

PALEOMAGNETISMO

- COMO EN LA MAYORÍA DE LOS PLANETAS, LA TIERRA TIENE UN CAMPO MAGNÉTICO GENERADO EN SU INTERIOR. EL CAMPO MAGNÉTICO ES COMPARABLE A UNA SIMPLE BARRA MAGNÉTICA, DEBIDO A QUE TIENE UN POLO NORTE Y OTRO SUR. EL EJE DEL CAMPO MAGNÉTICO TIENE UNA INCLINACIÓN DE 11° RESPECTO AL EJE DE ROTACIÓN DE LA TIERRA (EJE GEOGRÁFICO).
- EL CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE NO SE DEBERÍA A UNA MASA PERMANENTEMENTE MAGNETIZADA; TANTO EL MANTO COMO EL NUCLEO TERRESTRE TIENEN UNA TEMPERATURA DEMASIADO ELEVADA PARA RETENER UN CAMPO MAGNÉTICO PERMANENTE. COSECUENTEMENTE, EL CAMPO MAGNÉTICO DEBE SER GENERADO ELECTROMAGNETICAMENTE.

LA TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA POSTULA QUE EL NUCLEO TERRESTRE ACTÚA COMO UN DÍNAMO, DONDE LA PARTE EXTERNA, QUE ES UN FLUIDO COMPUESTO PRINCIPALMENTE POR HIERRO, NIQUEL Y AZUFRE, ROTA FÁCILMENTE RESPECTO AL MANTO QUE LO CIRCUNDA. DICHO MOVIMIENTO GENERA CORRIENTES ELÉCTRICAS LAS QUE ESTABLECERÍAN UN CAMPO MAGNÉTICO

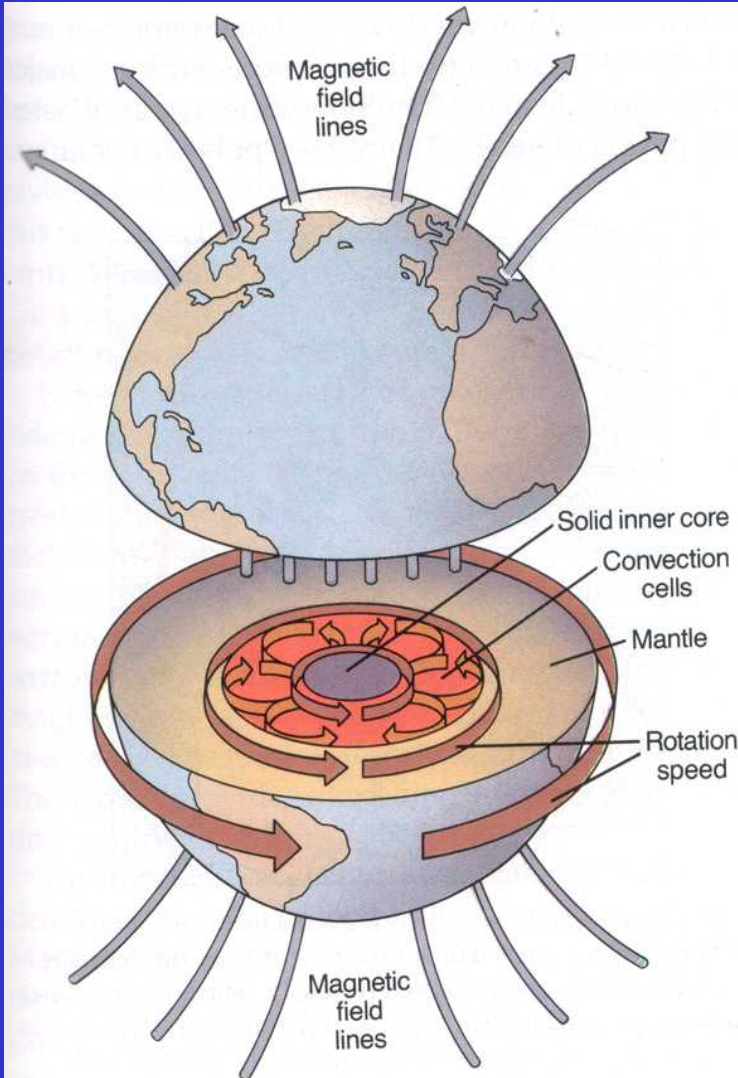
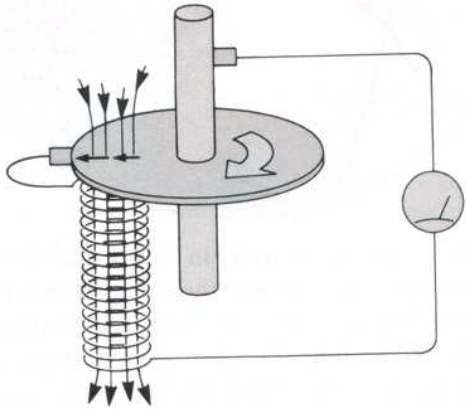


Figure 17.7 Earth's magnetic field is like that of a simple bar magnet because it has a north and a south pole. The temperatures in the core and mantle, however, are far too high for permanent magnetism. Earth's magnetism must therefore be generated electromagnetically.



(B) Theoretically, convection in Earth's core can generate a magnetic field.

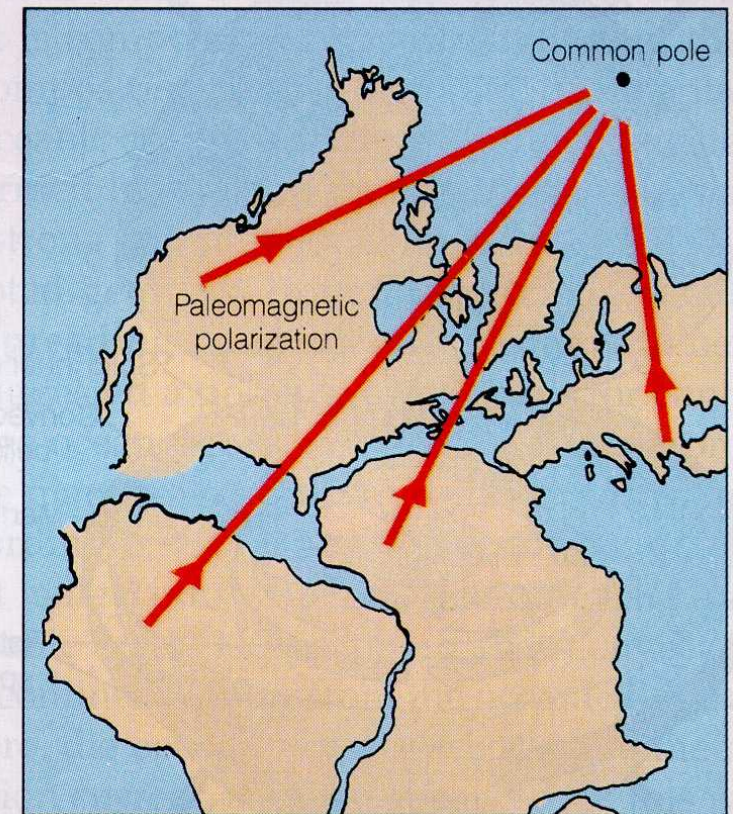
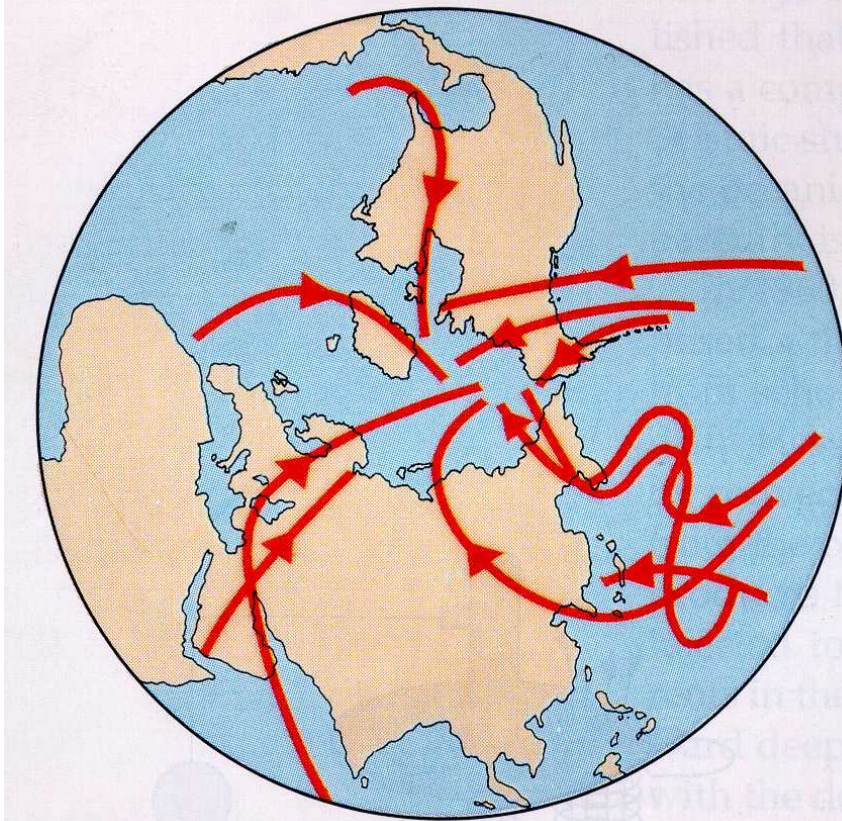
- EL MAGNETISMO DE UNA ROCA SE ENCUENTRA EN LOS MINERALES INDIVIDUALES, Y PUEDE O NO PUEDE CONCORDAR CON LA ORIENTACIÓN ACTUAL DEL CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE.
- EL MAGNETISMO LO ADQUIERE LA ROCA CUANDO EL MATERIAL, EN ESTADO DE FUSIÓN, SE ENFRÍA BAJO LA TEMPERATURA DE CURIE. LA ROCA REGISTRA Y FOSILIZA LA ORIENTACIÓN DEL CAMPO MAGNÉTICO EXISTENTE EN EL MOMENTO DE SU CRISTALIZACIÓN, PRESERVANDO UN REGISTRO DE PALEOMAGNETISMO

