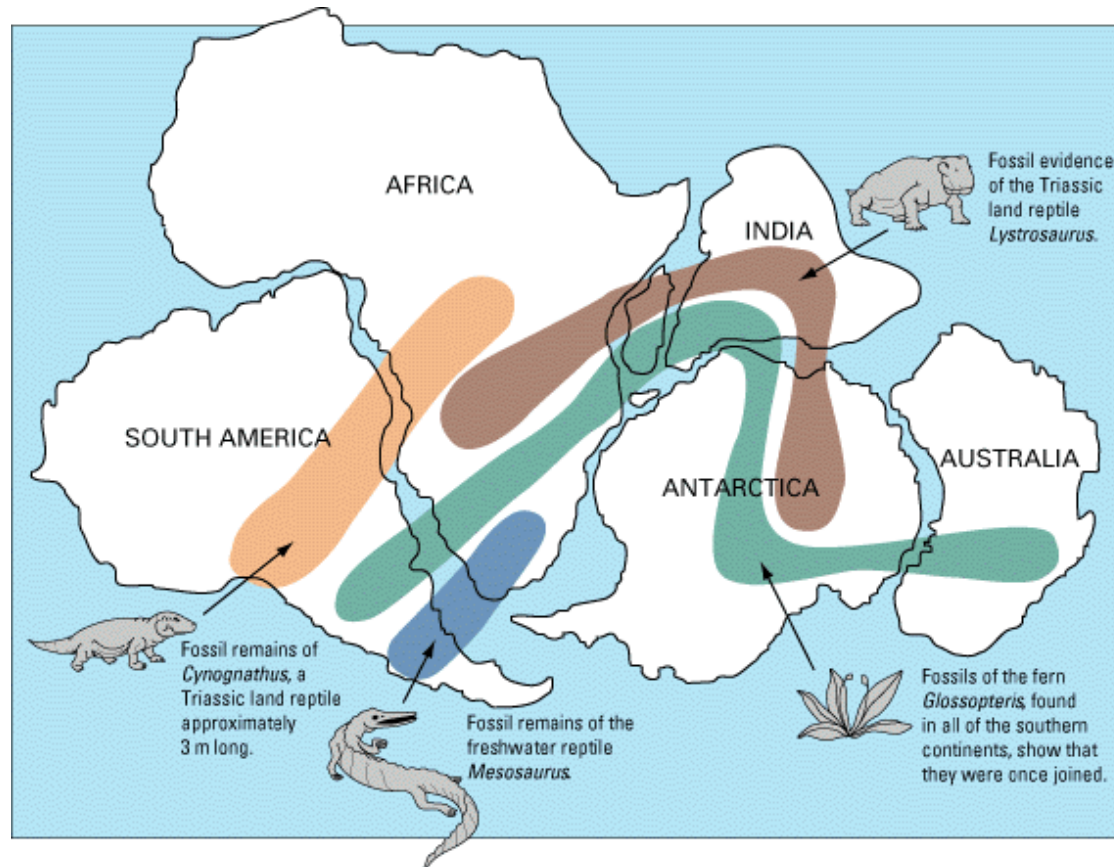
Deriva Continental: argumentos geográficos

PANGAEA



Deriva Continental: argumentos paleontológicos

La ubicación de algunos fósiles de plantas y animales encontrados en diferentes zonas continentales, podrían formar una unidad si los continentes se juntaran



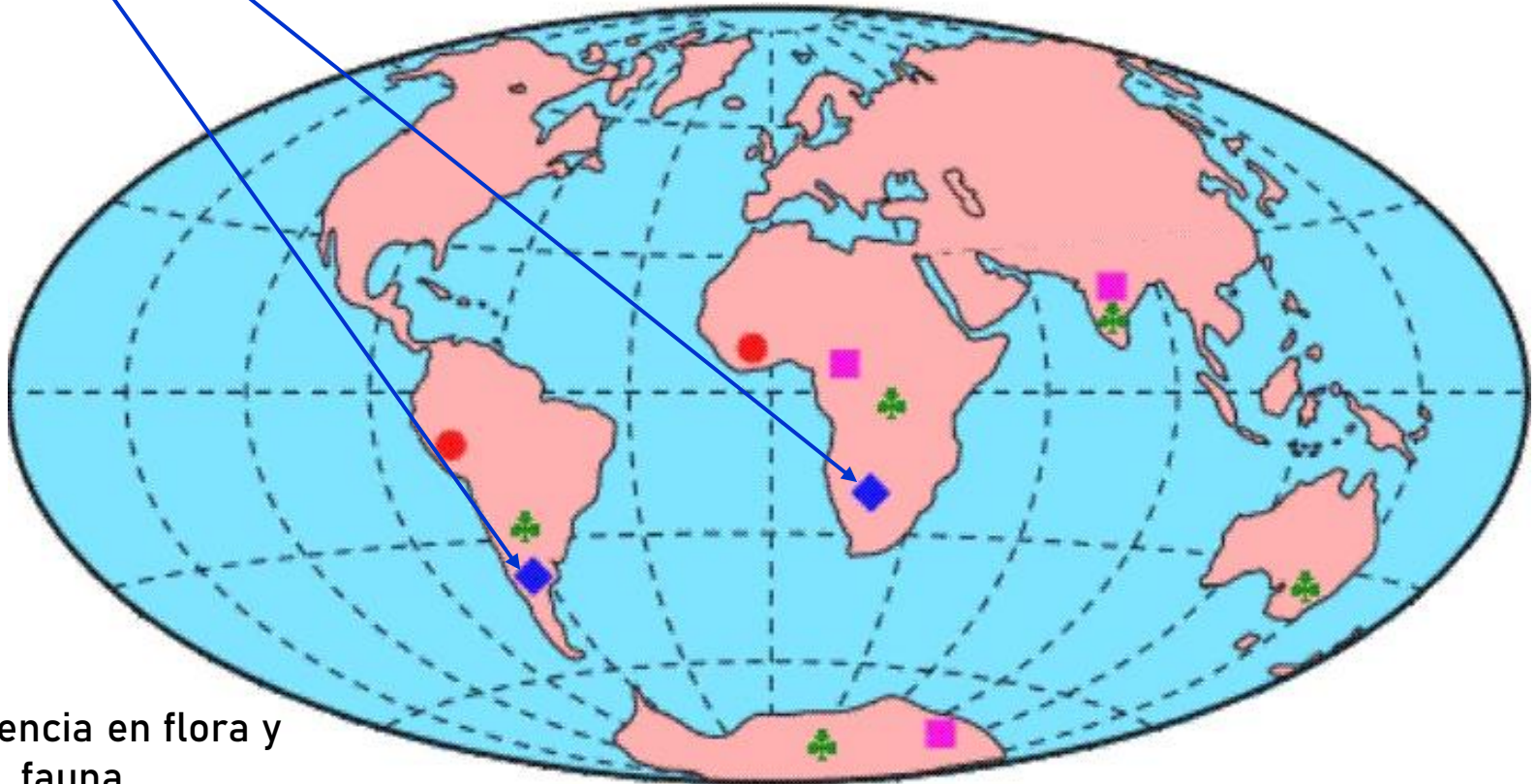
Deriva Continental: argumentos paleontológicos y biológicos

Mesosaurus. Pequeño reptil de lagos de agua dulce. -260 ma.

Cynognathus. Reptil depredador terrestre. -250 ma.

Lystrosaurus. Reptil terrestre. -240 ma.

Glossopteris. Planta terrestre. -240 ma.



Coincidencia en flora y fauna

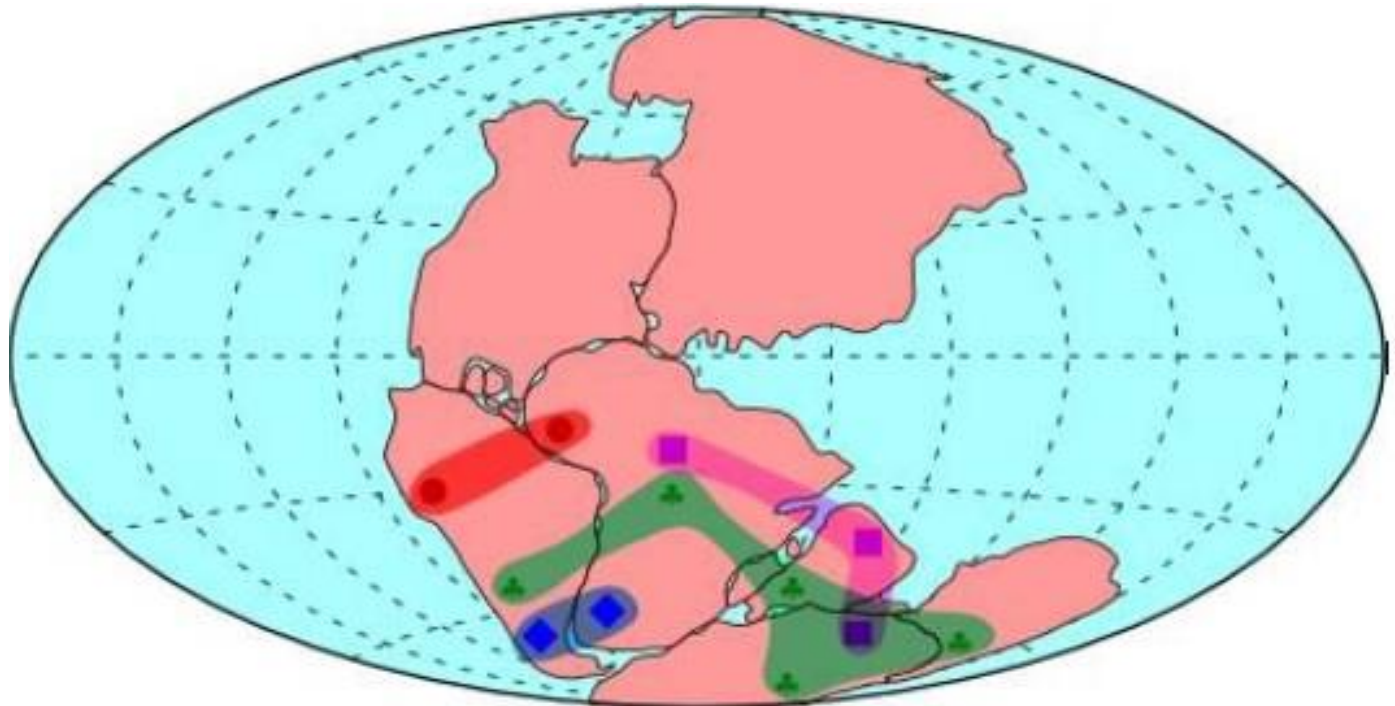
Deriva Continental: argumentos paleontológicos y biológicos

Mesosaurus. Pequeño reptil de lagos de agua dulce. -260 ma.

Cynognathus. Reptil depredador terrestre. -250 ma.

Lystrosaurus. Reptil terrestre. -240 ma.

