

TEMA : DERIVA CONTINENTAL / TECTÓNICA DE PLACAS / PROCESOS.

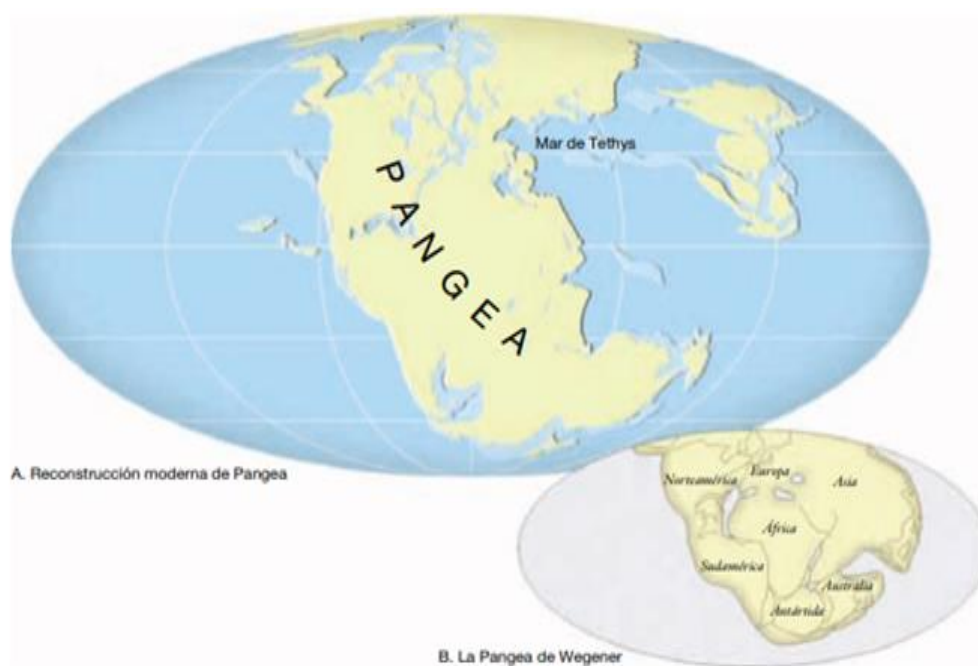
Deriva continental: una idea que se adelantó a su época

La idea de que los continentes, sobre todo Sudamérica y África, encajan como las piezas de un rompecabezas, se originó con el desarrollo de mapas mundiales razonablemente precisos. Sin embargo, se dio poca importancia a esta noción hasta 1915, cuando Alfred Wegener, meteorólogo y geofísico alemán, publicó *El origen de los continentes y los océanos*. En este libro, que se publicó en varias ediciones, Wegener estableció el esbozo básico de su radical hipótesis de la **deriva continental**.

Wegener sugirió que en el pasado había existido un *supercontinente* único denominado **Pangea** (*pan* = todo, *gea* = Tierra) (Figura 2.1). Además planteó la hipótesis de que en la era Mesozoica, hace unos 200 millones de años, este supercontinente empezó a fragmentarse en continentes más pequeños, que «derivaron» a sus posiciones actuales. Se cree que la idea de Wegener de que los continentes pudieran separarse se le pudo ocurrir al observar la fragmentación del hielo oceánico durante una expedición a Groenlandia entre 1906 y 1908.

Si todos los continentes estaban unidos durante el período de Pangea, ¿qué aspecto tenía el resto de la Tierra

Cuando todos los continentes estaban unidos, también debió existir un océano enorme que los rodeaba. Este océano se denomina *Panthalassa* (*pan* = todo; *thalassa* = mar). *Panthalassa* tenía varios mares más pequeños, uno de los cuales era el poco profundo *mar de Tethys*, situado en el centro (véase Figura 2.1). Hace unos 180 millones de años, el supercontinente Pangea empezó a separarse y las distintas masas continentales que hoy conocemos empezaron a derivar hacia sus posiciones geográficas actuales. Hoy todo lo que queda de *Panthalassa* es el océano Pacífico, cuyo tamaño ha ido disminuyendo desde la fragmentación de Pangea.



▲ **Figura 2.1** Reconstrucción de Pangea como se piensa que era hace 200 millones de años. A. Reconstrucción moderna. B. Reconstrucción realizada por Wegener en 1915.