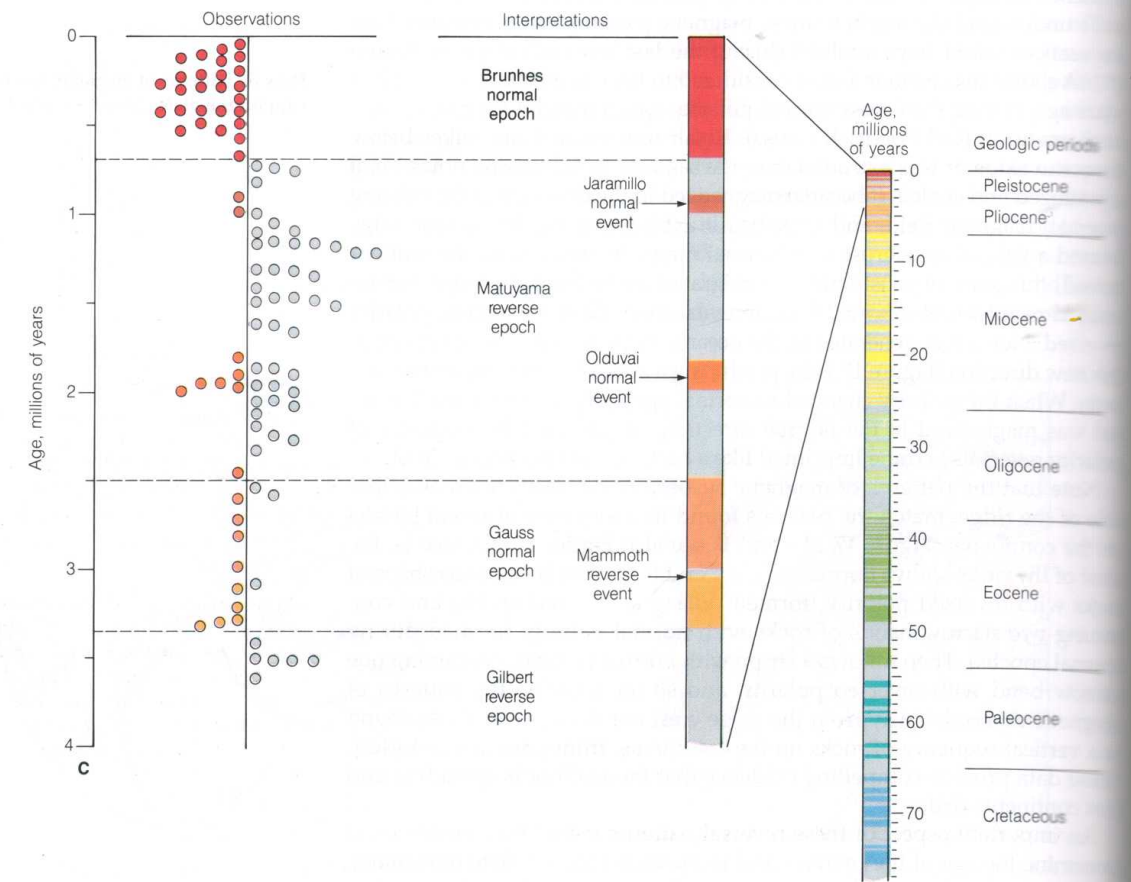
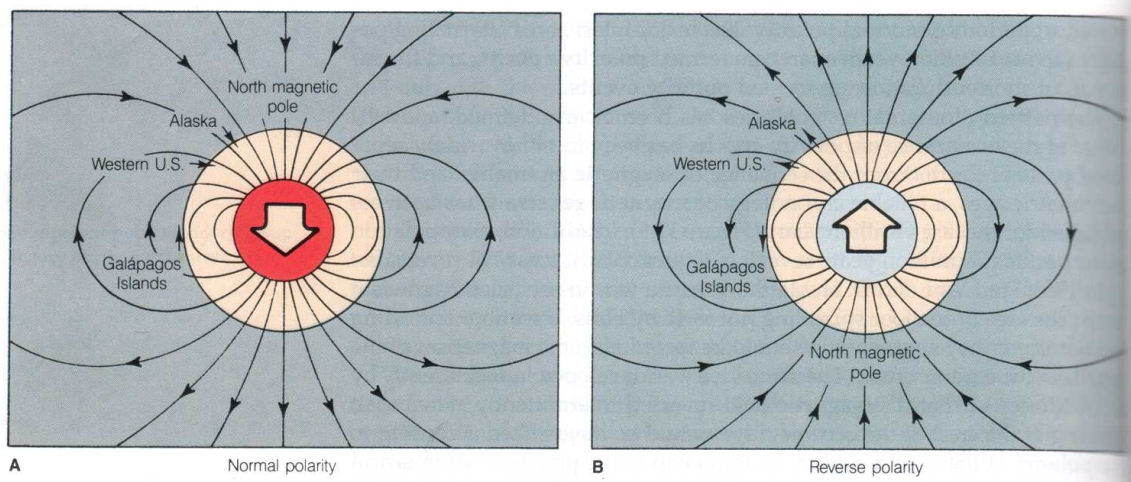
- ALGUNAS ROCAS, COMO EL BASALTO, RICAS EN MINERAL DE HIERRO, SE MAGNETIZAN RÁPIDAMENTE POR EL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE AL ENFRIARSE EL MATERIAL. SIMILARMENTE, EL HIERRO DE LOS GRANOS DE UNA ARENISCA ROJA, SE ORIENTARÁN SEGÚN EL CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE EN EL MOMENTO EN QUE SE DEPOSITA EL MATERIAL.
- EMPÍRICAMENTE, SE SABE QUE LOS POLOS PALEOMAGNÉTICOS SE AGRUPAN MAS BIÉN ALREDEDOR DEL POLO GEOGRÁFICO MODERNO QUE DEL POLO GEOMAGNÉTICO PRESENTE. EN UN PROMEDIO APROXIMADO DE 2.000 AÑOS, LA DISCREPANCIA ENTRE LOS POLOS MAGNÉTICO Y GEOGRÁFICO DESAPARECE.

- LOS PRIMEROS ESTUDIOS PALEOMAGNÉTICOS, REALIZADOS EN EUROPA Y NORTEAMÉRICA, EN ROCAS DE DIFERENTES EDADES, DEMOSTRARON QUE EL NORTE MAGNÉTICO TERRESTRE HA CAMBIADO CONSTANTEMENTE SU POSICIÓN.
- LA EXPLICACIÓN MAS LÓGICA ES QUE SIEMPRE HA EXISTIDO UN SOLO NORTE MAGNÉTICO, QUE SE MANTENIDO FIJO, CON VARIACIONES SÓLO SECULARES, ACEPTÁNDOSE QUE HAN SIDO LOS CONTINENTES LOS QUE SE HAN MOVIDO RESPECTO A ÉL.

EVIDENCIAS PALEOMAGNÉTICAS

LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS PALEOMAGNÉTICOS EN ROCAS MAS ANTIGUAS QUE EL CRETÁCICO, COBRAN SENTIDO CUANDO LOS CONTINENTES HAN SIDO ACOMODADOS DE ACUERDO AL MODELO DE UN CONTINENTE PRIMITIVO ÚNICO, CONOCIDO COMO PANGEA

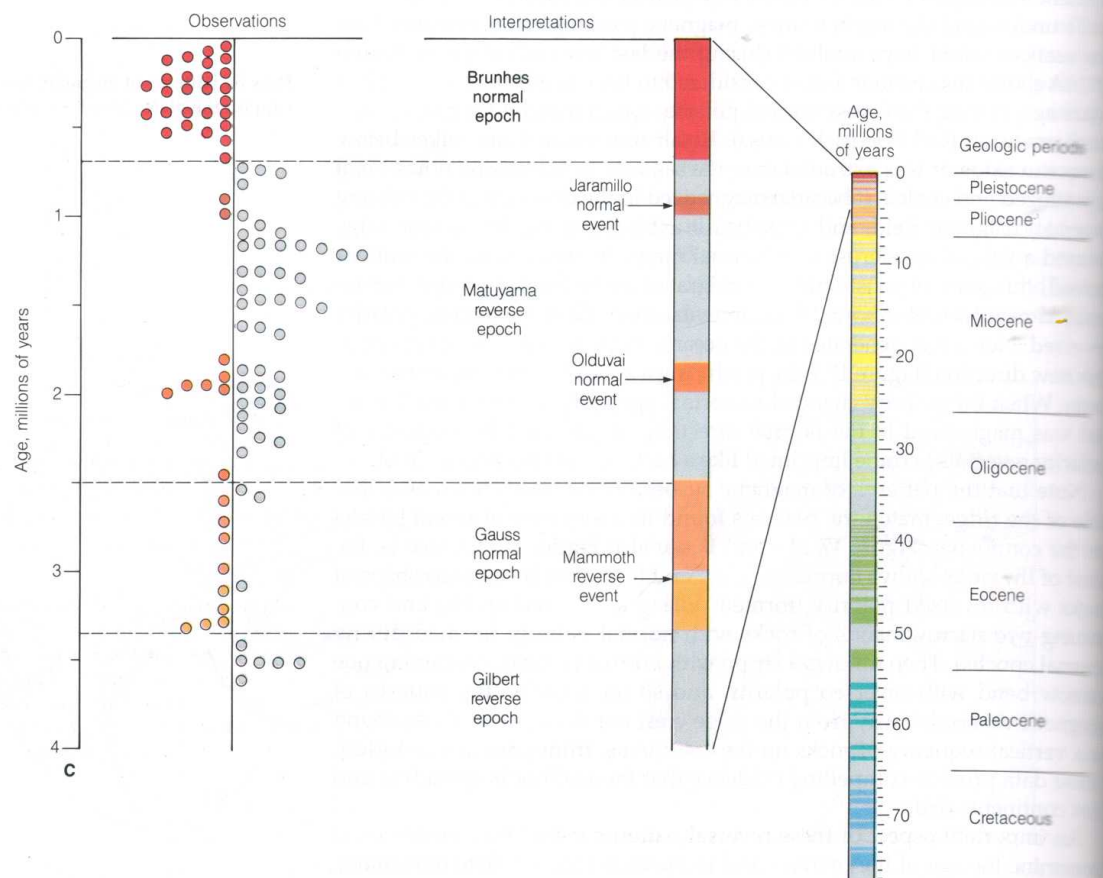




ESTUDIOS DE LAS PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE NUMEROSAS MUESTRAS DE BASALTOS, DE MUCHOS LUGARES DEL MUNDO, HAN DEMOSTRADO QUE LA POLARIDAD DEL CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE HA CAMBIADO MUCHAS VECES DURANTE LOS ÚLTIMOS 70 U 80 MILLONES DE AÑOS.