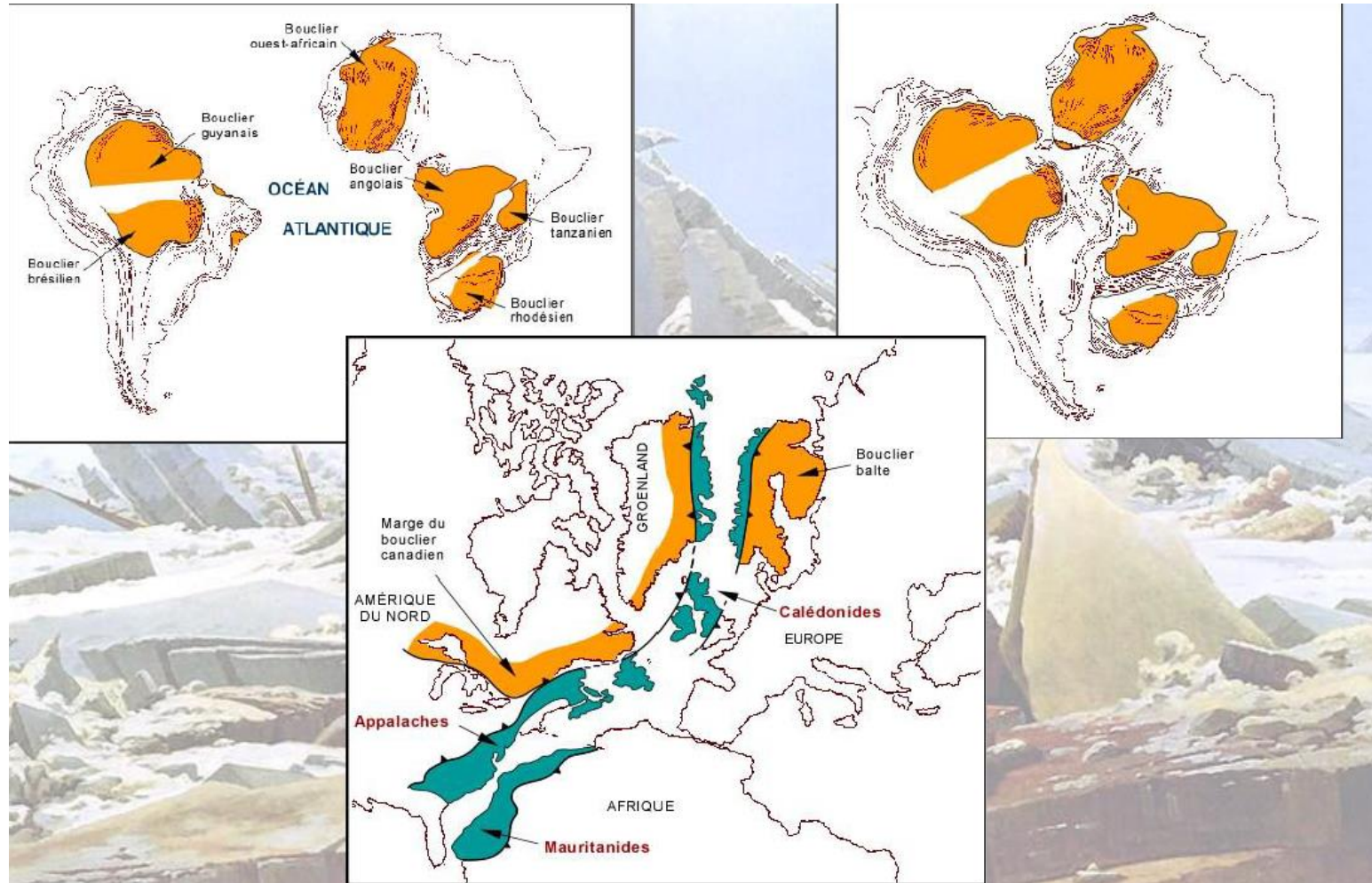
Glossopteris. Planta terrestre. -240 ma.



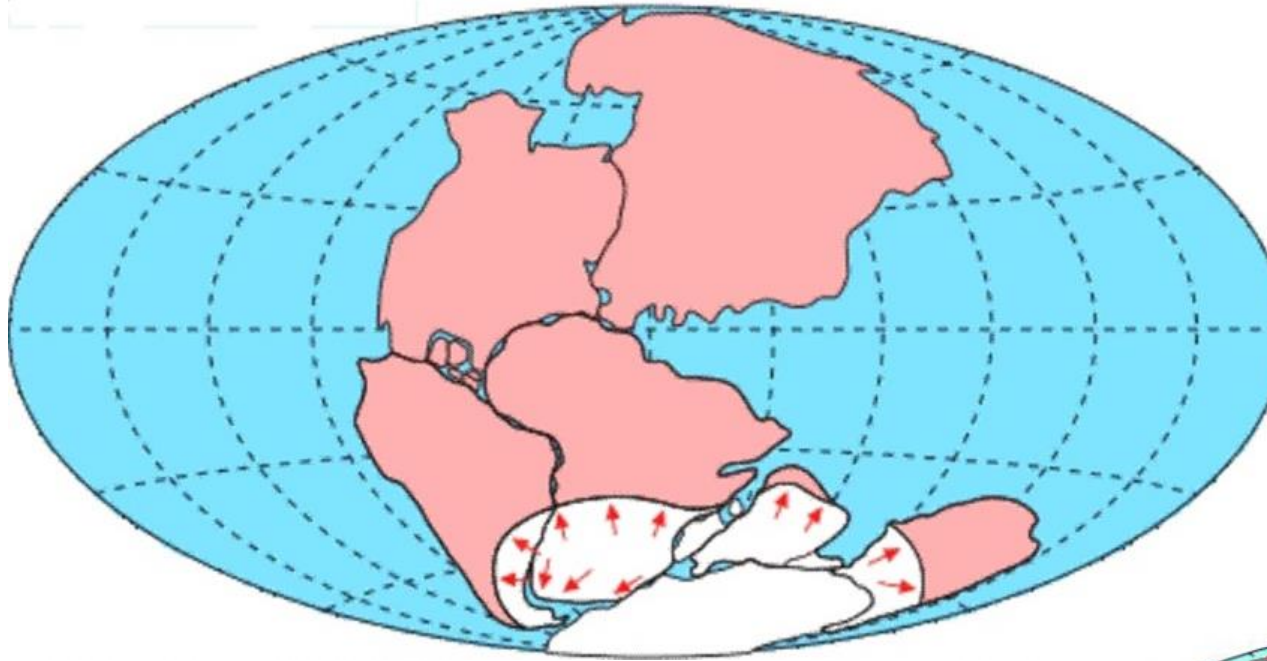
Wegener pensaba que la unión biológica fue rota por la deriva continental

Deriva Continental: argumentos geológicos

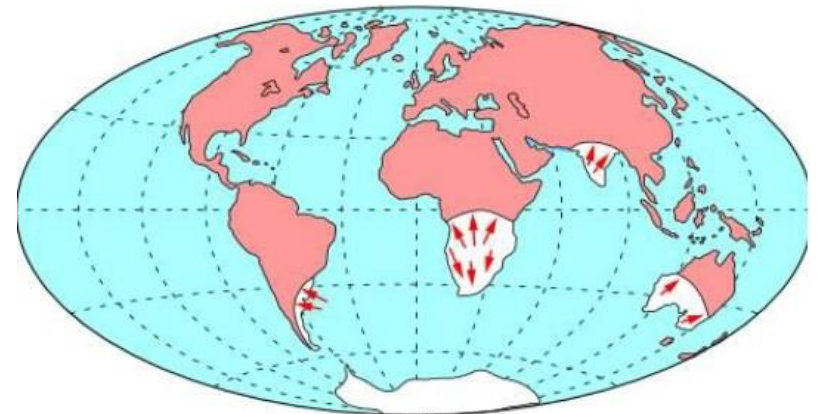
Coincidencia en los tipos de rocas y estructuras entre África y Sudamérica



Deriva Continental: argumentos paleoclimáticos



La existencia de glaciaciones hace 250 m.a. en lugares ahora muy distantes



Wegener & Köppen (1924) - Die Klimate der geologischen Vorzeit

Deriva Continental: argumentos paleoclimáticos



La prueba más convincente de la unión directa de los continentes es la distribución de la glaciación del Paleozoico superior.

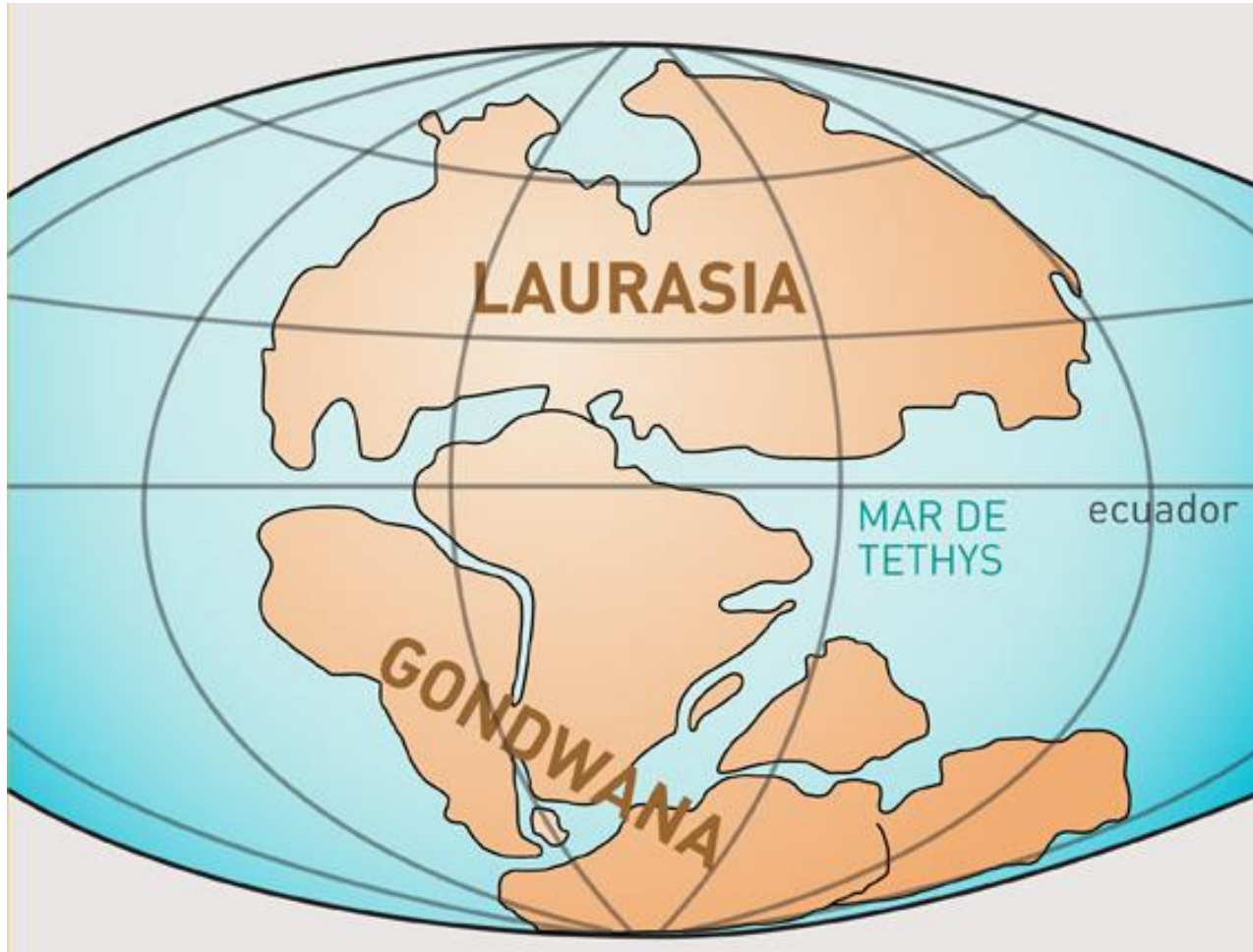
Según Wegener, esta glaciación debió afectar a un supercontinente, dada la gran extensión ocupada por el hielo

Deriva Continental: Laurasia y Gondwana

El sudafricano Du Toit a la PANGEA, la dividió en dos grandes continentes, uno al norte llamado LAURASIA y otro al sur llamado GONDWANA, de historias independientes ya que estaban separados, por lo menos desde el Paleozoico superior por el MAR DE TETHIS.



Deriva Continental: Laurasia y Gondwana



Deriva Continental



225 Million Years Ago



150 Million Years Ago



100 Million Years Ago



Earth Today

© Encyclopædia Britannica, Inc.

Deriva Continental

La hipótesis de la deriva continental de Wegener no se aceptó cuando fue propuesta porque no contaba con un mecanismo capaz de explicar la deriva a través del planeta.

**El problema que planteaba la deriva continental es que no había respuesta para explicar
¿que fuerzas movían los continentes?**

Deriva Continental

Unos pocos científicos consideraron las ideas de Wegener y continuaron con la investigación (entre ellos, Arthur Holmes quién en 1928, el mecanismo de las corrientes convectivas en el manto)

¿Dónde estaba la solución?