Fragmentación de Pangea

Wegener utilizó las pruebas procedentes de fósiles, tipos de rocas y climas antiguos para crear un ajuste de los continentes en forma de rompecabezas, creando así su supercontinente, Pangea. De una manera similar, pero utilizando herramientas modernas de las que carecía Wegener, los geólogos han recreado las etapas de fragmentación de este supercontinente, un acontecimiento que empezó hace cerca de 200 millones de años. A partir de este trabajo, se han estableci-

do bien las fechas en las que fragmentos individuales de corteza se separaron unos de otros y también sus movimientos relativos (Figura 2.A).

Una consecuencia importante de la fragmentación de Pangea fue la creación de una «nueva» cuenca oceánica: el atlántico. Como puede verse en la parte B de la Figura 2.A, la separación del supercontinente no fue simultánea a lo largo de los bordes del Atlántico. Lo primero que se separó fueron Norteamérica y África.

Allí, la corteza continental estaba muy fracturada, lo que proporcionaba vías para que grandes cantidades de lava fluida alcanzaran la superficie. En la actualidad estas lavas están representadas por las rocas ígneas meteorizadas que se encuentran a lo largo de la costa oriental de Estados Unidos, principalmente enterradas debajo de las rocas sedimentarias que forman la plataforma continental. La datación radiométrica de estas lavas solidificadas indica que la separación empezó en



A. Hace 200 millones de años (Jurásico inferior)



B. Hace 150 millones de años (Jurásico superior)



C. Hace 90 millones de años (Cretáceo)



D. Hace 50 millones de años (Cenozoico inferior)



E. Hace 20 millones de años (Cenozoico superior)



F. En la actualidad

▲ **Figura 2.A** Esquemas de la fragmentación de Pangea a lo largo de un período de 200 millones de años.

Responde :

- 1- ¿Quién fue Alfred Wegener? ¿Cómo se llamó su hipótesis-Teoría y que proponía? Explicala brevemente.
- 2- Completa :

Nombre del supercontinente original :.....
 La división de los continentes se dió en la Era :.....hace
 Wegener pudo explicar como se despazaron los.....
 Nombre del gran Océano primitivo :..... que ahora actualmente lo ocupa el Océno.....
 Nombre de uno de los mares mas pequeños :.....

3- Enumera secuencialmente las etapas de la fragmentación de la Pangea.(en la imagen)

EVIDENCIAS TEORÍA DE LA DERIVA CONTINENTAL

Dentro de algunas de las evidencias que apoyan la hipótesis de Wegener están las tres siguientes:

1. Ajuste de los continentes: La correspondencia entre el límite este de Sudamérica y el borde oeste del continente africano resulta muy claro, sin embargo, no encajan perfectamente. Se ha ilustrado un modelo en donde se aproxima el ajuste de ambos continentes a partir de su plataforma continental (superficie del fondo marino cercano a la costa) a 900 m de profundidad. La superposición de dichos continentes coincide tan sólo en algunos lugares como se observa en la Figura 15.

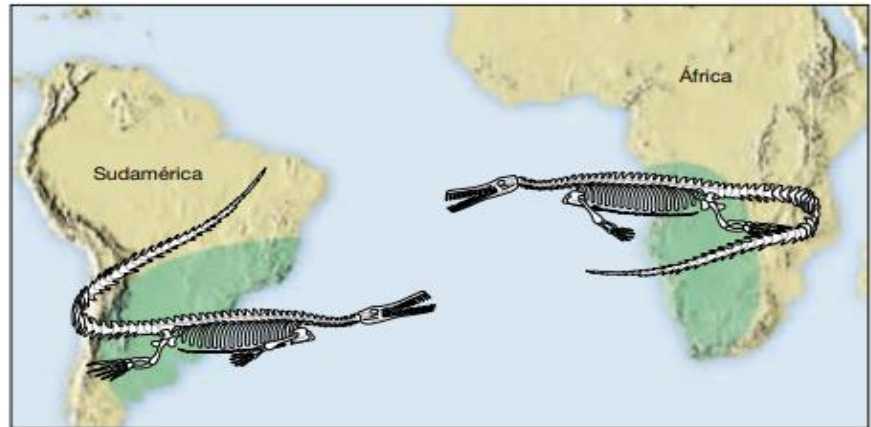


del ajuste de las plataformas continentales entre Áfr

2. Fósiles: A lo largo de algunas regiones continentes, que en la actualidad están completamente separadas, se hallaron restos fósiles de organismos idénticos de edades equivalentes, por lo que los científicos consideraron válida la hipótesis de una conexión entre estos continentes que explicara cómo concuerda su distribución. Fósiles como los del *mesosaurus*, un reptil de agua dulce, se encontraron en ciertas zonas de Brasil y Sudamérica, conforme a su fisiología que no le permitiría nadar en agua salada, se deduce que no pudo haber nadado y cruzado el Océano Atlántico hasta el continente africano. La Figura 16 muestra la distribución de los restos del *mesosaurus*, así como de otras especies que

fueron encontradas a lo largo de los continentes que conformaban el sur de Pangea.