•SE HAN PODIDO RECONOCER ÉPOCAS DE POLARIDAD NORMAL, ES DECIR, PERÍODOS EN QUE EL NORTE MAGNÉTICO SE ORIENTA COMO HOY EN DÍA, HACIA EL NORTE Y MUY CERCA DE SU LOCALIZACIÓN ACTUAL, SEGUIDAS POR PERÍODOS EN QUE EL POLO MAGNÉTICO NORTE Y SUR HAN ESTADO INVERTIDO.

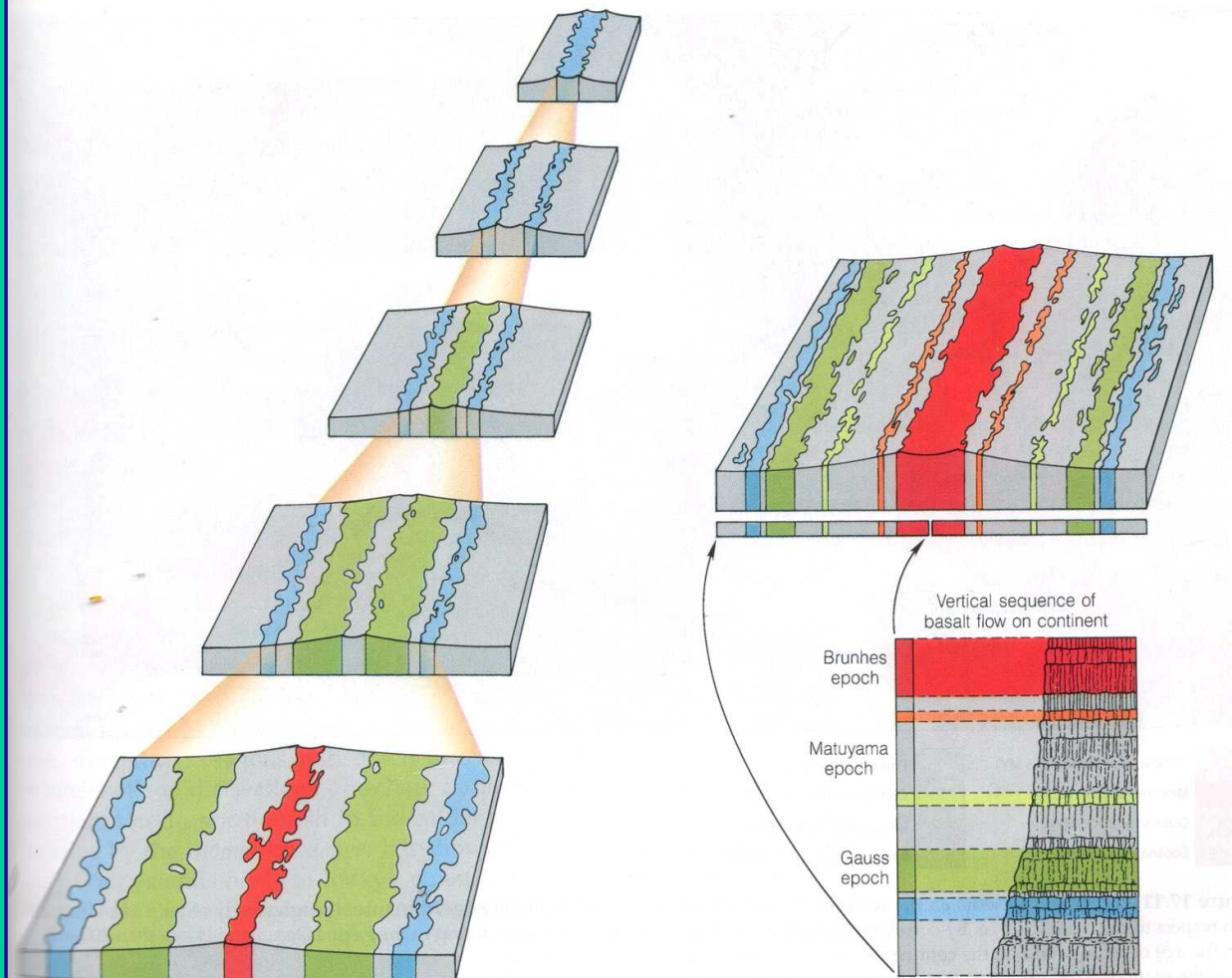
EN LOS ÚLTIMOS 4.5 MILLONES DE AÑOS, HAN OCURRIDO NUEVE INVERSIONES MAGNÉTICAS, REGISTRÁNDOSE QUE EL PERÍODO DE POLARIDAD NORMAL PRESENTE SE INICIÓ HACE 750.000 AÑOS ATRÁS, Y ESTUVO PRECEDIDO POR UNA POLARIDAD INVERSA MAYOR, QUE COMENZÓ HACE 2,5 MILLONES DE AÑOS ATRÁS Y QUE DURÓ APROXIMADAMENTE 1 MILLÓN DE AÑOS (TAL PERÍODO O “ÉPOCA” DE POLARIDAD INVERSA, CONTIENE DOS CORTOS PERÍODOS O “EVENTOS” DE POLARIDAD NORMAL).



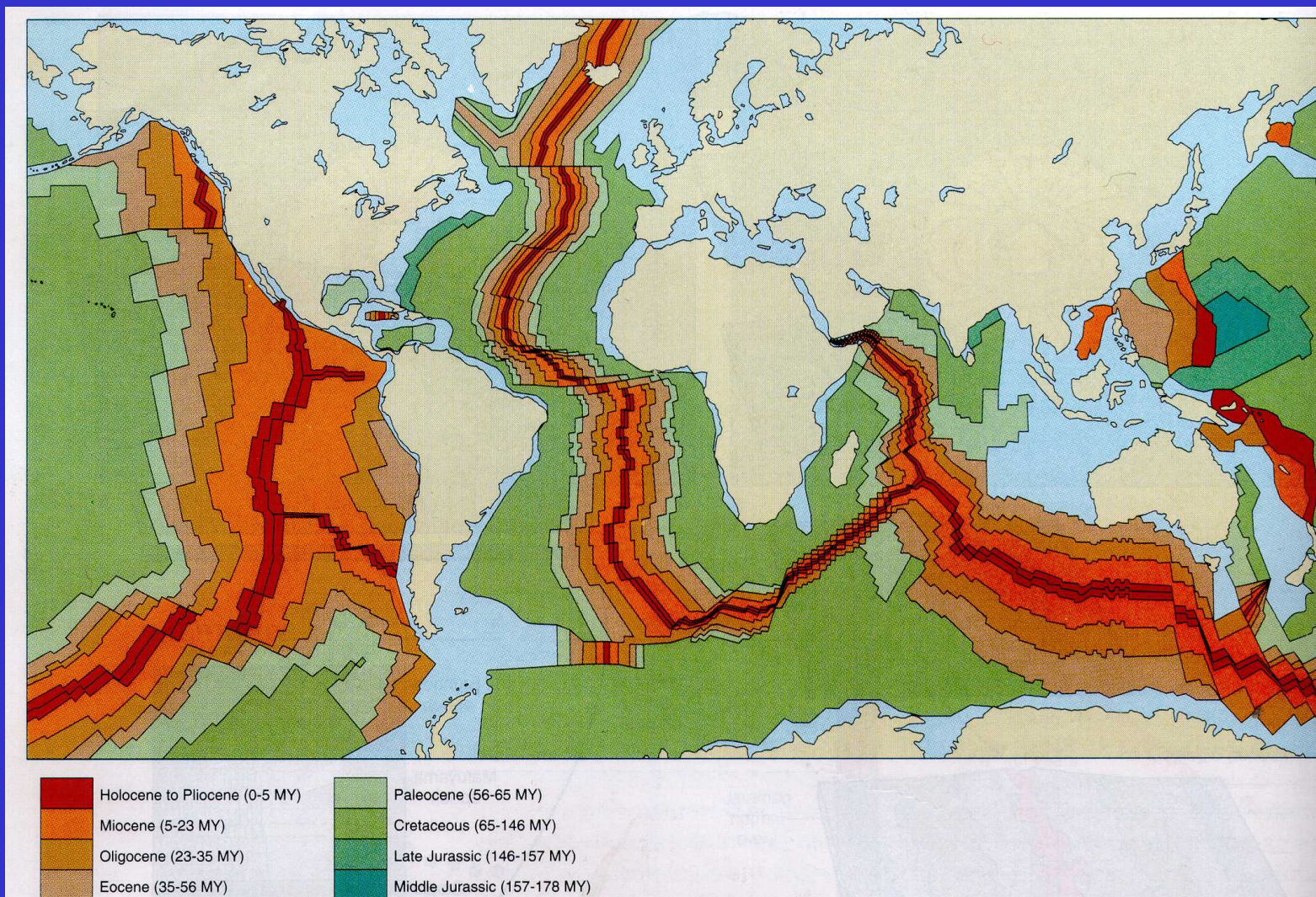
DE LA SECUENCIA DE ANOMALÍAS MAGNÉTICAS Y SUS EDADES RADIOMÉTRICAS, SE HA LOGRADO ESTABLECER UNA CONFIABLE CRONOLOGÍA DE INVERSIONES MAGNÉTICAS PARA LOS ÚLTIMOS 4 MILLONES DE AÑOS. ADICIONALMENTE, SE EXTRAPOLARON HACIA ATRÁS 76 MILLONES DE AÑOS, REVELANDO LA SECUENCIA DE LAS ÚLTIMAS 171 INVERSIONES DEL CAMPO MAGNÉTICO.

Modelos específicos del magnetismo se preservan en la nueva corteza generada en los *ridge* oceánicos cuando la litósfera se desplaza lateralmente. El modelo de las inversiones magnéticas en el fondo oceánico que se alejan del *ridge* es idéntico al modelo de las inversiones magnéticas en una secuencia vertical de rocas basálticas de los continentes.