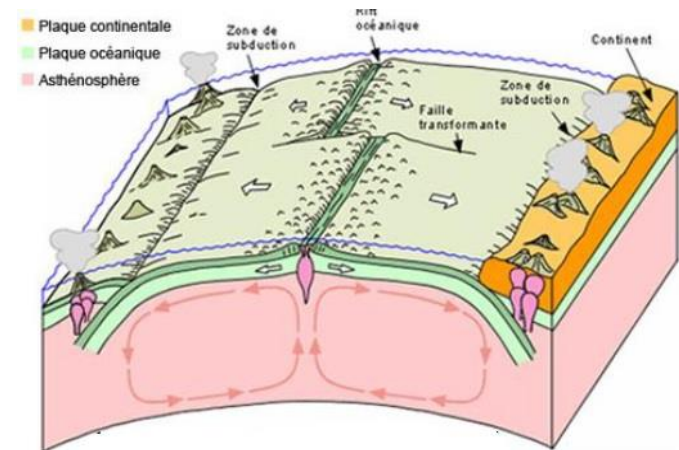
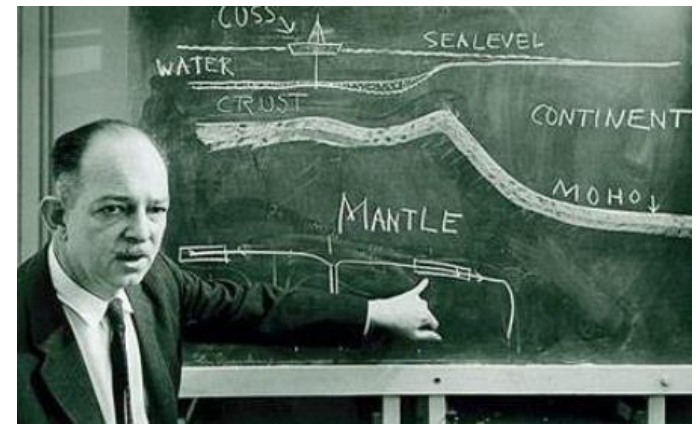
Después de la segunda guerra mundial y con nuevas tecnologías se retoma la exploración de los fondos oceánicos con fines estratégicos y económicos y se descubren -años 50 y 60- , **las cordilleras submarinas** (dorsales) y se detecta en dorsales **una gran actividad volcánica y elevado flujo térmico.**



Deriva Continental – Tectónica de Placas

1912 a 1968..... 56 años después..

- En 1965 T. Wilson fue el primero en combinar las hipótesis de la deriva de los continentes de Wegener y la expansión del fondo oceánico en un único concepto basado en zonas móviles y placas rígidas.
- Wilson sugirió que grandes fallas conectaban los cinturones móviles globales en una red continua que dividía la capa externa de la Tierra en varias «placas rígidas».
- Wilson describió los tres tipos de bordes de placa.



Deriva Continental – Tectónica de Placas

PIONEROS DE LA TECTÓNICA DE PLACAS



Alfred Wegener



Harry Hess



Fred Vine y Drummond
Matthews



John Tuzo-Wilson



Dan McKenzie

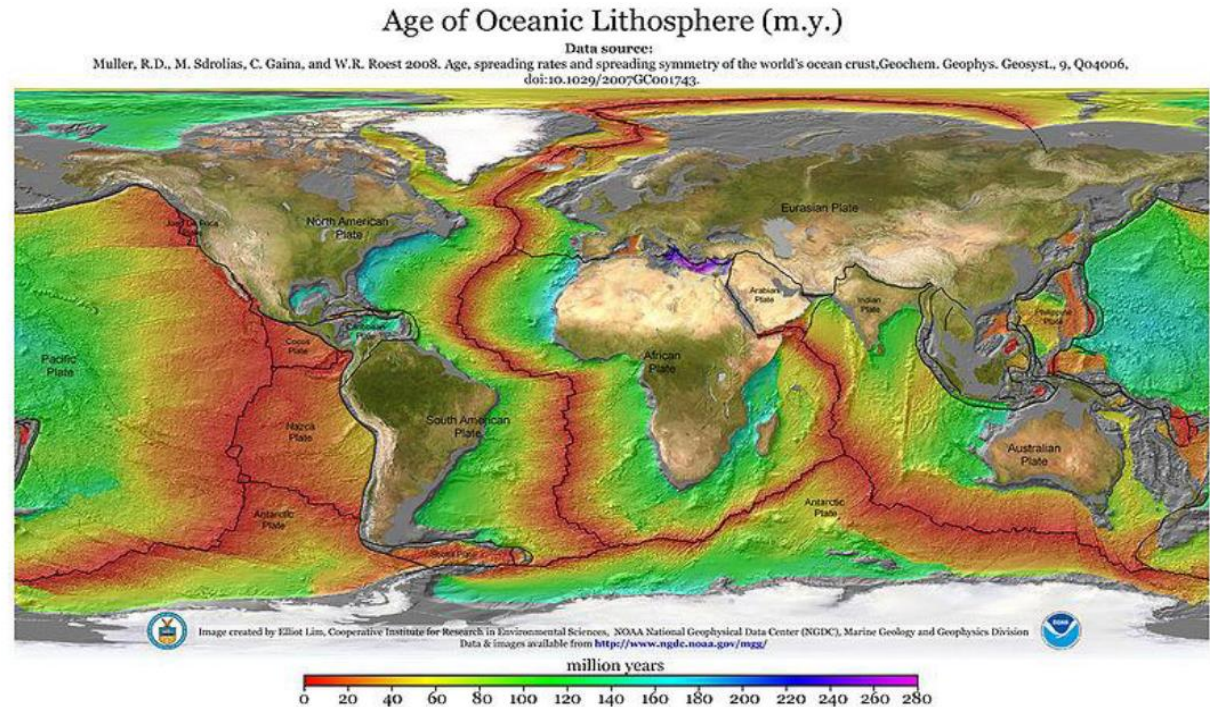
La teoría de la Tectónica de Placas, no tiene un único autor y se enunció como resultado de diversas publicaciones.

Tectónica de placas

1912 a 1968..... 56 años después..

En 1968 se unieron los conceptos de deriva continental y expansión del fondo oceánico en una teoría mucho más completa conocida como **TECTÓNICA DE PLACAS**

En los años 1970 los geólogos adhieren a la Teoría de la Tectónica de Placas, que completa la Deriva continental de Wegener



En que consiste la teoría de Tectónica de placas ?

La litosfera está rota en numerosos fragmentos, llamados Placas:

- El origen de las placas se debe a corrientes de convección en el interior del manto, las cuales fragmentan a la litosfera.
- Las Placas se mueven unas con respecto a las otras y cambian de tamaño y forma.
- El movimiento de las placas no es uniforme.
- El fondo oceánico se crea y se renueva continuamente.
- Dadas las dimensiones constantes del globo terrestre, la corteza oceánica se debe consumir
- La mayoría de las grandes placas incluye un continente entero además de una gran área de suelo oceánico (por ejemplo, la placa Sudamericana).
- Ninguna de las placas está definida completamente por los márgenes de un continente. (diferencia con Wegener)

Placas tectónicas



¿ Que es una placa tectónica ?

Que es una placa tectónica ? Comportamiento geoquímico y reológico

Repasamos conceptos estructura interna de la Tierra.....

MODELO GEOQUÍMICO

En función de la composición química de los materiales

Corteza

Continental

Oceánica

Manto

Superior

Inferior

Núcleo

Externo

Interno

Discontinuidad de Mohorovicic

Discontinuidad de Gutemberg

MODELO DINÁMICO.

Litosfera

Astenosfera

Mesosfera
Manto superior e inferior

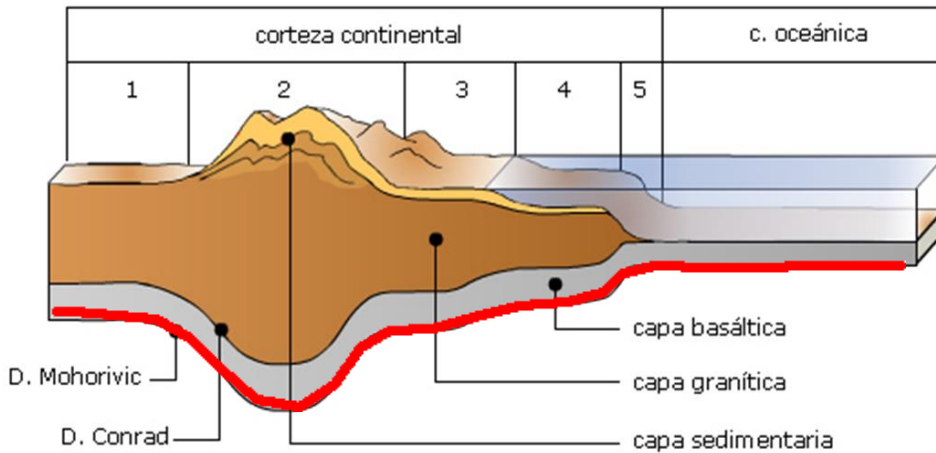
Endosfera
Núcleo externo e interno

Que es una placa tectónica ?

Repasamos conceptos estructura interna de la Tierra.....

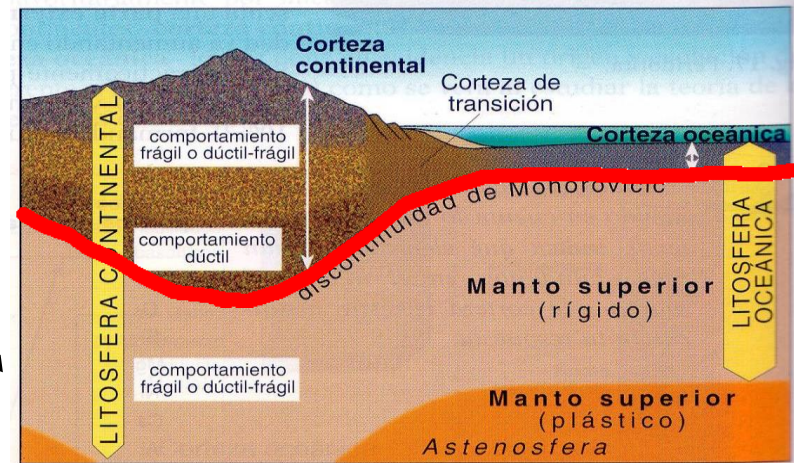
MODELO GEOQUÍMICO

(1) Escudo (2) Orógeno (3) plataforma (4) Plataforma continental (5) Talud continental



Cuando hablamos de placas tectónicas o litosféricas, nos referimos a las secciones en las que se agrieta la litosfera

MODELO DINÁMICO.



Las placas se asientan sobre una capa de rocas más débiles y caliente que se denomina astenosfera.

 Discontinuidad de Mohorovicic

Que es una placa tectónica ?

Para que un bloque litosférico sea considerado una placa tectónica independiente es necesario que cumpla, al menos, dos requisitos importantes:

- (1) debe tener unos límites tectónicos bien definidos con fallas o zonas de fallas que la separen de las placas vecinas (es decir, los límites deben atravesar la litosfera o tener dimensiones litosféricas).
- (2) debe tener un desplazamiento relativo respecto al resto de placas que la rodean.

Placas tectónicas

Podemos dividir la superficie de la Tierra en 7 placas mayores y 8 menores.....

¿ cuantas son las placas ?

Placas tectónicas



Placas tectónicas

Lectura recomendada

FUNDAMENTOS
CONCEPTUALES Y
DIDÁCTICOS

¿Cuántas placas hay en el planeta tierra?

How many plates are in Earth?