► **Figura 2.3** Se han encontrado fósiles de *Mesosaurus* a ambos lados del Atlántico sur y en ningún otro lugar del mundo. Los restos fósiles de éste y otros organismos en los continentes africano y sudamericano parecen unir estas masas de tierra entre el final del Paleozoico y el comienzo del Mesozoico.



3. Climáticas: El movimiento de los glaciares deja a su paso marcas de arrastre en las rocas, conocidas como estrías glaciares. Estas estructuras muestran evidencia de que enormes masas de hielo y nieve cubrían algunas zonas de Australia, India y Sudáfrica. La Figura 17, muestra las flechas que representan la dirección del desplazamiento de dichos glaciares producto de la fragmentación continental. Esta dirección quedó marcada en las rocas de esas regiones, siendo posible una reconstrucción de cómo los continentes pudieron estar cubiertos por un extenso casquete glacial.

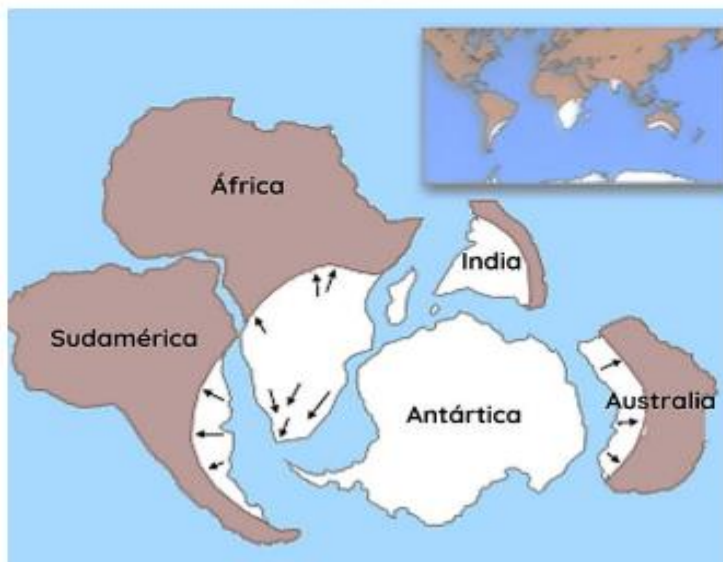


Figura 17. Evidencias climáticas de la deriva continental.

ACTIVIDAD:

4- **Elabora un esquema o mapa mental con las Evidencias de la Deriva Continental.**

Tipos de rocas y semejanzas estructurales

Cualquiera que haya intentado hacer un rompecabezas sabe que, además de que las piezas encajen, la imagen debe ser también continua. La imagen que debe encajar en el «rompecabezas de la deriva continental» es la de los continentes. Si los continentes estuvieron juntos en el pasado, las rocas situadas en una región concreta de un continente deben parecerse estrechamente en cuanto a edad y tipo con las encontradas en posiciones adyacentes del continente con el que encajan. Wegener encontró pruebas de rocas ígneas de 2.200 millones de años de antigüedad en Brasil que se parecían mucho a rocas de antigüedad semejante encontradas en África.

Pruebas similares existen en forma de cinturones montañosos que terminan en la línea de costa, sólo para reaparecer en las masas continentales situadas al otro lado del océano. Por ejemplo, el cinturón montañoso que comprende los Apalaches tiene una orientación noreste en el este de Estados Unidos y desaparece en la costa de Terranova. Montañas de edad y estructuras comparables se encuentran en las Islas Británicas y Escandinavia. Cuando se reúnen esas masas de tierra, como en la Figura 2.5, las cadenas montañosas forman un cinturón casi continuo.

Wegener debía de estar convencido de que las semejanzas en la estructura de las rocas en ambos lados del Atlántico relacionaban esas masas de tierra cuando dijo: «Es como si fuéramos a recolocar los trozos rotos de un periódico juntando sus bordes y comprobando después si las líneas impresas coinciden. Si lo hacen, no queda más que concluir que los trozos debían juntarse realmente de esta manera».