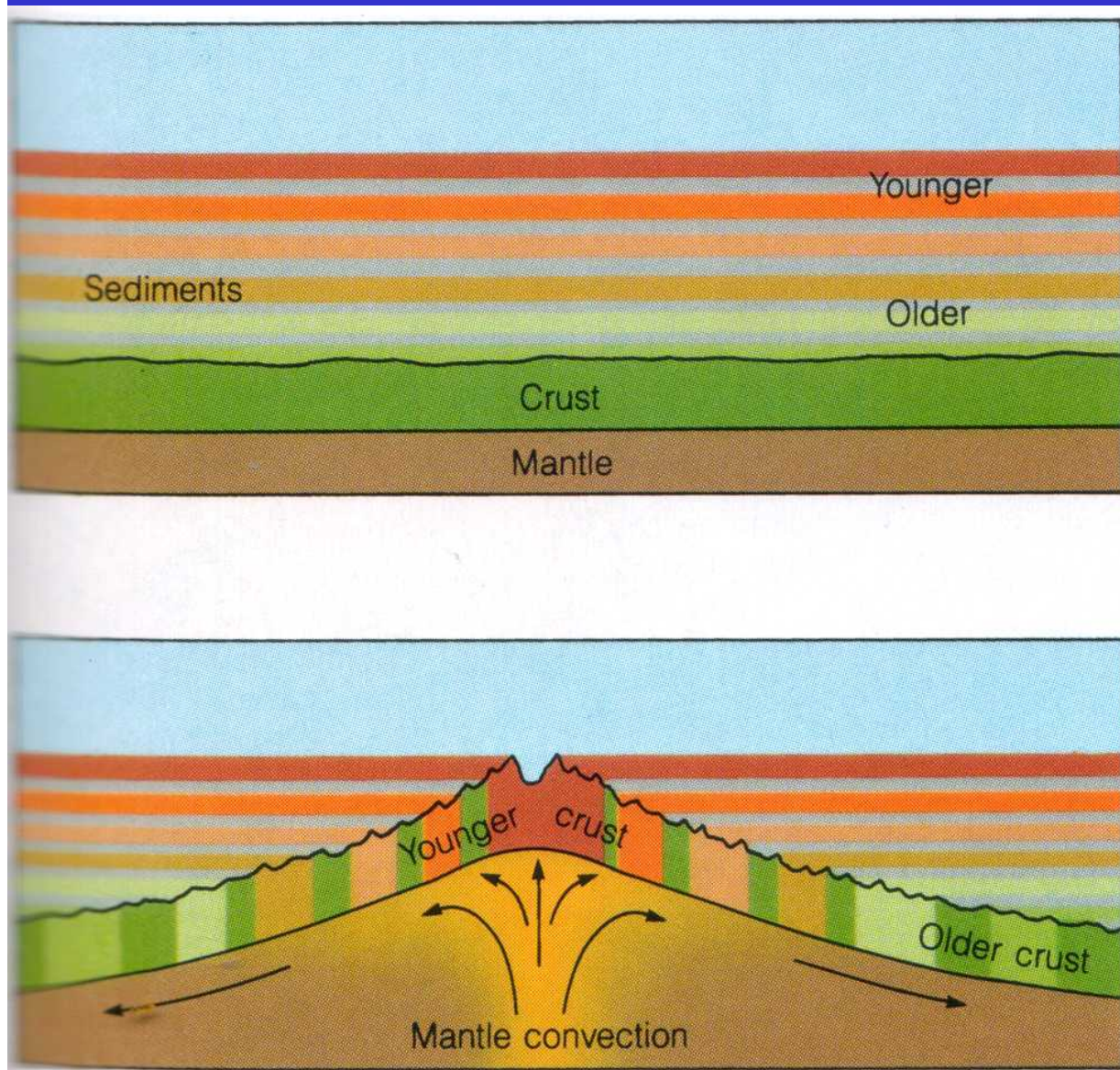
Cuando el magma fluye y solidifica a lo largo del *ridge*, en diques y coladas, éste se magnetiza en la Dirección del campo magnético existente en el momento (polaridad normal). Al continuar la expansión la corteza magnetizada formada durante los períodos iniciales, ésta se separa en dos bloques que se alejan simétricamente uno del otro



El modelo magnético del fondo oceánico es simétrico respecto del *ridge* oceánico. Al correlacionar las inversiones magnéticas con la edad de las rocas encontradas en los continentes, se puede estimar la edad del fondo oceánico. La corteza mas joven se encuentra a lo largo de las dorsales y las mas antigua encontrada (200 MA) muy lejos de los *ridge*, en el océano Pacífico.



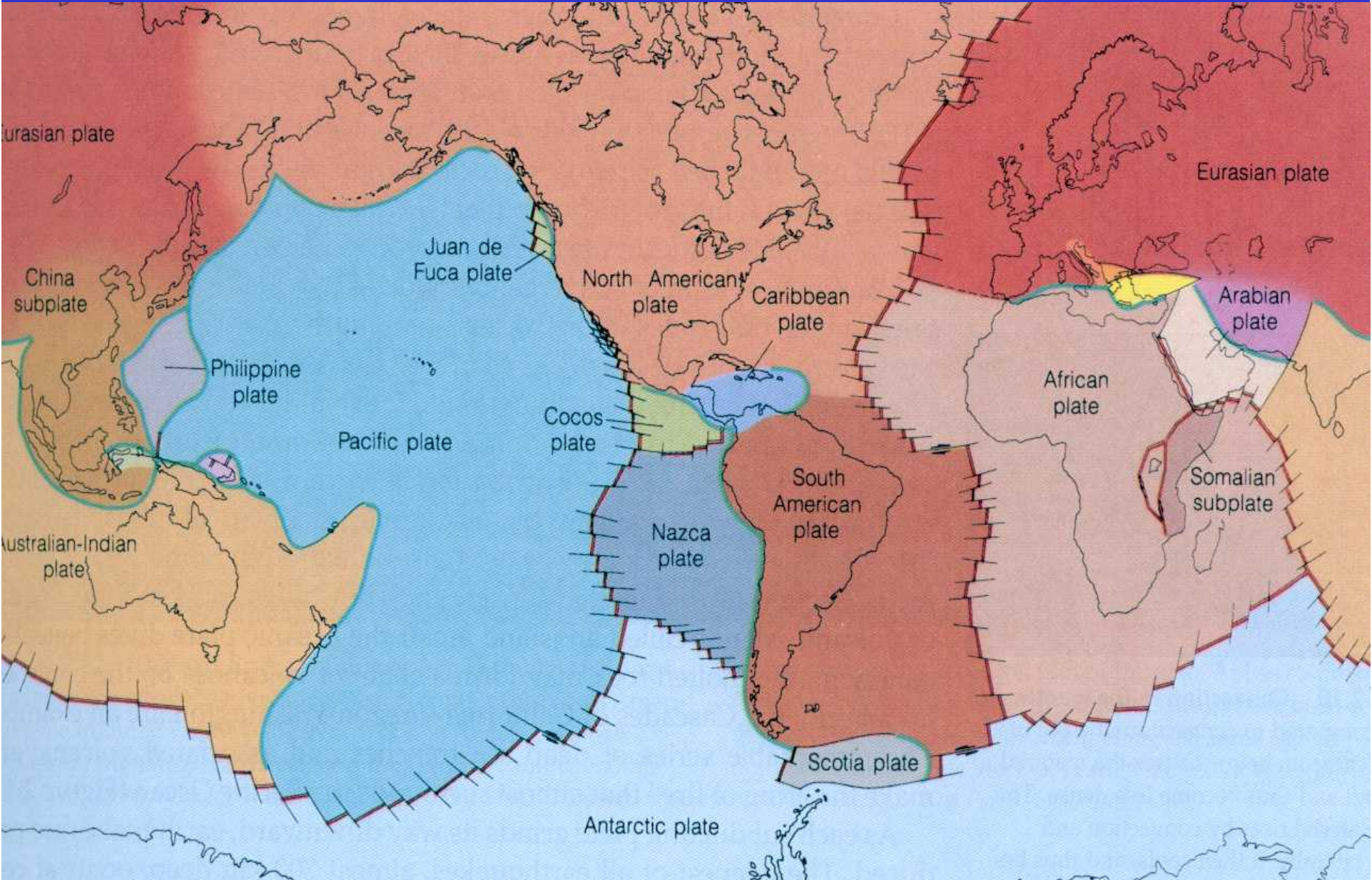
El espesor de los sedimentos y las inversiones magnéticas en los fondos oceánicos confirman la teoría del “*seafloor spreading*”



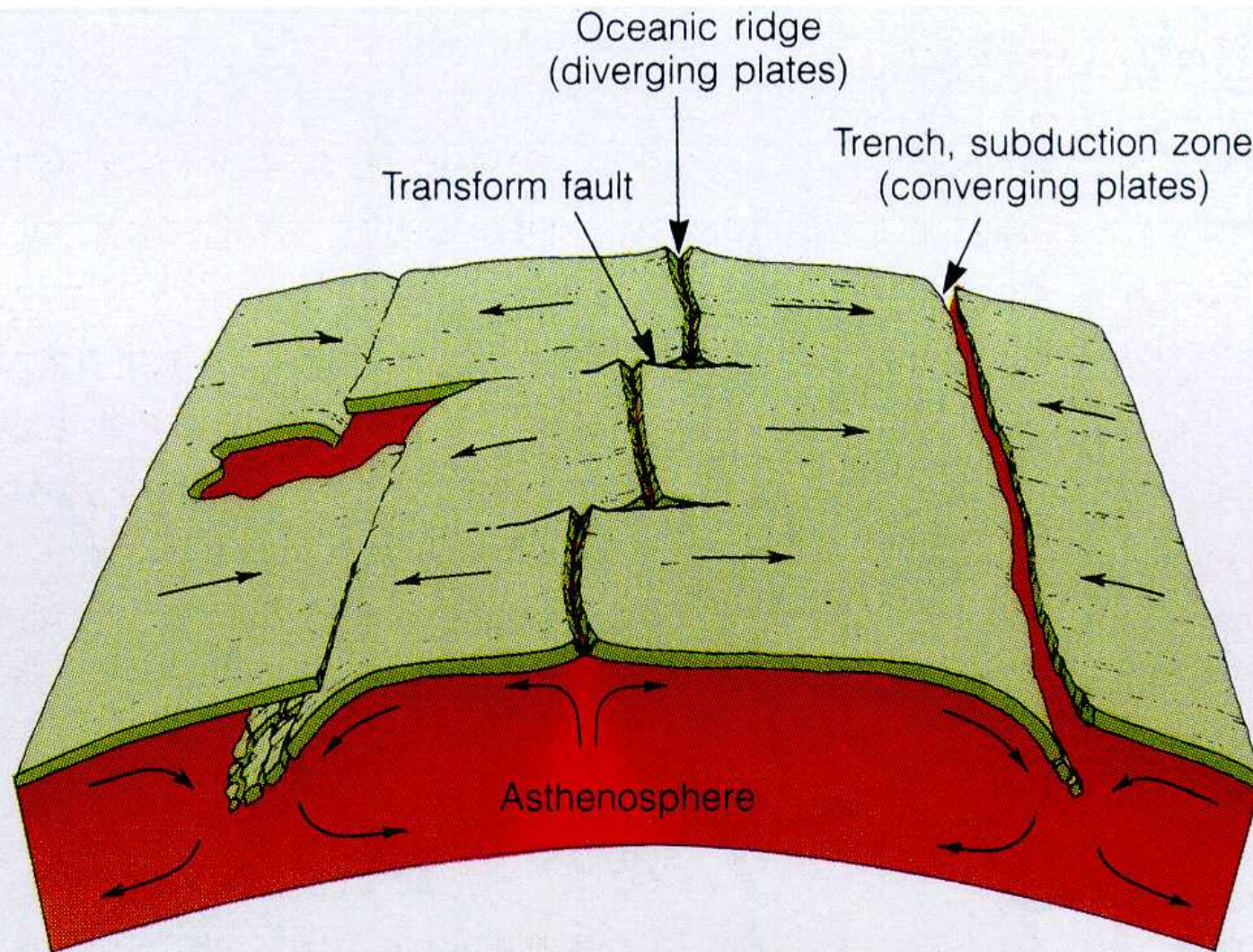
Sin “*seafloor spreading*”, todo el fondo oceánico estaría cubierto por una gruesa secuencia de sedimentos oceánicos, con alternancias de polaridad preservadas del magnetismo de la tierra desde el Pre-cámbrico