PEDRO ALFARO¹ Y CARLOS FERNÁNDEZ²

¹ Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante, 03080-Alicante. E-mail: pedro.alfaro@ua.es

² Departamento de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Huelva, 21071-Huelva. Email: fcarlos@uhu.es

Resumen El mapa de placas tectónicas que se utiliza habitualmente en los libros de texto incluye las 14 placas que describió Seiya Uyeda en 1978 que, además, fueron utilizadas por los modelos NUVEL 1 y NUVEL 1A. Estos modelos cinemáticos, los más utilizados entre 1990 y 2010, permitieron calcular el movimiento relativo entre estas 14 grandes placas. La irrupción de la geodesia espacial, principalmente de los datos GPS, ha permitido conocer con mucho mayor detalle cómo funciona nuestro planeta. En estos últimos años se ha publicado el modelo MORVEL-56, que divide la litosfera terrestre en 56 placas. Este modelo cinemático, que integra datos de tipo geológico, geofísico y geodésico, permite conocer el movimiento relativo entre todas ellas, y ofrece una imagen más realista de la actividad tectónica del planeta. En este trabajo se analiza, a modo de ejemplo, la actividad tectónica reciente del sector del Mediterráneo oriental y de la península arábiga.

Palabras clave: Cinemática, geodesia, NUVEL, MORVEL, tectónica de placas.

https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/111357/1/Alfaro_Fernandez_2019_EnsCiencTierra.pdf

Placas tectónicas

- El mapa de placas tectónicas que se utiliza habitualmente en los libros de texto divide la superficie de la Tierra en 7 placas mayores y 8 menores.
- *Sin embargo, el mapa actual de las placas tectónicas no es más que una imagen instantánea de una película extraordinariamente lenta a escala humana, pero que ha cambiado, cambia y cambiará continuamente.*

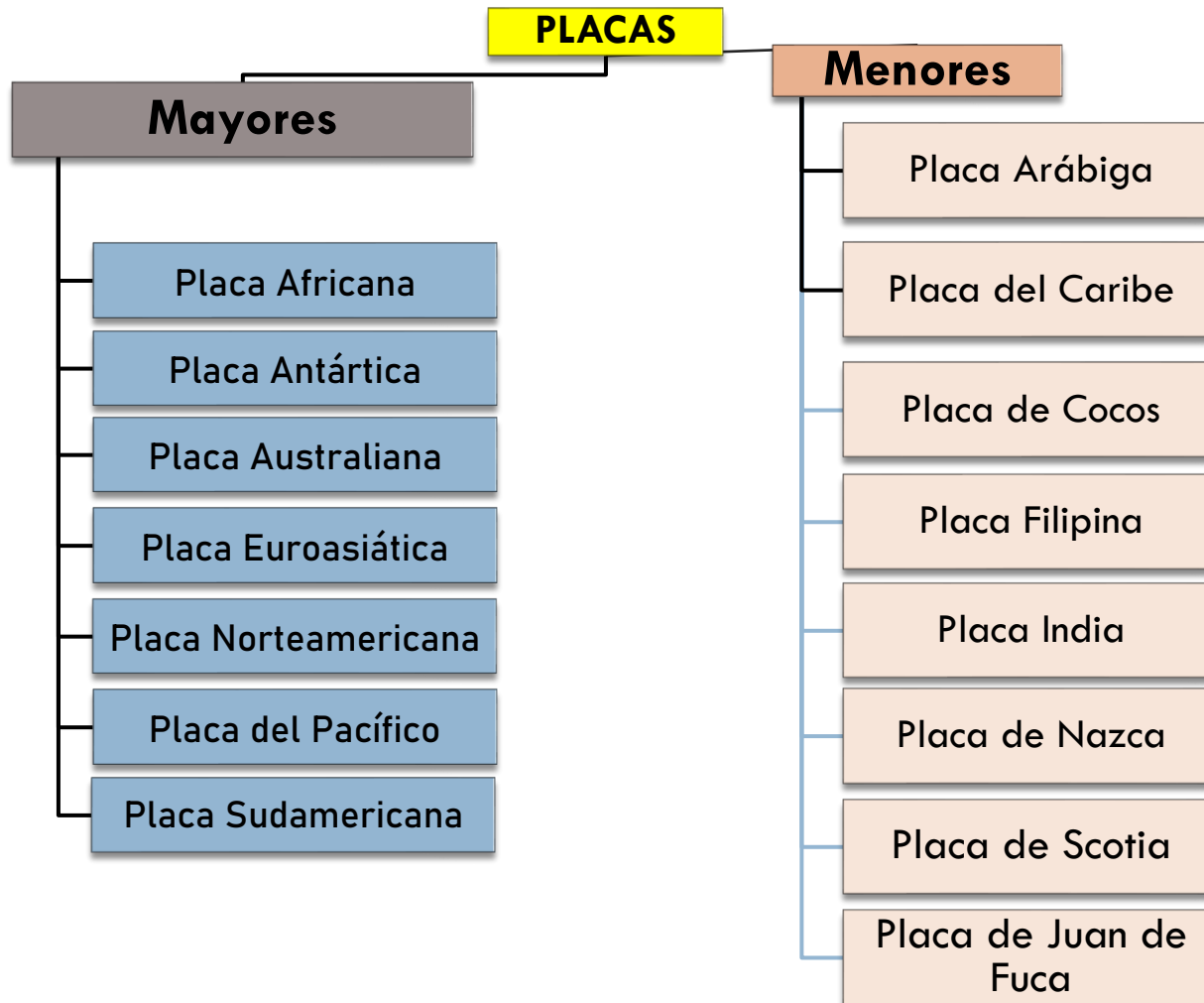
Videos recomendados

<https://www.youtube.com/watch?v=llnwyAbczog>

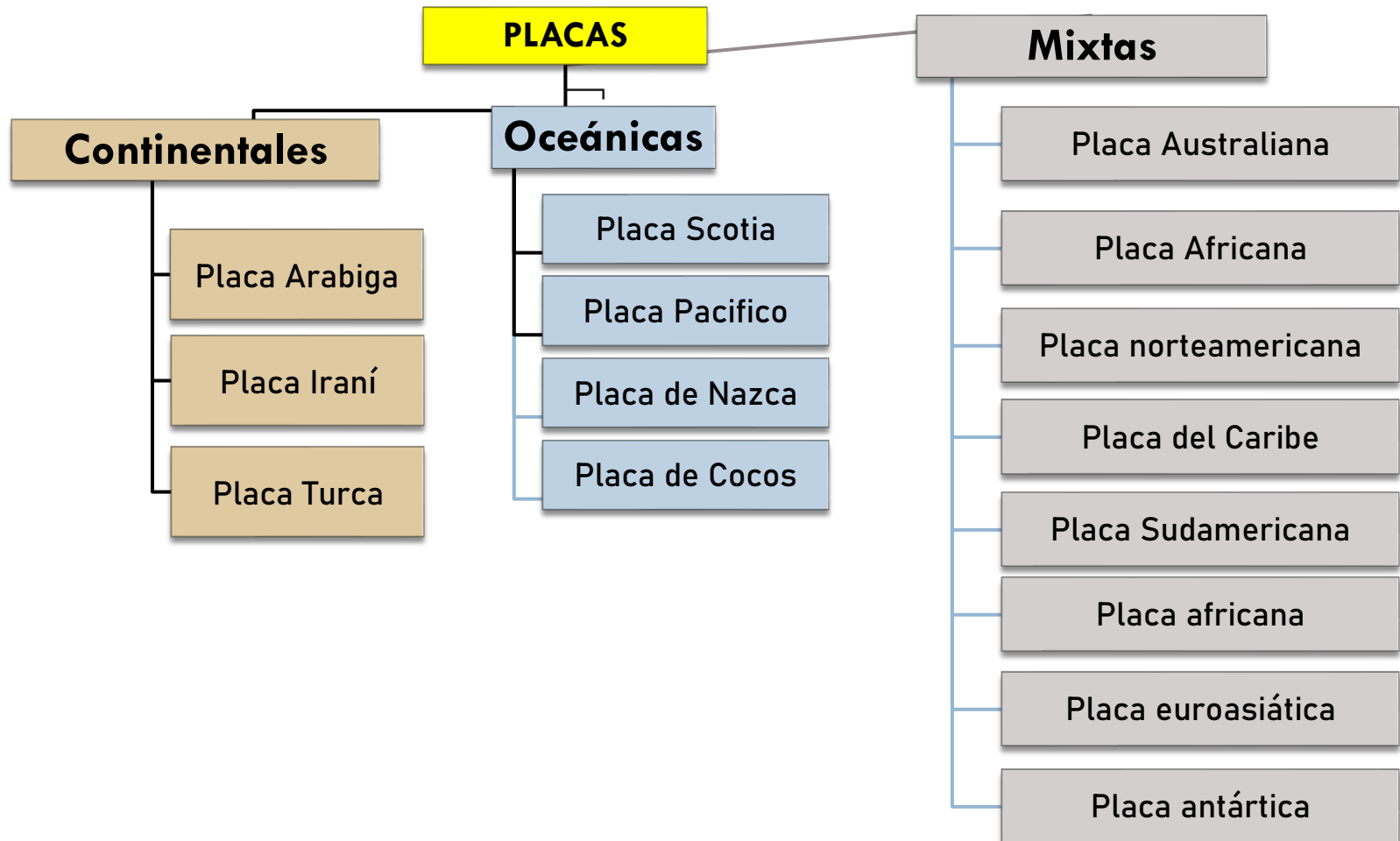
<https://www.youtube.com/watch?v=Q10reyX0-fw>

Alfaro García, P., & Fernández, C. (2019). ¿ Cuántas placas hay en el planeta tierra?.

Placas tectónicas



Placas tectónicas



Placas tectónicas

- La irrupción de nuevas técnicas geodésicas, ha impulsado de forma espectacular el conocimiento sobre el número de placas tectónicas y su movimiento relativo, no sólo de las grandes piezas, sino de otras cuantas decenas más pequeñas.
- Estos conocimientos permiten explicar el porqué de los grandes terremotos, la localización de los volcanes activos, la distribución de los grandes cinturones de rocas, los grandes rasgos del relieve terrestre o los eventos clave que cambiaron el clima en la historia de nuestro planeta.
- El modelo MORVEL-56 ofrece una imagen más realista de nuestro planeta, con **56 placas tectónicas**.
- Los datos geodésicos están demostrando que las placas no tienen un comportamiento completamente rígido, sino que sufren, en mayor o menor medida, una deformación interna.

Alfaro García, P., & Fernández, C. (2019). ¿ Cuántas placas hay en el planeta tierra?

Kreemer, C., Blewitt, G. y Klein, EC (2014). Un modelo de movimiento de placa geodésica y tasa de deformación global. *Geoquímica, Geofísica, Geosistemas* , 15 (10), 3849-3889.

Placas tectónicas



¿ Se mueven ?

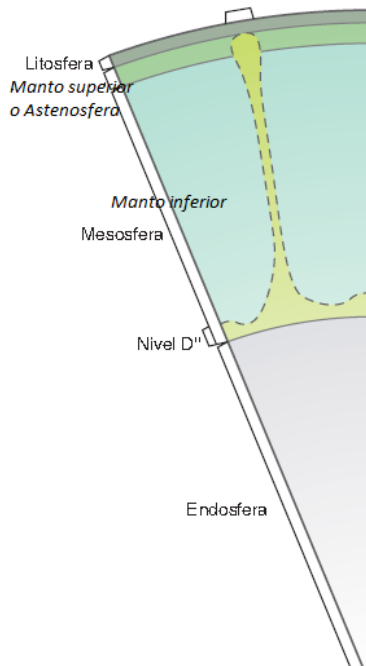
Tectónica de placas

Movimientos de las placas tectónicas:

- Los procesos geológicos, y también los relacionados con la tectónica de placas, son tan lentos que solemos imaginarnos, a lo largo de su historia pasada y futura, un planeta muy parecido al actual, sin embargo, las placas se mueven.
- Las placas tectónicas se desplazan sobre la astenósfera.
- Se mueven a velocidades diferentes, generalmente lentas, pero constantes.
- Los movimientos son imperceptibles excepto cuando colisionan con otras.
- En caso de colisión, percibimos las ondas sísmicas del impacto.
- La causa fundamental del movimiento de las placas es la diferente distribución del calor interno de la Tierra que provoca corrientes de convección en el manto.