▲ **Figura 2.5** Unión de cordilleras montañosas a través del Atlántico Norte. Los Apalaches se sitúan a lo largo del flanco oriental de América del Norte y desaparecen de la costa de Terranova. Montañas de edad y estructuras comparables se encuentran en las islas Británicas y Escandinavia. Cuando esas masas de tierra se colocan en sus posiciones previas a la separación, esas cadenas montañosas antiguas forman un cinturón casi continuo. Esos cinturones montañosos plegados se formaron hace aproximadamente 300 millones de años conforme las masas de tierra colisionaron durante la formación del supercontinente Pangea.

Tectónica de placas: el nuevo paradigma



Tectónica de placas ▼ Introducción

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** (*tekton* = construir). La tectónica de placas puede definirse como una teoría compuesta por una gran variedad de ideas que explican el movimiento observado de la capa externa de la Tierra por medio de los mecanismos de subducción y de expansión del fondo oceánico, que, a su vez, generan los principales rasgos geológicos de la Tierra, entre ellos los continentes, las montañas y las cuencas oceánicas. Las implicaciones de la tectónica de placas son de tanto alcance que esta teoría se ha convertido en la base sobre la que se consideran la mayoría de los procesos geológicos.

Principales placas de la Tierra

Según el modelo de la tectónica de placas, el manto superior, junto con la corteza suprayacente, se comportan

como una capa fuerte y rígida, conocida como la **litosfera** (*litbos* = piedra, *sphere* = esfera), que está rota en fragmentos, denominados *placas* (Figura 2.18). Las placas de la litosfera son más delgadas en los océanos, donde su grosor puede variar entre unos pocos kilómetros en las dorsales oceánicas y 100 kilómetros en las cuencas oceánicas profundas. Por el contrario, la litosfera continental, por regla general, tiene un grosor de entre 100 y 150 kilómetros, pero puede superar los 250 kilómetros debajo de las porciones más antiguas de las masas continentales. La litosfera se encuentra por encima de una región más dúctil del manto, conocida como la **astenosfera** (*asthenos* = débil, *sphere* = esfera). El régimen de temperatura y presión de la astenosfera superior es tal que las rocas que allí se encuentran se aproximan mucho a sus temperaturas de fusión, lo que provoca una zona muy dúctil que permite la separación efectiva de la litosfera de las capas inferiores. Así, la roca poco resistente que se encuentra dentro de la astenosfera superior permite el movimiento de la capa externa rígida de la Tierra.

La litosfera está rota en numerosos fragmentos, llamados **placas**, que se mueven unas con respecto a las otras y cambian continuamente de tamaño y forma. Como se muestra en la Figura 2.18, se reconocen siete placas principales. Son la placa Norteamericana, la Sudamericana, la del Pacífico, la Africana, la Euroasiática, la Australiana y la Antártica. La mayor es la placa del Pacífico, que abarca una porción significativa de la cuenca del océano Pacífico. Obsérvese, en la Figura 2.18, que la mayoría de las grandes placas incluye un continente entero además de una gran área de suelo oceánico (por ejemplo, la placa Sudamericana). Esto constituye una importante diferencia con la hipótesis de la deriva continental de Wegener, quien propuso que los continentes se movían a través del suelo oceánico, no con él. Obsérvese también que ninguna de las placas está definida completamente por los márgenes de un continente.

Uno de los principales fundamentos de la teoría de la tectónica de placas es que las placas se mueven como unidades coherentes en relación con todas las demás placas. A medida que se mueven las placas, la distancia entre dos puntos situados sobre la misma placa (Nueva York y Denver, por ejemplo) permanece relativamente constante, mientras que la distancia entre puntos situados sobre placas distintas, como Nueva York y Londres, cambia de manera gradual. (Recientemente se ha demostrado que las placas pueden sufrir *alguna* deformación interna, en particular la litosfera oceánica.)

- 5- Define la teoría-Modelo Tectónica de placas.
- 6- Explica el modelo.
- 7- Describe características y comportamiento de la Litósfera y Astenósfera