Con “*seafloor spreading*”, los sedimentos oceánicos se adelgazan progresivamente hacia la cresta de las dorsales y no hay en los “*rift valley*”. El borde de cada capa de sedimento magnetizada se apoya en corteza basáltica, generada por el *preadind* durante el mismo tiempo en que se deposita el sedimento

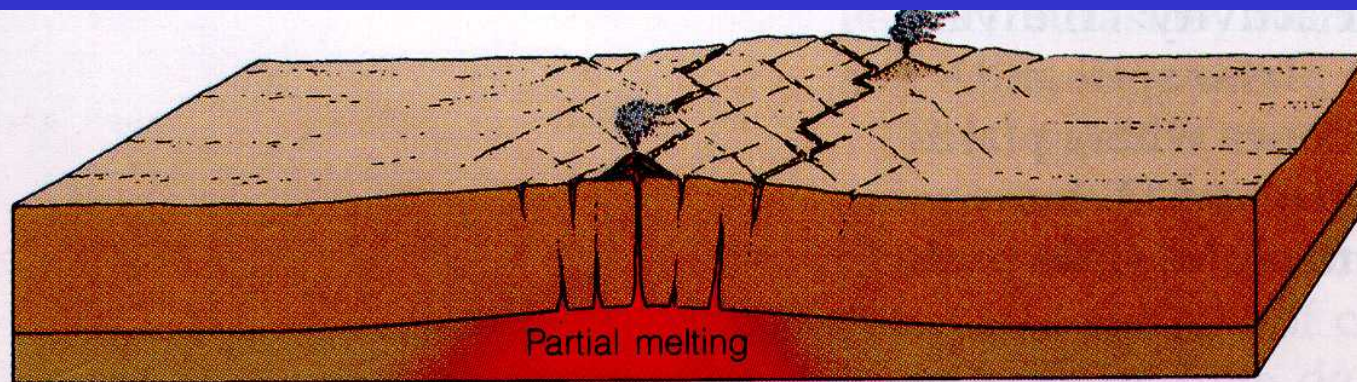
LAS PLACAS TECTÓNICA MAYORES



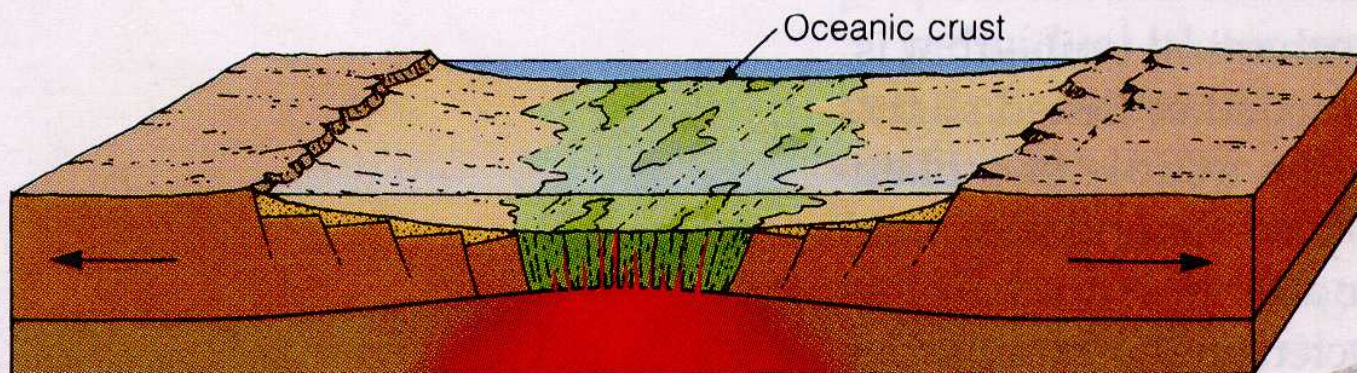
TIPOS DE MÁRGENES DE PLACAS (constructivos y destructivos)



BORDE DE PLACA DIVERGENTE (en los océanos y continentes)

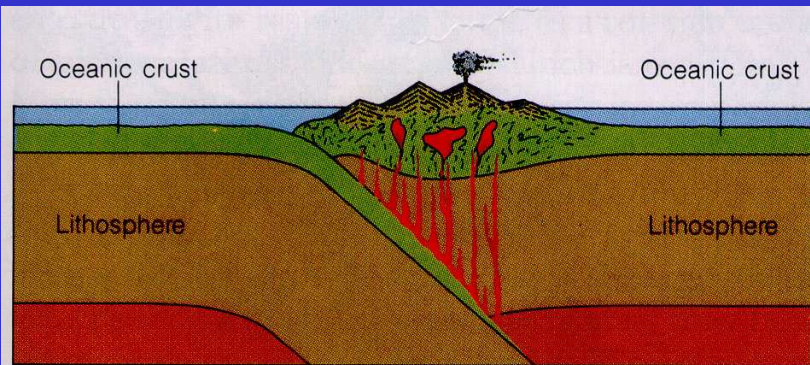


Inicio de
rifting continental
arqueamiento, volcanismo,
fallamiento extensivo,

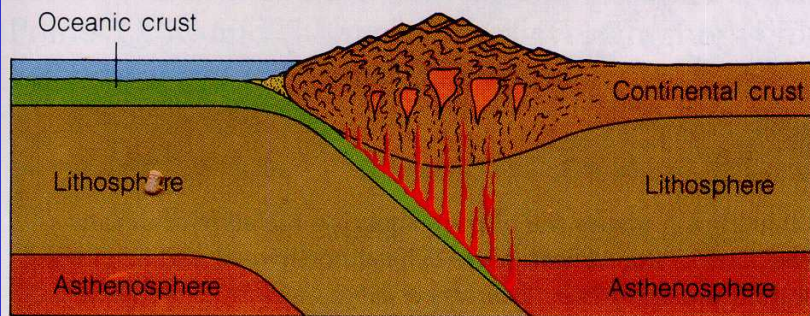


Separación de continentes
Nueva corteza oceánica
y litósfera se forman en
la zona del *rift*

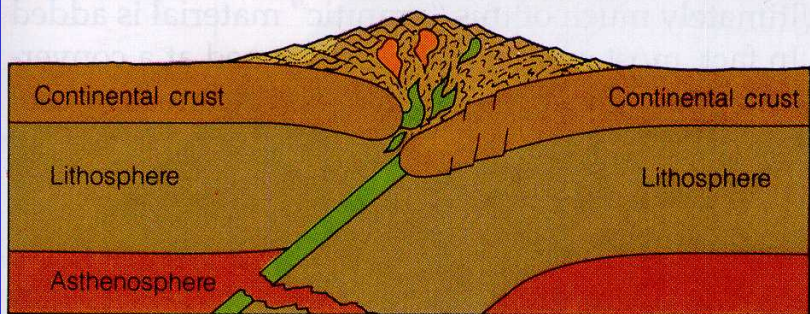
Bordes de placas convergentes. Los procesos geológicos mayores en este tipo de contacto conducen a la deformación del margen continental en cadenas de montañas plegadas. (ejemplos de los tres principales tipos)