Corrientes de convección: definiciones

Convección: es el transporte de calor por medio del movimiento del fluido. Es el movimiento de materia que arrastra calor debido a las diferencias de densidad que se generan por diferencias de temperatura.



Convección: desplazamiento espontáneo de materia producido por el gradiente térmico que existe entre las partes profundas del planeta (2.900 km. de profundidad, capa D) y la parte superficial.

Tectónica de placas: corrientes de convección

- Las placas litosféricas se desplazan y para ello necesitan una fuente de energía: las corrientes de convección.
- Las corrientes se desarrollan y originan en el Manto,
- Las corrientes de convección transportan volúmenes de rocas calientes hacia arriba y volúmenes de rocas frías hacia abajo

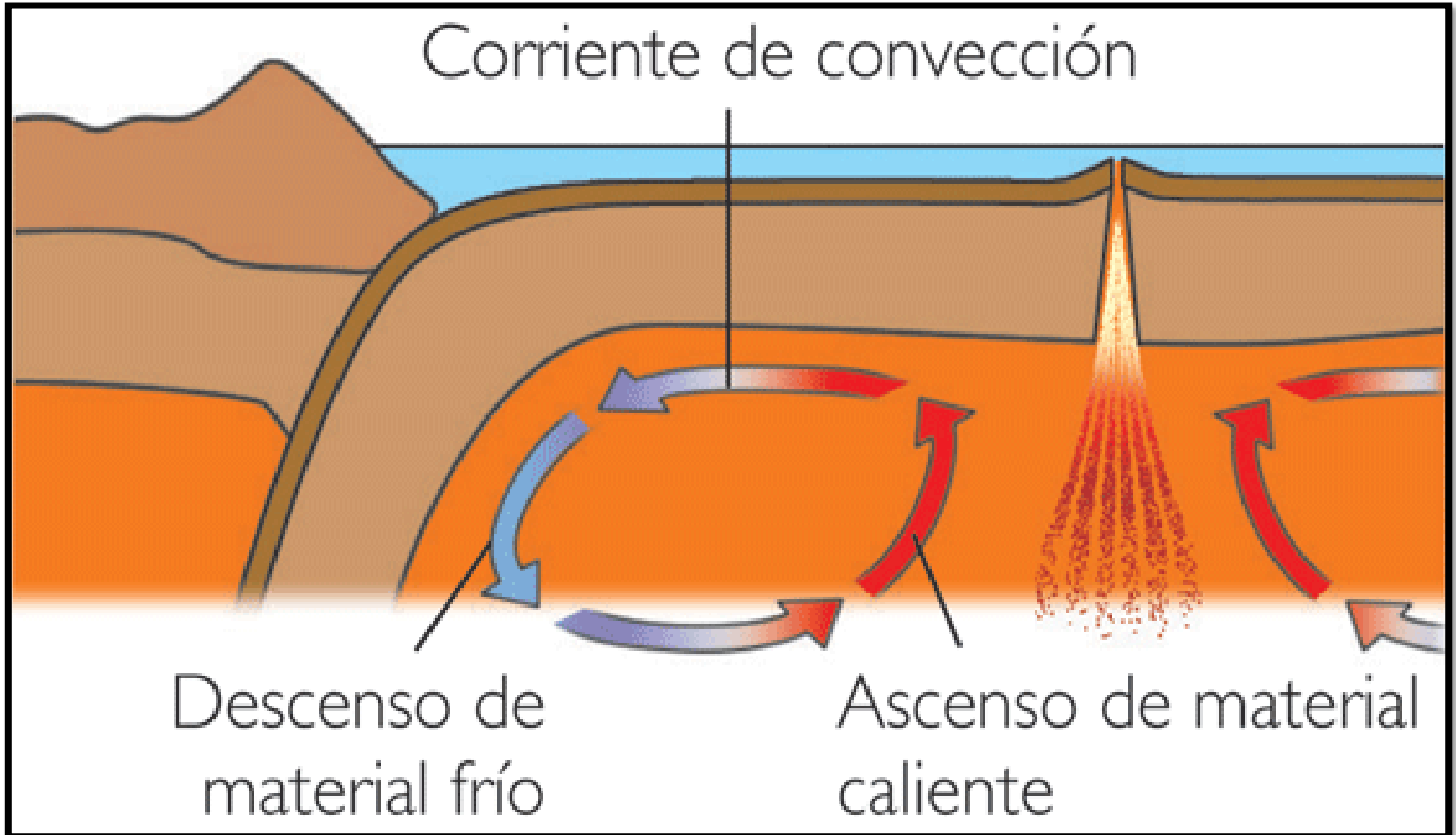
Sin embargo, esta teoría ahora está en revisión ya que las técnicas de imágenes modernas no pueden identificar las células de convección del manto que son lo suficientemente grandes como para impulsar el movimiento de la placa.

<https://www.geolsoc.org.uk/Plate-Tectonics/Chap2-What-is-a-Plate/Plate-Movement>



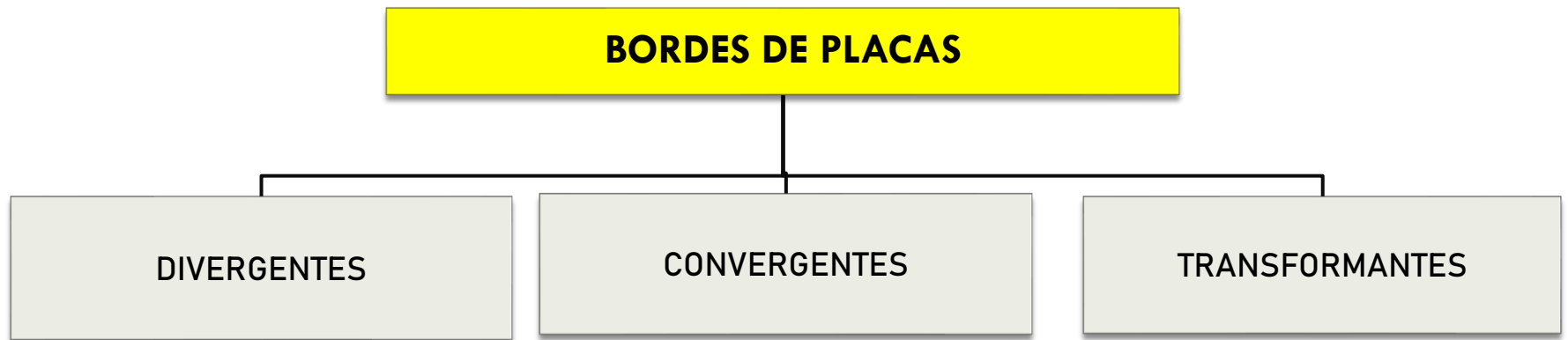
Por ejemplo, al calentar el agua en una cacerola, el agua que entra en contacto con la base de la cacerola, asciende al calentarse, mientras que el agua de la superficie desciende por los lados y ocupa el lugar que dejó la porción caliente.

Corrientes de convección

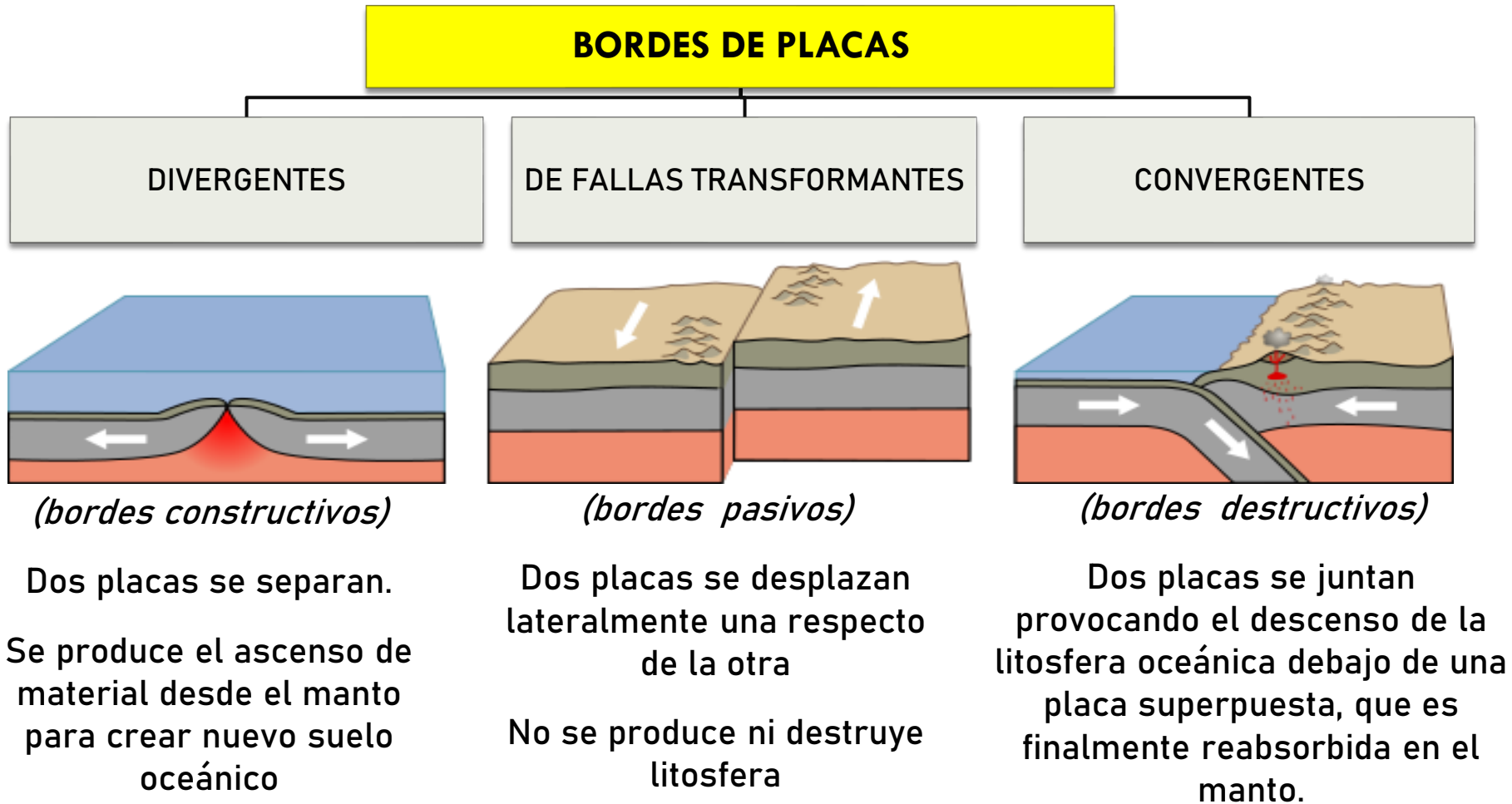


Tectónica de placas: bordes de placas

- El interior de las placas puede experimentar alguna deformación.
- La mayor deformación se produce a lo largo de los bordes.
- Es en los bordes de placas donde se presenta la mayor actividad tectónica ya que es donde se produce la interacción entre placas.