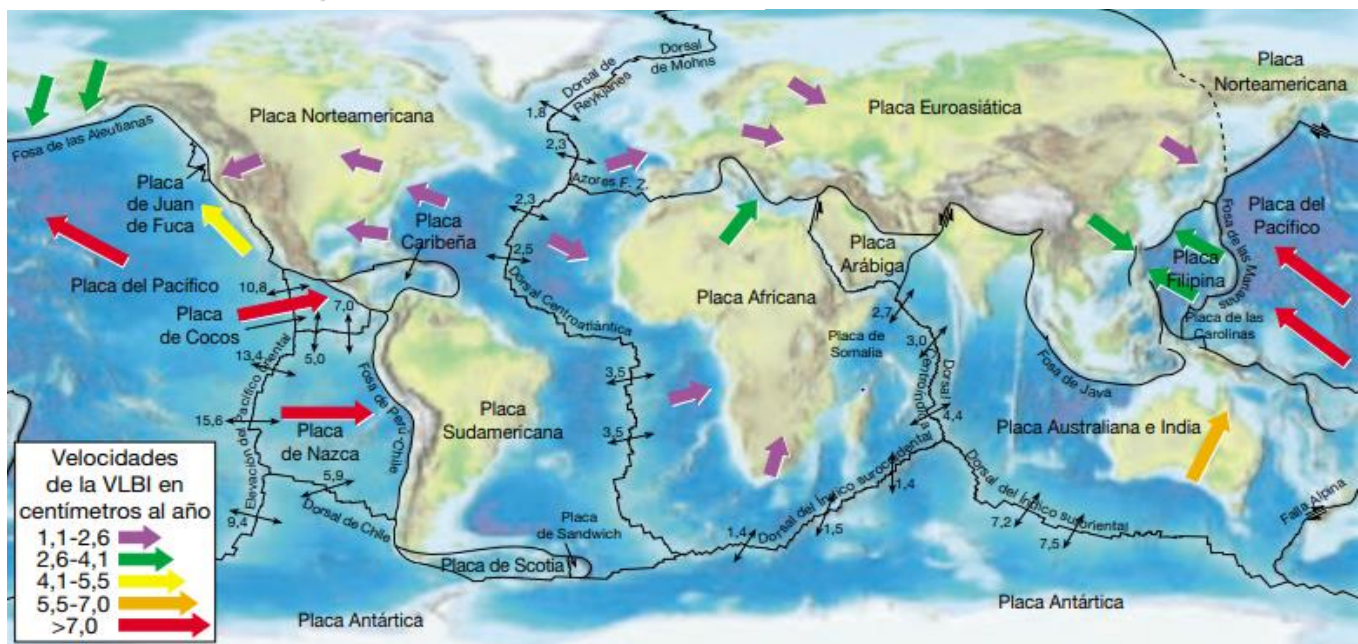
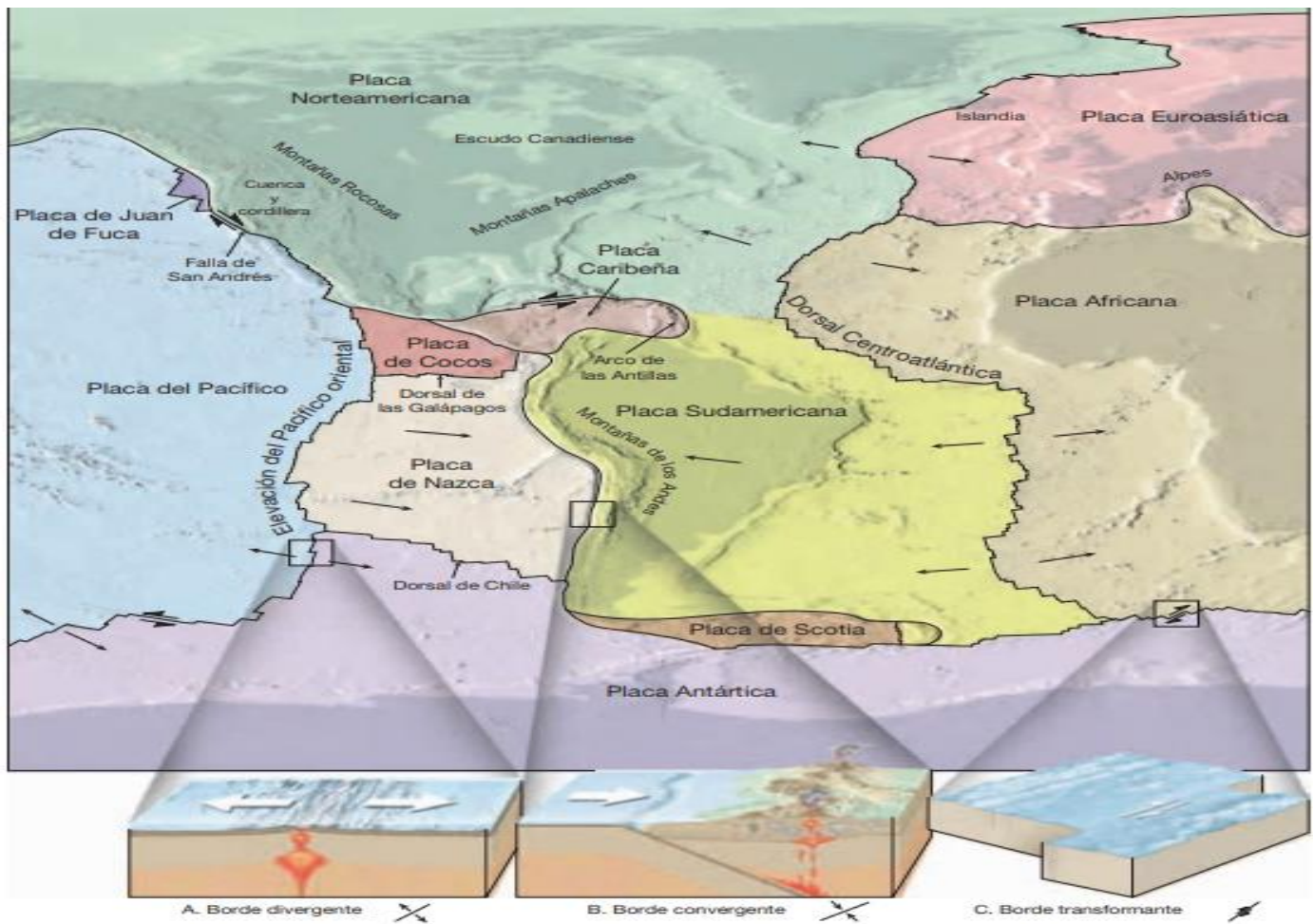