Islas Japonesas
Convergencia dos placas oceánicas

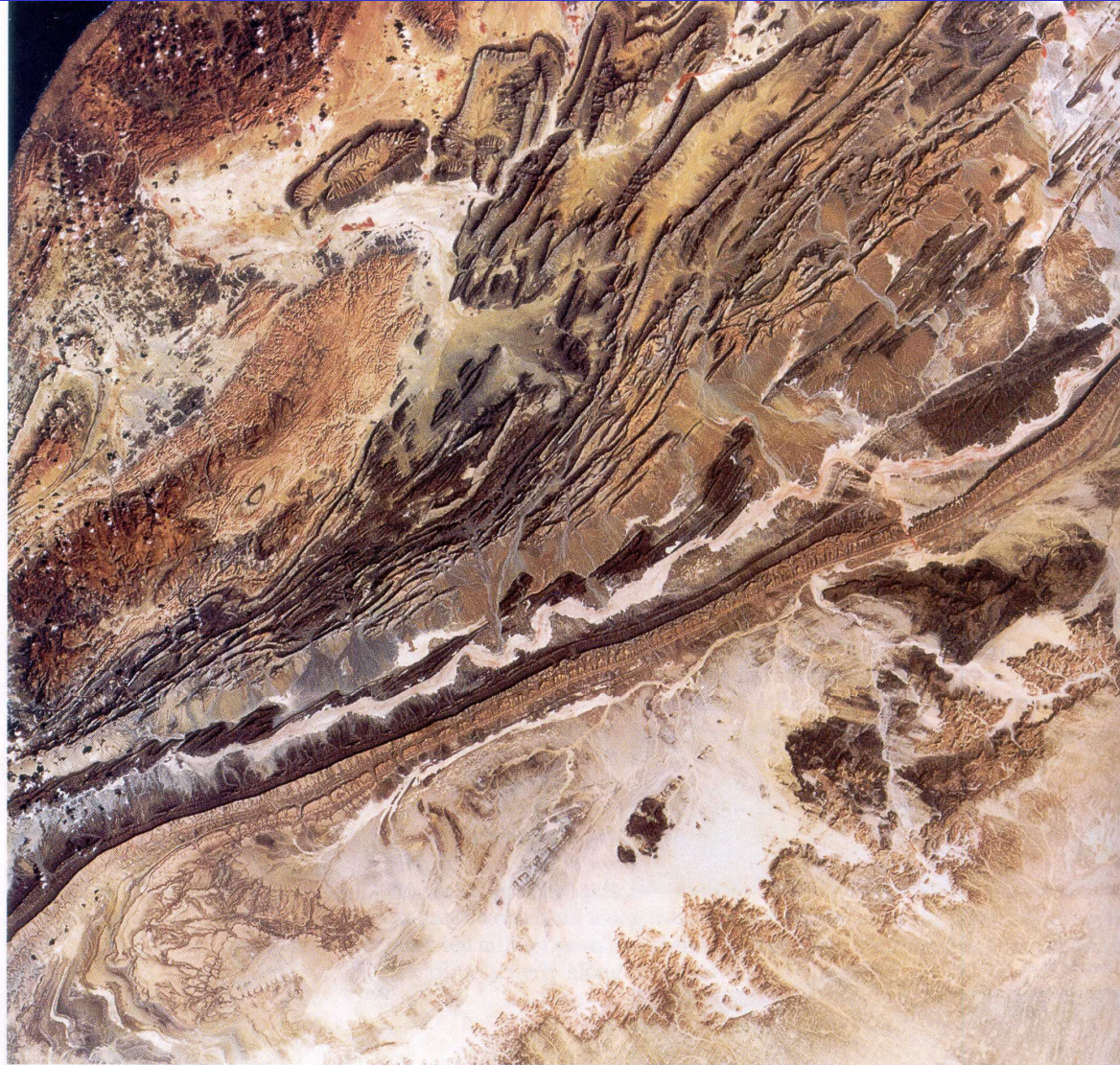


Sud América
Convergencia de placa oceánica
con placa continental



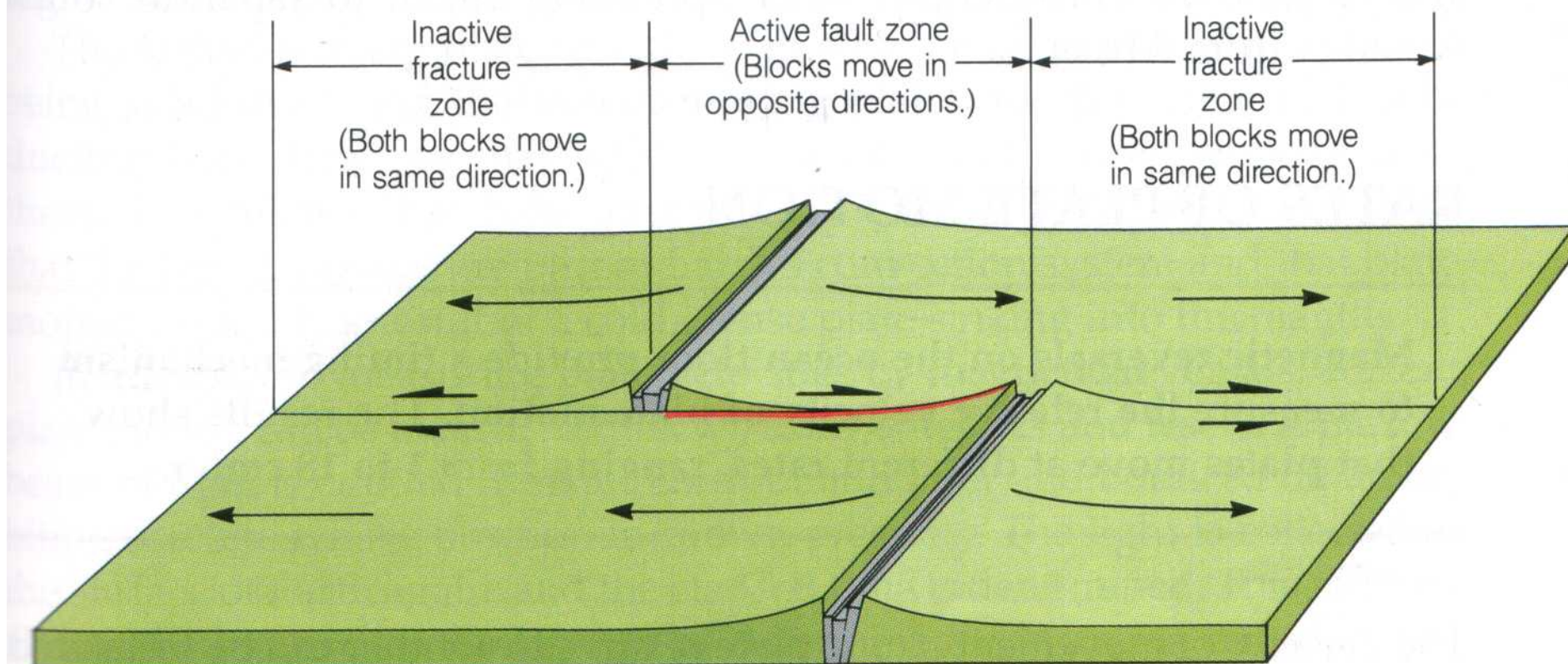
Montañas del Himalaya
Convergencia de dos placas continentales

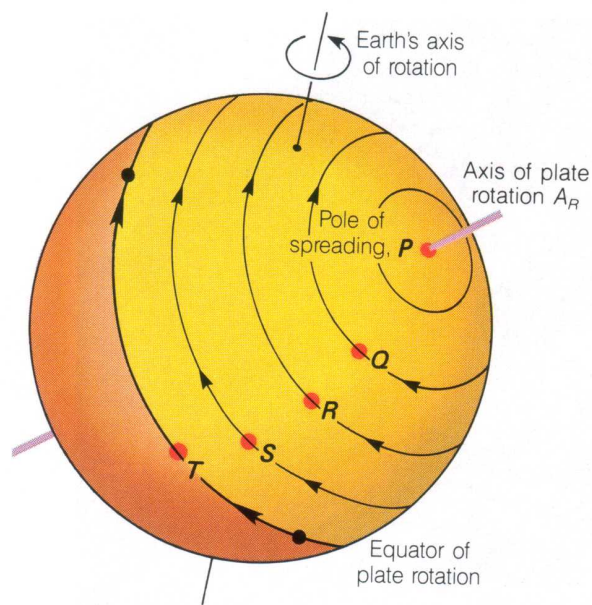
Cadena plegada de las montañas Anti-Atlas en Morocco, Nord Africa.
(convergencia de la placa Africa con la placa Eurasia)



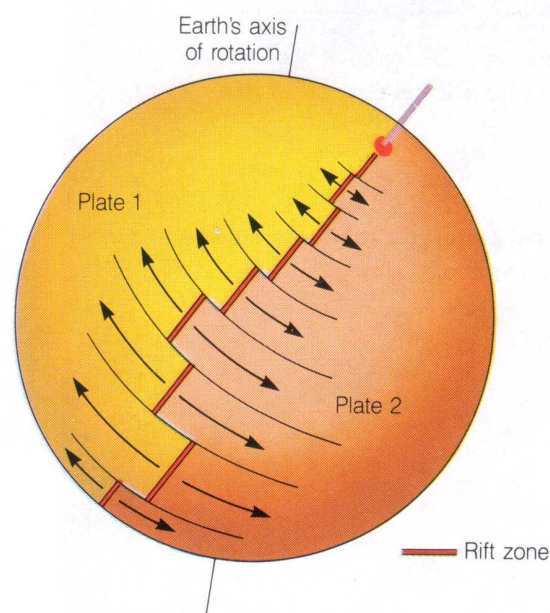
MOVIMIENTO DE PLACAS: el movimiento de una serie de placas rígidas en una esfera es complejo. Cada placa se mueve como una unidad independiente, en diferentes direcciones y a diferentes velocidades una de la otra

El movimiento relativo de las placas en una falla transformante dorsal-dorsal cambia a lo largo de la zona de fractura. Las placas se mueven alejándose de la dorsal, pero en una falla activa sólo entre los dos segmentos de dorsales. Aquí, las placas de los lados opuestos de la falla se mueven en direcciones opuestas, pero, mas allá del “*ridge spreading*”, ambas placas se mueven en la misma dirección en los dos lados de la falla





(A) Plate motion can be easily understood by considering a plate that covers an entire hemisphere. Each point on the plate would move along a line of latitude with respect to the pole of spreading, P.