Tectónica de placas: bordes de placas

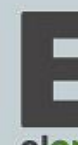


Placas tectónicas



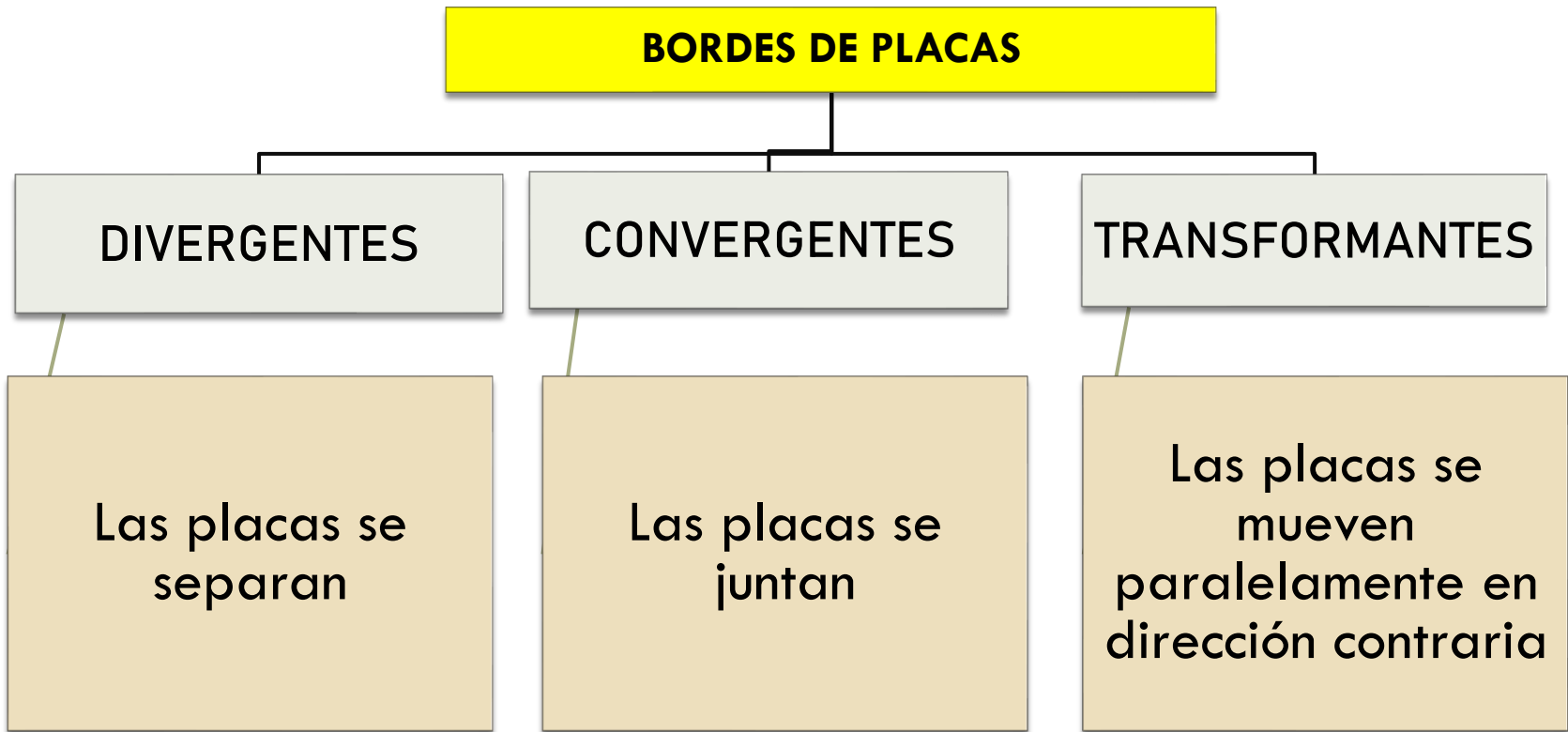
Cartografía:
Abel Gil Lobo (2020)

Fuentes:
Universidad de La Frontera (2007); USGS (2012)



Tectónica de placas: movimientos de placas

- Las placas se mueven de tres maneras



Tectónica de placas: movimientos de placas

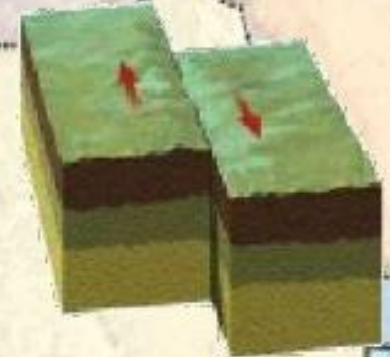
Las placas se mueven de tres maneras



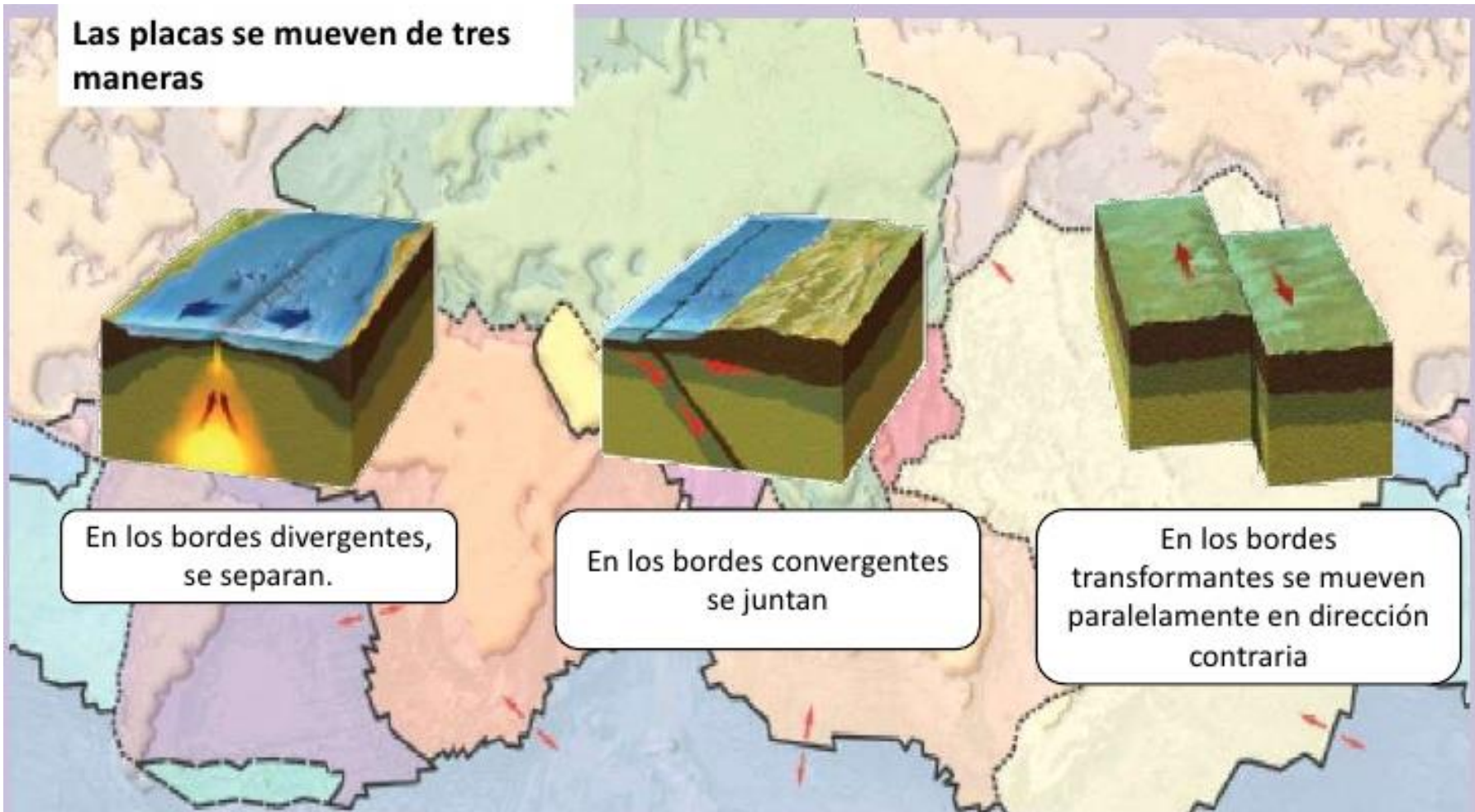
En los bordes divergentes, se separan.



En los bordes convergentes se juntan



En los bordes transformantes se mueven paralelamente en dirección contraria

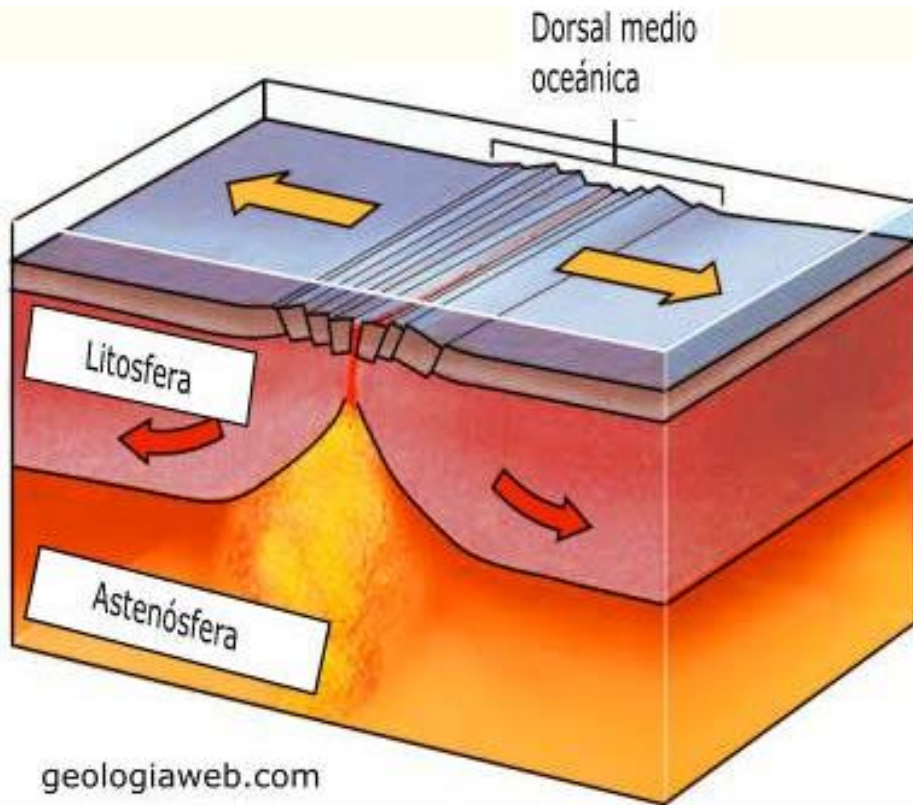


Tectónica de placas: *movimientos divergentes*



MOVIMIENTOS DIVERGENTES

Tectónica de placas: *movimientos divergentes*



En los márgenes de las placas divergentes, las placas se están separando y se está creando un nuevo fondo marino o nueva litosfera.

En los océanos, se ha producido el sistema de cordilleras oceánicas o dorsales oceánicas (montañas submarinas).

Tectónica de placas: *movimientos divergentes*

En los continentes, los márgenes divergentes producen valles de ruptura como por ejemplo, la placa árabe se está separando de la placa africana a lo largo de un sistema de crestas divergentes activas, para formar el Mar Rojo y el Golfo de Adén

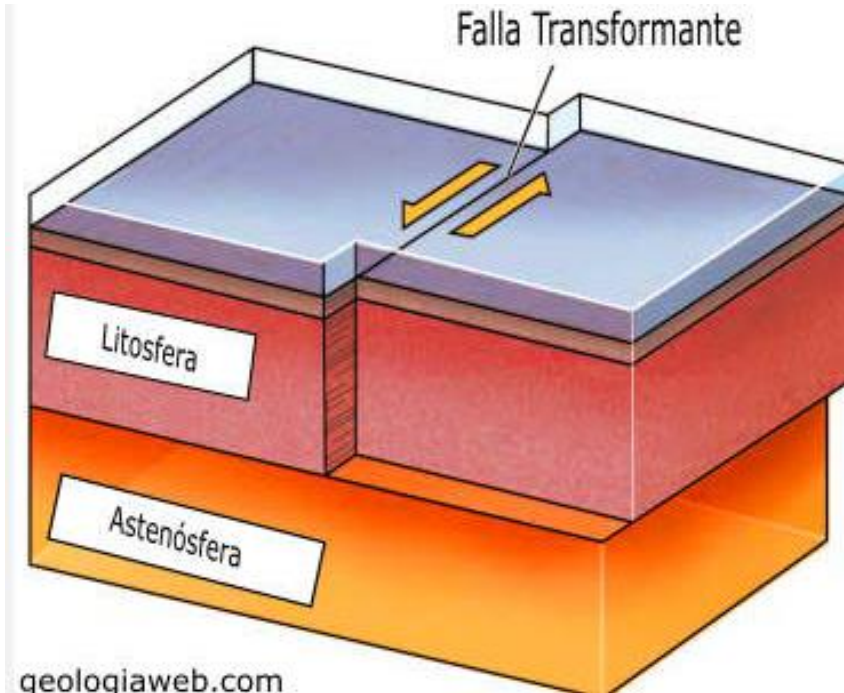


Tectónica de placas: *movimientos divergentes*



MOVIMIENTOS DE FALLAS TRANSFORMANTES

Tectónica de placas: *movimientos de falla transformante*



En los límites transformantes, una placa se desliza de lado a lado de otra, pero no se forma placa nueva y no se consume ninguna placa vieja.