Figura 2.18 Este mapa ilustra las direcciones y las velocidades del movimiento de las placas en centímetros al año. Las velocidades de expansión del fondo oceánico (como se muestra con flechas y cifras negras) se basan en el espaciado de las franjas magnéticas datadas (isoclinas). Las flechas coloreadas muestran los datos sobre el movimiento de placas obtenidas por la Interferometría basal muy larga (VLBI) de realizaciones seleccionadas. Los datos obtenidos mediante estos métodos son consistentes. (Datos del fondo oceánico de DeMets y colaboradores, datos de la VLBI de Ryan y colaboradores.)

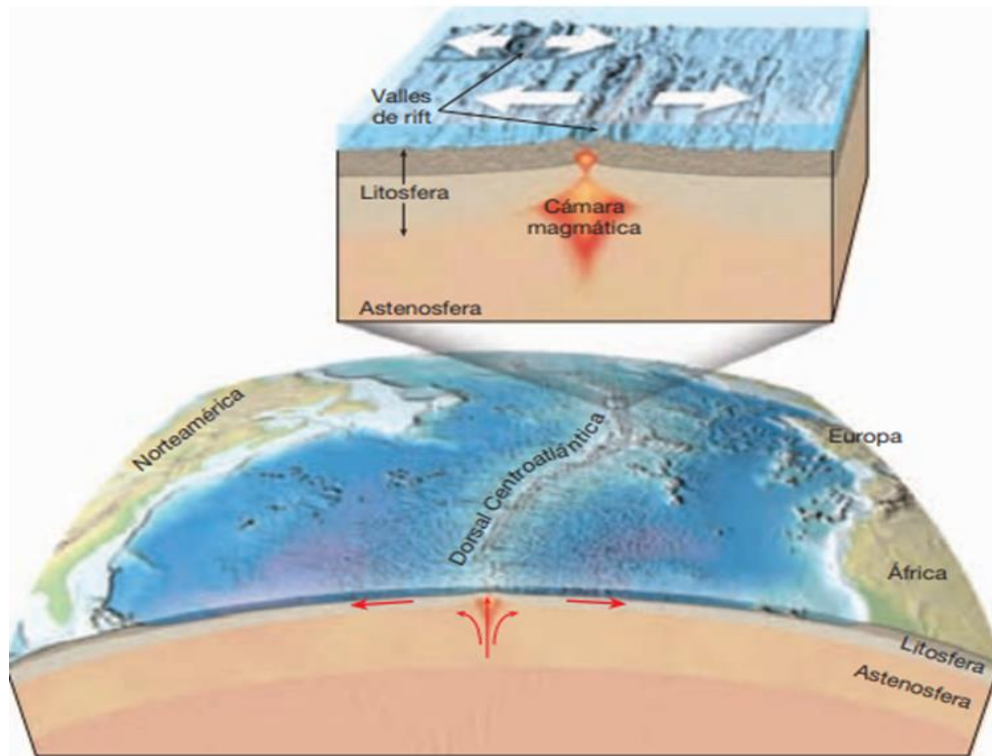


RESPONDE:

Bordes de placa

Las placas litosféricas se mueven como unidades coherentes en relación con las otras placas. Aunque el interior de las placas puede experimentar alguna deformación, las principales interacciones entre las placas individuales (y, por consiguiente, la mayor deformación) se produce a lo largo de sus *bordes*. De hecho, los bordes de placa se establecieron por primera vez representando las localizaciones de los terremotos. Además, las placas tienen tres tipos distintos de bordes, que se diferencian en función del tipo de movimiento que exhiben. Esos bordes se muestran en la parte inferior de la Figura 2.18 y se describen brevemente a continuación:

1. **Bordes divergentes** (*bordes constructivos*): donde dos placas se separan, lo que produce el ascenso de material desde el manto para crear nuevo suelo oceánico (Figura 2.18A).
2. **Bordes convergentes** (*bordes destructivos*): donde dos placas se juntan provocando el descenso de la litosfera oceánica debajo de una placa superpuesta, que es finalmente reabsorbida en el manto, o posiblemente la colisión de dos bloques continentales para crear un sistema montañoso (Figura 2.18B).
3. **Bordes de falla transformante** (*bordes pasivos*): donde dos placas se desplazan lateralmente una respecto de la otra sin la producción ni la destrucción de litosfera (Figura 2.18C).



◀ **Figura 2.19** La mayoría de bordes de placa divergentes están situados a lo largo de las crestas de las dorsales oceánicas.

a) Límites divergentes (*di* = aparte; *vergere* = moverse): También conocidos como límites constructivos, donde dos placas tectónicas se separan generando o “construyendo” nueva litósfera oceánica, situados a lo largo de extensas dorsales (Figura 18). Suelen llamarse también ejes de expansión, pues la expansión del fondo oceánico ocurre en estos bordes. En la Figura 19 se ejemplifica el mecanismo de expansión, que, conforme las placas se alejan, la roca fundida del manto asciende rellenando la litósfera. Este material se enfría gradualmente dando lugar a las nuevas rocas que conforman el piso oceánico de la dorsal.

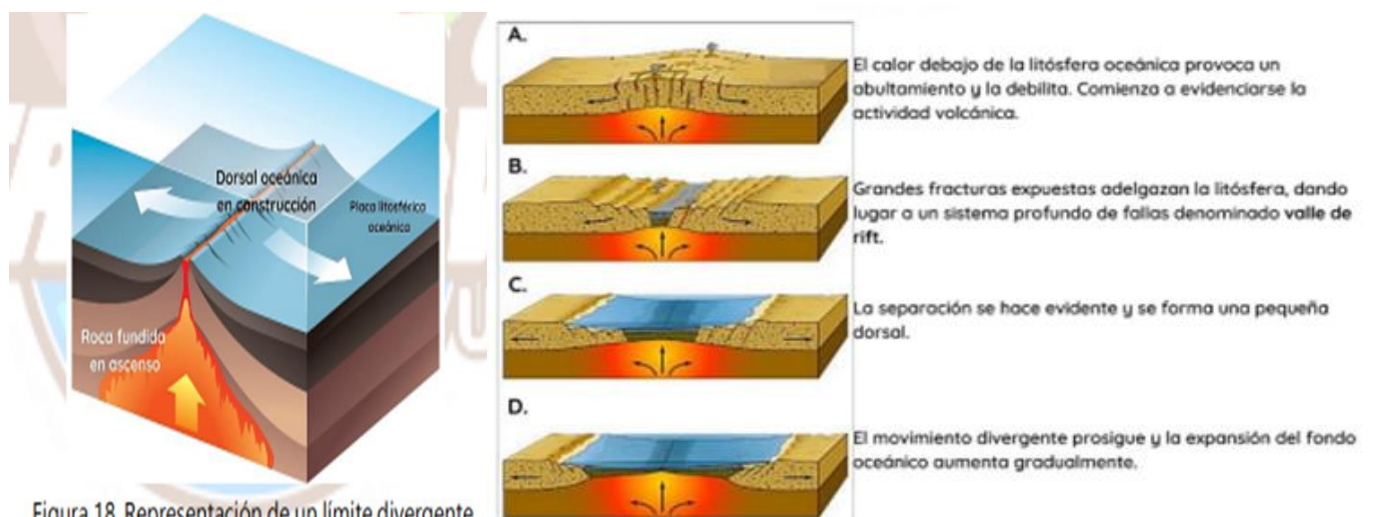


Figura 18. Representación de un límite divergente.