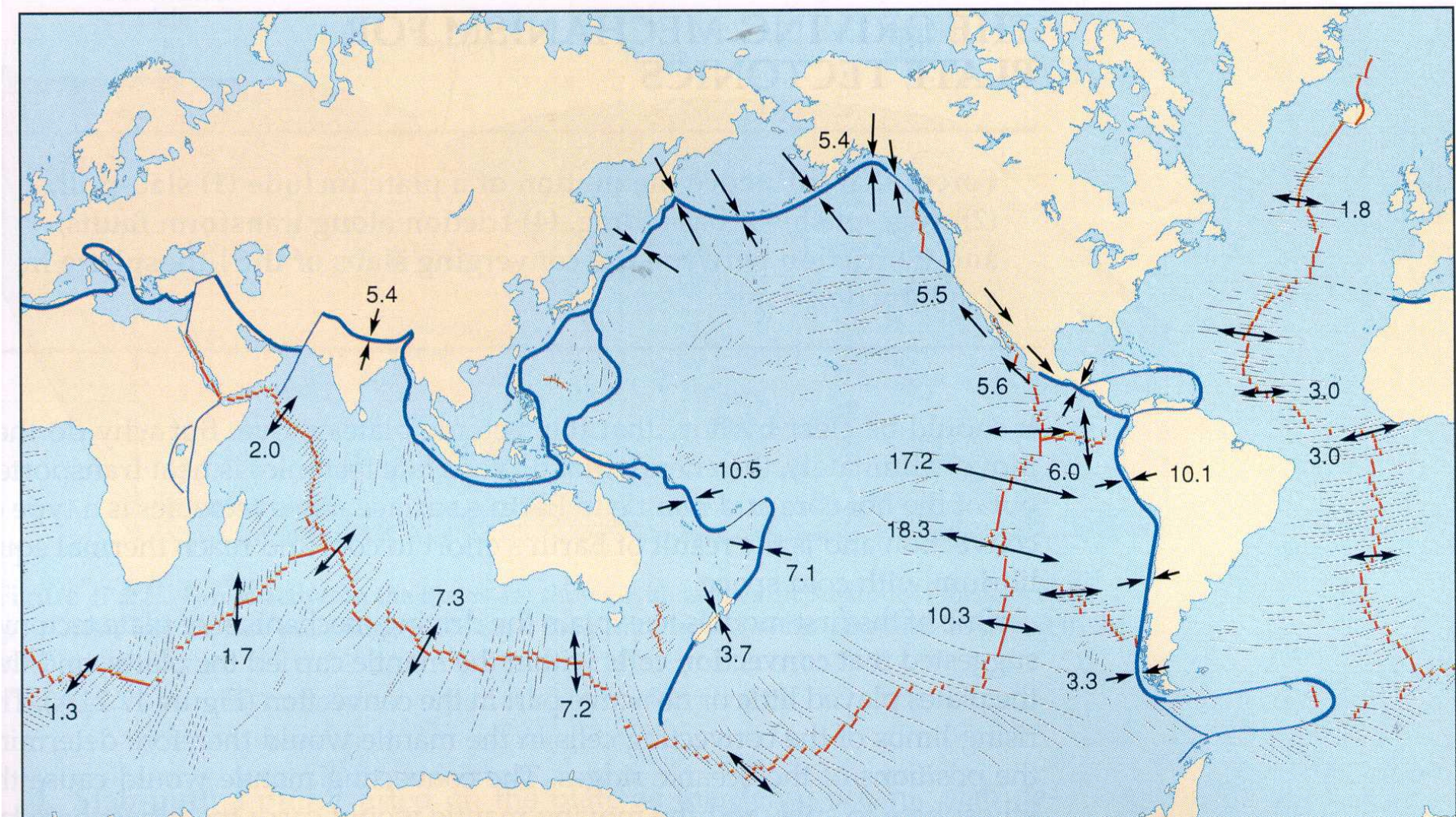


El movimiento de la placa en una esfera requiere que las placas roten alrededor de un eje de expansión, cuyo polo se conoce como “*polo of spreading*”

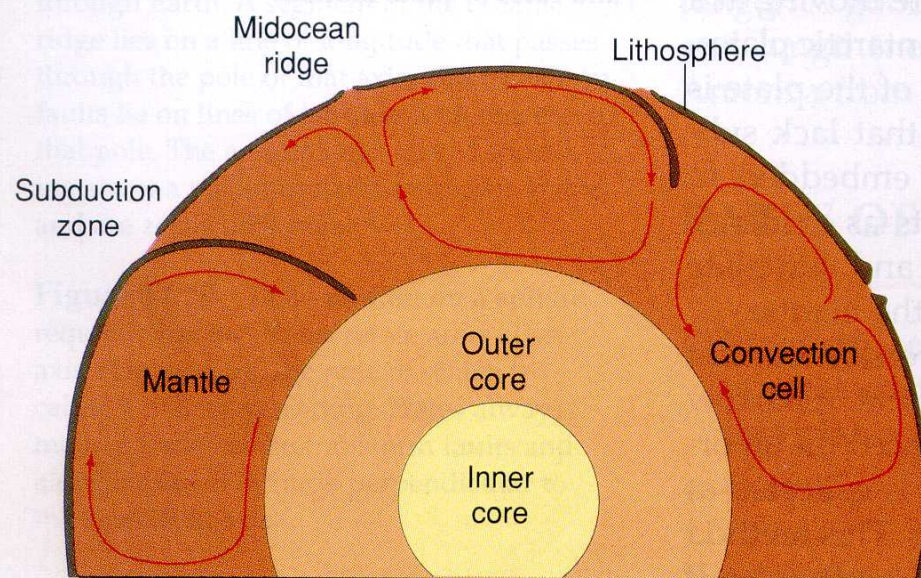
El movimiento de la placa puede entenderse fácilmente considerando que la placa cubre enteramente un hemisferio. Cada punto de la placa se moverá a lo largo de una línea de latitud con respecto al Polo del “*spreading*” (P)

El movimiento respecto de dos placas puede describirse como una rotación alrededor de un eje de rotación imaginario que se extiende a través del planeta. Un segmento de la dorsal oceánica se liga con una línea de longitud que pasa a través del polo del eje, y las fallas transformantes aparecen ligadas a líneas de latitud con respecto al polo. El máximo de la tasa de *spreading* sería coincidente con la línea del ecuador sería cero (0) en el polo

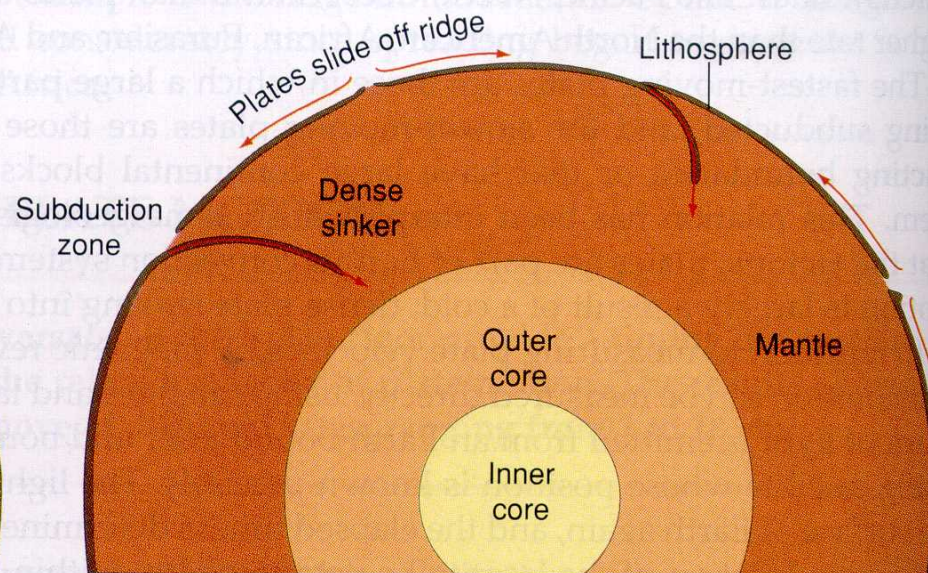
Las velocidades y direcciones relativas del movimiento de las placas muestran que las placas mayores comúnmente son interactivas



UNO DE LOS PRIMEROS MODELOS PARA EXPLICAR EL MECANISMO DEL MOVIMIENTO DE LAS PLACAS SUGIERE QUE, EL PROCESO FUNDAMENTAL RESPONSABLE DEL TRASLADO DE LAS PLACAS SERÍA LA EXISTENCIA DE *CELDA DE CONVECCIÓN* EN EL MANTO, Y QUE LAS PLACAS JUEGAN UN ROL PEQUEÑO O NINGUNO EN LA CONVECCIÓN.



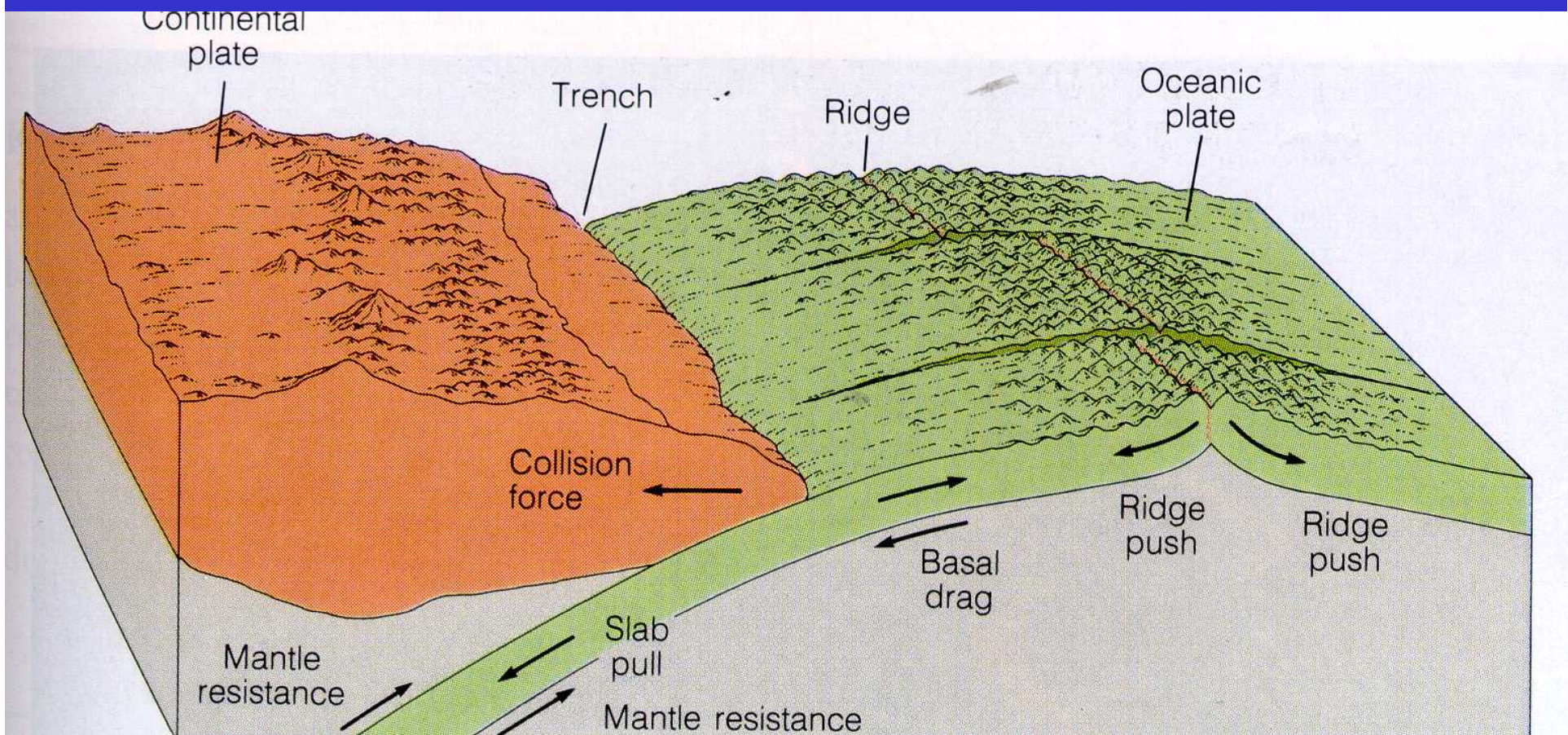
(A) Convection in the mantle drives the movement of the plates.