Los bordes transformantes son, por lo tanto, definidos por una falla vertical en la que la dirección de deslizamiento es paralela a la superficie de la Tierra.

El deslizamiento rompe la corteza y forma un conjunto de fracturas pronunciadas.

Tectónica de placas: *movimientos divergentes*



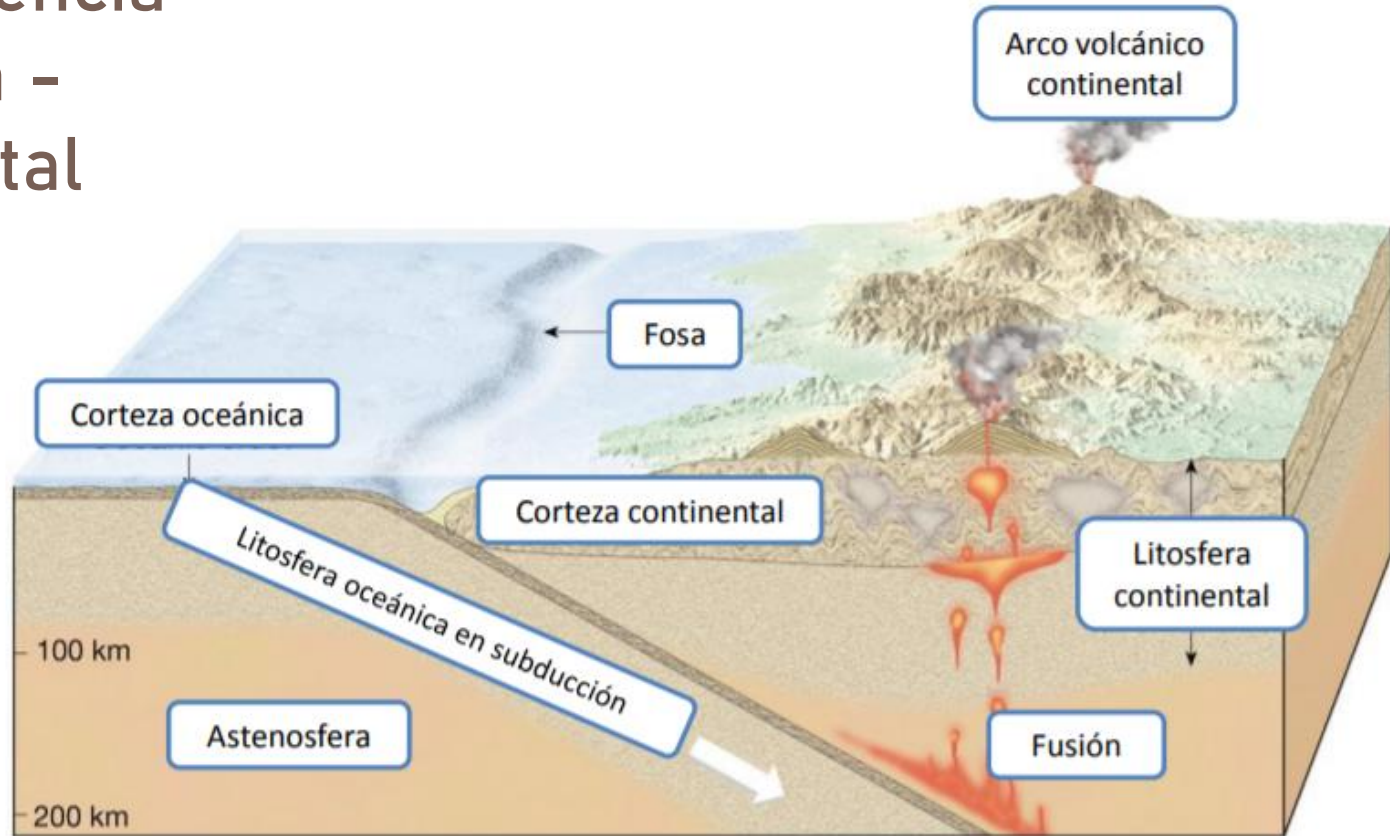
MOVIMIENTOS
CONVERGENTES

Tectónica de placas: *movimientos convergentes*

- En los márgenes de las placas convergentes, las placas se mueven una hacia la otra.
- La litosfera se hunde debajo de la placa adyacente en un proceso conocido como "subducción".
- Los márgenes convergentes se comportan de manera diferente dependiendo de si las placas litosféricas involucradas son oceánicas, continentales o una de cada una.

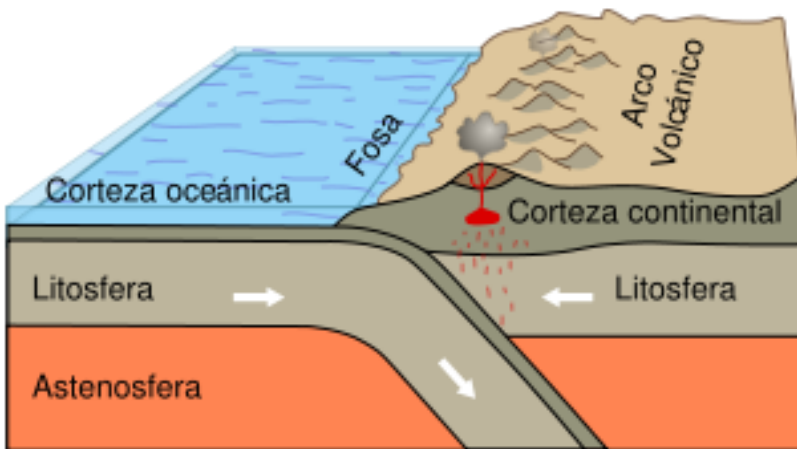
Tectónica de placas: *movimientos convergentes*

Convergencia oceánica - continental



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Tectónica de placas: *movimientos convergentes*



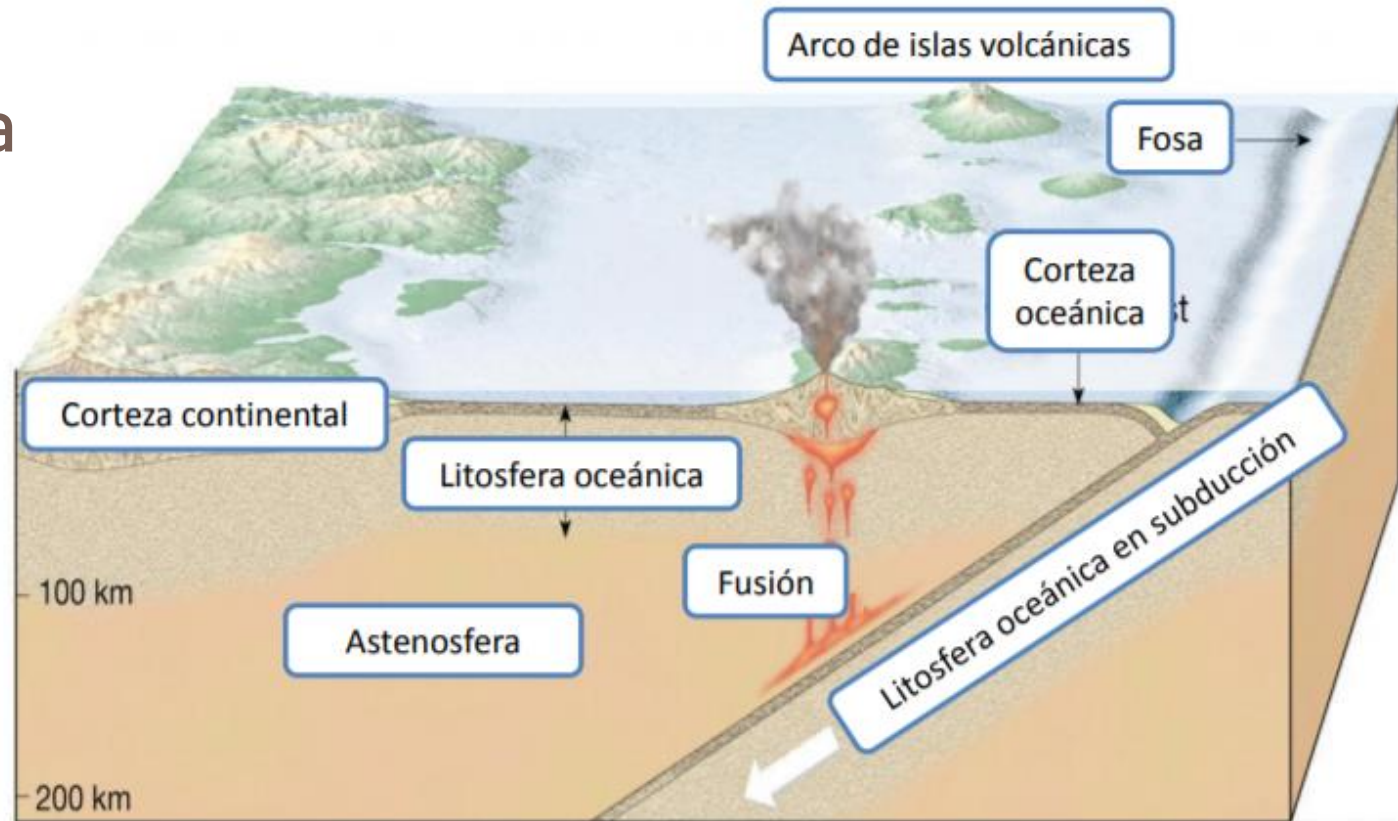
Ej: Convergencia oceánica continental

Ej: La placa de Nazca se mueve hacia el este, hacia la placa de América del Sur (79 mm año). La fricción y la temperatura funden materiales del manto y la corteza, que ascienden formando un orógeno pericontinental en un proceso llamado "**obducción**". (chocan, comprimen los sedimentos y forman una cordillera).

Donde las dos placas se encuentran, la litosfera oceánica más densa de la placa de Nazca es empujada hacia abajo y debajo de la litosfera continental, descendiendo en ángulo hacia el manto en un proceso llamado **subducción**. Esto se marca en la superficie del océano por la presencia de la Fosa Perú-Chile. La placa oceánica subduce.

Tectónica de placas: *movimientos convergentes*

Convergencia oceánica - oceánica

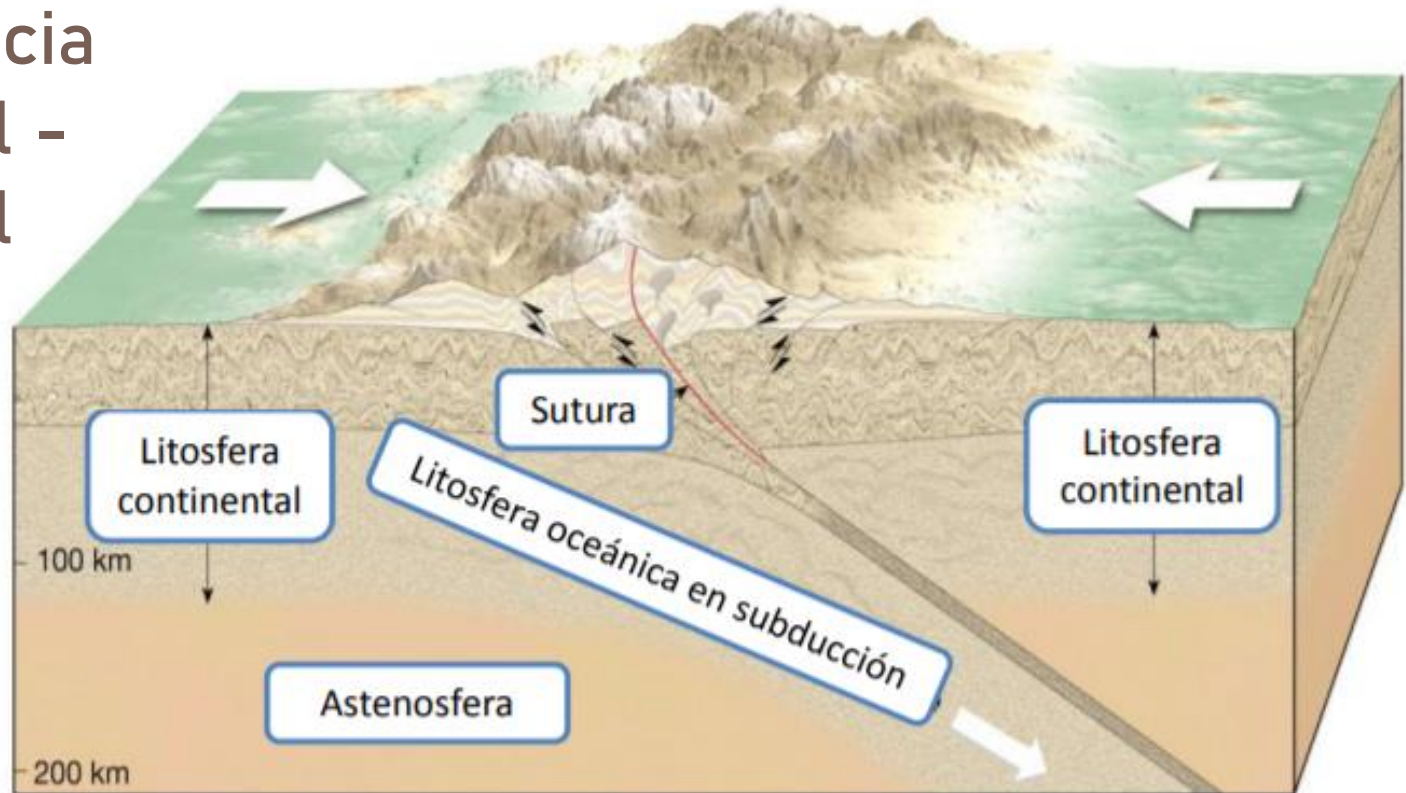


Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

El borde de la placa oceánica, más densa, subduce bajo la placa mixta generando un Arco de islas, como Japón, Filipinas o las Aleutianas.

Tectónica de placas: *movimientos convergentes*

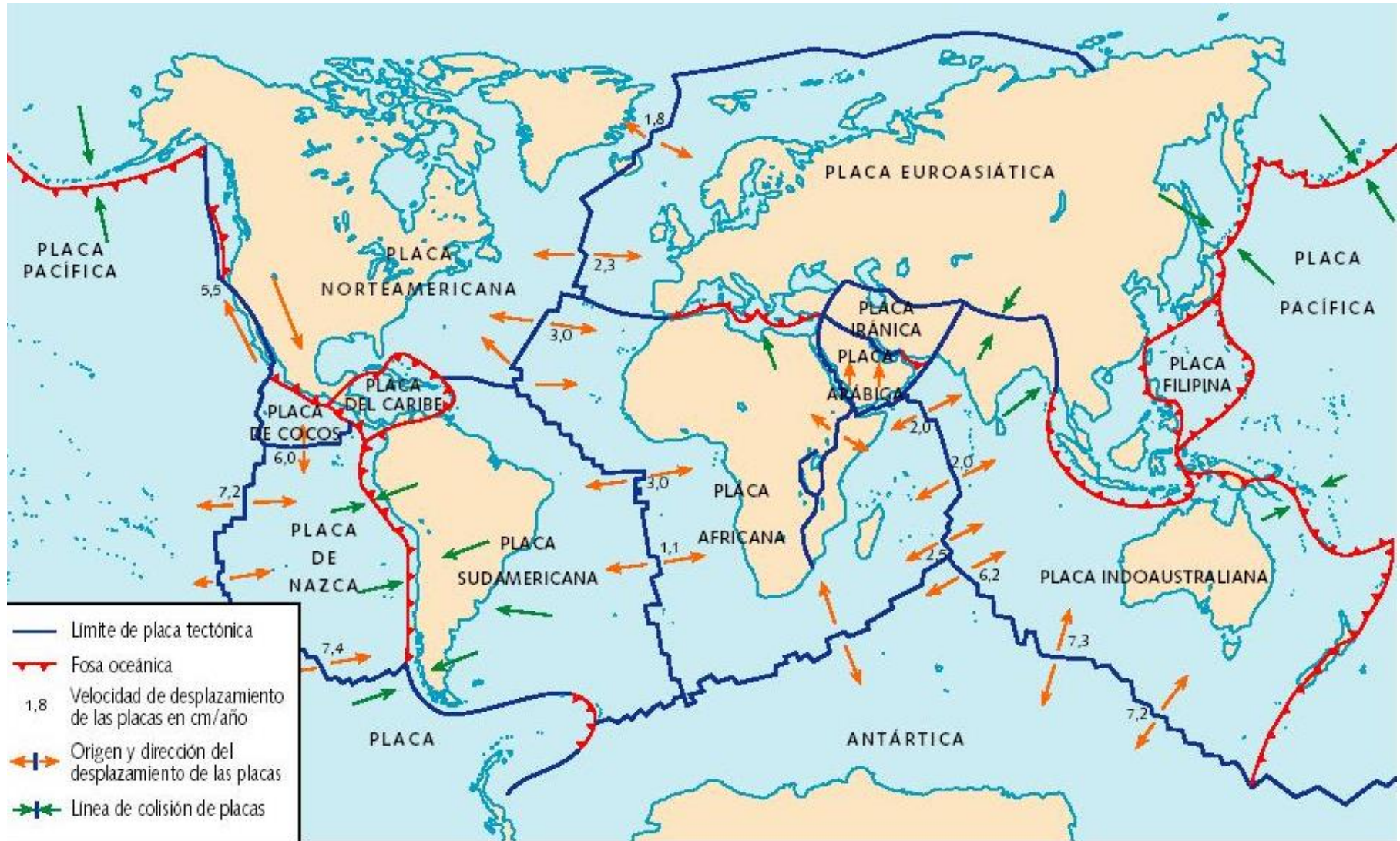
Convergencia continental - continental



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

La colisión resultante entre dos bloques continentales produce montañas (el Himalaya, los Alpes y los Apalaches).

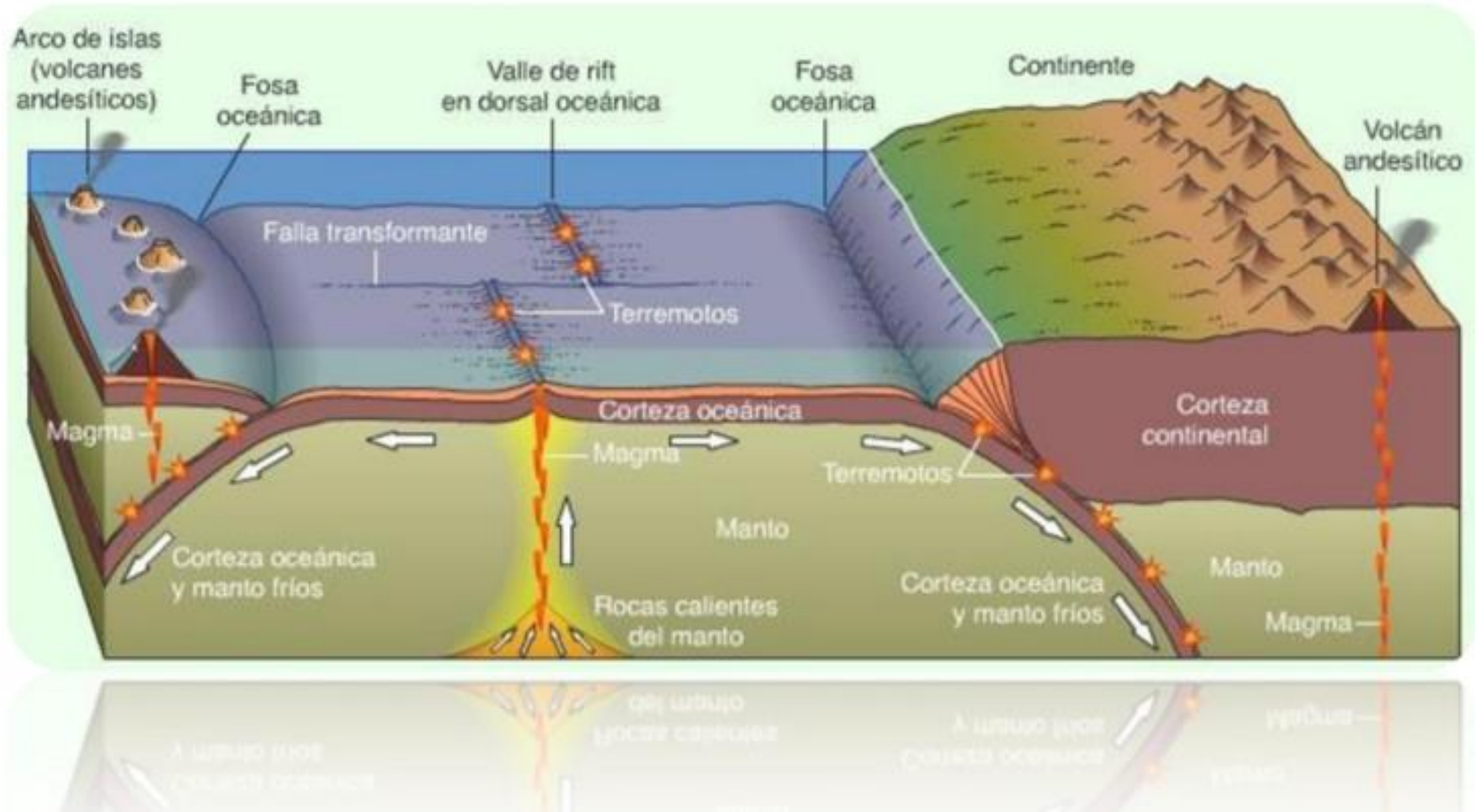
Tectónica de placas



Tectónica de placas: Resumen de ideas claves

- ❑ La Tectónica de Placas es una teoría global e integradora de la Tierra
- ❑ La Tierra funciona como una enorme máquina térmica que no ha dejado de enfriarse desde que se formó.
- ❑ El flujo térmico es el motor del movimiento de material en el interior terrestre.
- ❑ El movimiento de material en el interior de la Tierra genera un campo magnético.
- ❑ La actividad interna de la Tierra es responsable de la Tectónica de Placas.
- ❑ La litosfera se encuentra dividida en placas que se hallan en continuo movimiento.
- ❑ El movimiento de las placas deforma las rocas de la corteza terrestre.
- ❑ Los bordes de las placas son las zonas de mayor actividad geológica.
- ❑ La acción conjunta del movimiento de las placas litosféricas, la gravedad y el flujo térmico controlan los grandes elementos del relieve terrestre

Esquema representativo de la Tectónica de placas



Deriva continental y Tectónica de placas

RECURSOS

[Earth History \(scotese.com\)](http://scotese.com)

Placas tectónicas: Discovery Channel:

<http://www.youtube.com/watch?v=qF7wKnubg1w>

<https://www.youtube.com/watch?v=ROYXzE16kLc&list=PLNksJlpAKcLggQ87GUv7goyeE72qpT0h7&index=4>