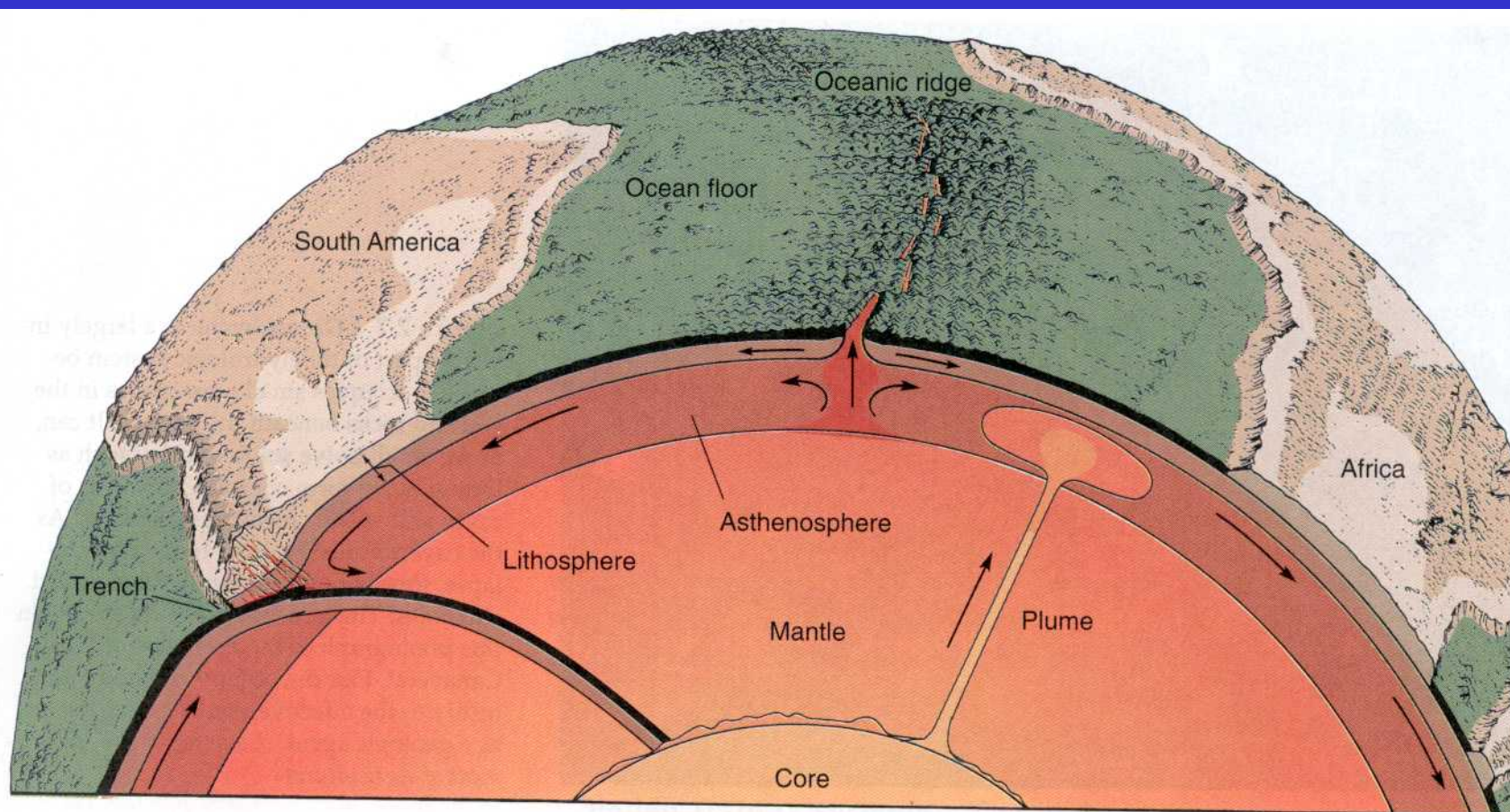
(B) Forces generated by the plates themselves cause the plate to sink into the mantle because of its density and to slide off the midocean ridge.

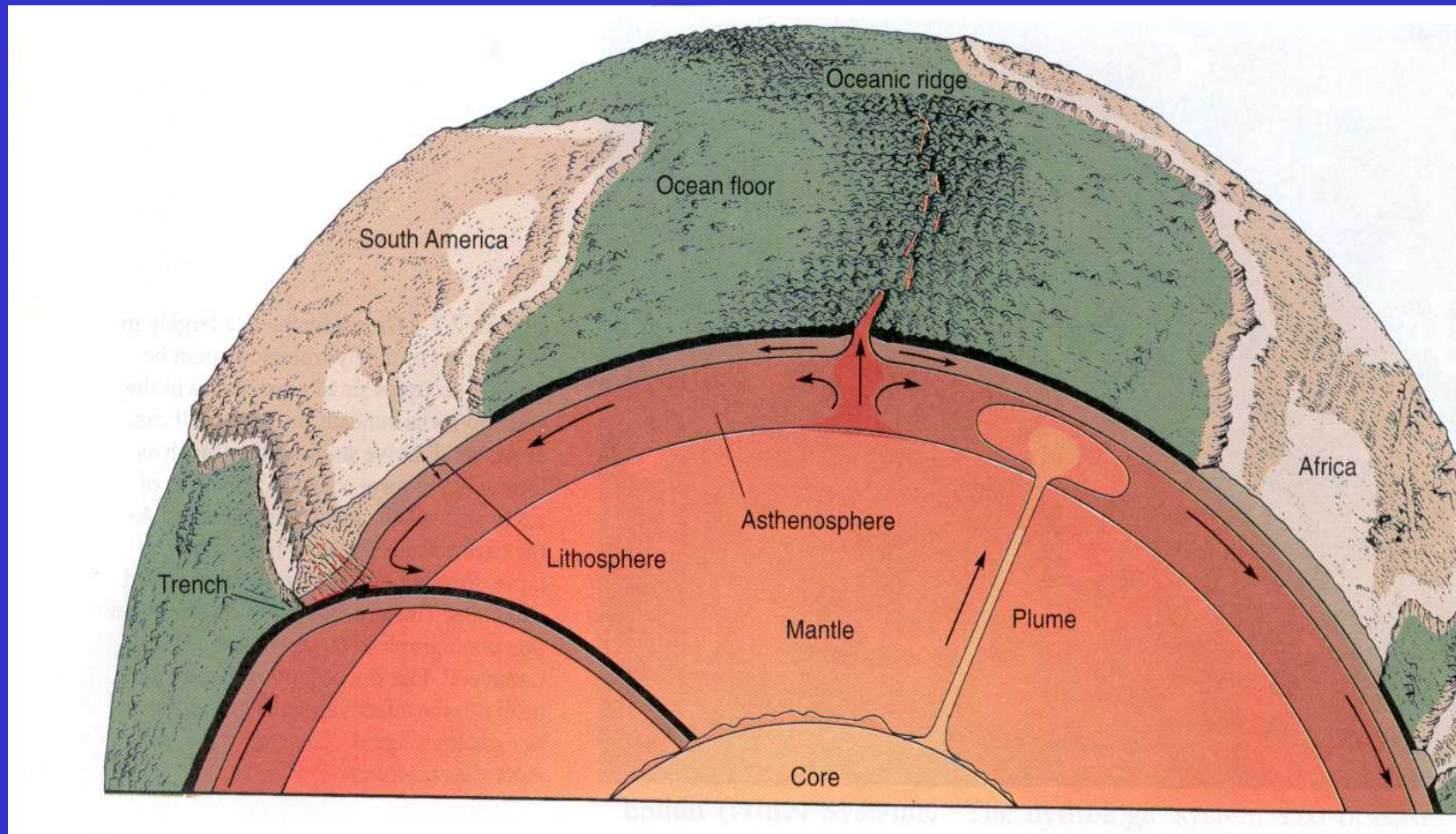
• OTROS MODELOS DE LA TEORÍA DE LA CONVECCIÓN CONSIDERAN QUE LAS PLACAS MISMAS SON PARTICIPANTES ACTIVAS EN LOS PROCESOS DE CONVECCIÓN, Y NO PASIVOS PASAJEROS ENCIMA DE UN MANTO "AGITADO Y MOVIDO". EN ESTE MODELO LA LITÓSFERA ES LA CAPA SUPERIOR FRÍA DE LA CONVECCIÓN, Y POR SU MAYOR DENSIDAD EVENTUALMENTE SE HUNDE

Las fuerzas activas de las placas se muestran con flechas en el frente del bloque diagrama. Ellas incluyen “*slab-pull*”, “*ridge-push*”, “*basal drag*”, y fricción a lo largo de las fallas transformantes y en la zona de subducción



- **DONDE LAS PLACAS DE LITÓSFERA SE MUEVEN APARTÁNDOSE UNA DE OTRA, EL ESPACIO LIBRE QUE QUEDA ES OCUPADO POR MATERIAL CALIENTE QUE SURGE DEL MANTO, CREÁNDOSE A PARTIR DE ESTE NUEVA LITÓSFERA** (los rasgos mayores que atestiguan la ocurrencia de este proceso son: los *rift* continentales, los *ridge* o dorsales oceánicas, y las nuevas cuencas oceánicas)





•**DONDE EL MOVIMIENTO DE LAS PLACAS LITOSFÉRICAS ES CONVERGENTE** (una chocando contra otra), **UNA DE ELLAS SE DESLIZA BAJO LA OTRA Y SE SUMERGE EN EL MANTO** (los mayores rasgos que atestiguan la ocurrencia de este proceso son: las cadenas de montañas plegadas, con engrosamiento de la corteza, los arcos volcánicos y las fosas oceánicas profundas)