Los bordes divergentes también ocurren entre dos placas continentales, donde se forma una depresión alargada en el continente llamada *rift continental*. Tal es el caso del rift de África (Figura 21), que presenta un estado inicial de la divergencia, sin embargo, no se sabe con precisión si esta separación evolucionará hasta dividir el continente africano.



Figura 21. Localización y extensión del rift de África. Del lado derecho, el pequeño recuadro muestra la posible separación continental a partir de este límite divergente.

b) **Límites convergentes** (*con* = junto; *vergere* = moverse): Es en estos bordes o límites, las placas se mueven una hacia la otra. También se les llama límites destructivos, pues en estos ocurre el fenómeno de *subducción*, donde una de las placas se sumerge por debajo de la otra, es decir, se subduce, debido a que su densidad es mayor respecto a la densidad de la otra placa. Generalmente las placas más densas son aquellas conformadas por litósfera oceánica, por lo que tienden a descender hacia el manto, mientras que las placas de litósfera continental son menos densas y se resisten a la subducción.

La convergencia entre placas puede llevarse a cabo de las tres formas siguientes:

1. **Oceánica-continental**: el límite de la placa de litósfera oceánica se hunde al converger con el frente de la placa de litósfera continental. El límite que marca el encuentro entre las dos placas se conoce como *fosa marina*. Al descender, la litósfera oceánica alcanza los 100 km de profundidad, en donde comienza a fundirse dentro de la astenosfera. Este material en fusión, es menos denso que la roca que la rodea y que constituye al manto, por lo que tiende a ascender gradualmente hacia la superficie en forma de "gotas", provocando la actividad volcánica típica en estos bordes convergentes (Figura 22). Eventualmente, esta actividad puede llegar a formar grandes cadenas

de volcanes en el continente, denominados *arcos volcánicos continentales*, por ejemplo la cadena montañosa de los Andes, donde la placa de Nazca se hunde por debajo de la placa de Sudamérica.

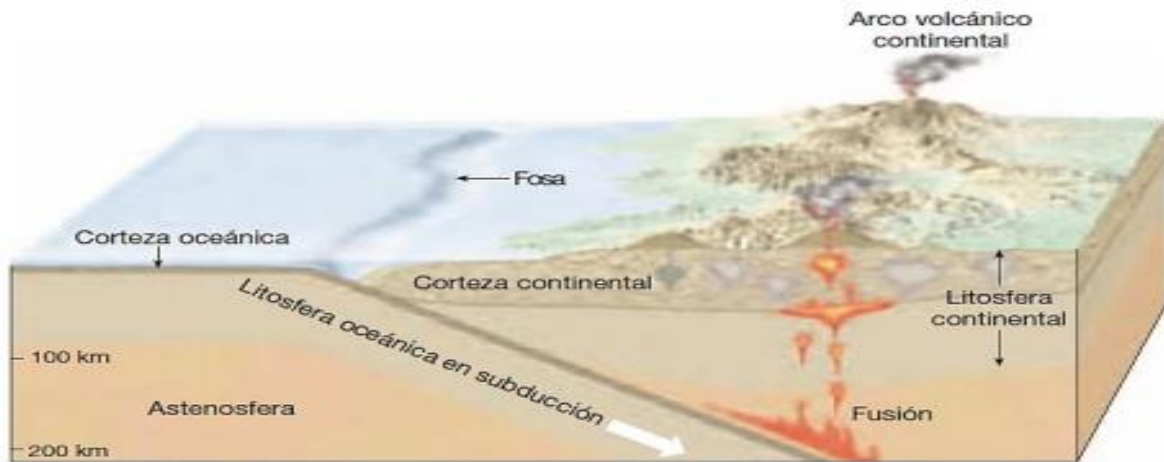


Figura 22. Modelo de convergencia oceánica-continental.

Este tipo de convergencia ocurre dentro del marco tectónico de México. En la Figura 23, se aprecian las cinco placas tectónicas que caracterizan su entorno. El límite entre la placa de Cocos y la placa de Norteamérica, es en donde sucede la subducción. La placa de Cocos es la que se hunde por debajo de la de Norteamérica, dando lugar a la actividad, no sólo volcánica que constituye el centro del país, sino también a la actividad sísmica que se presenta constantemente (Figura 24).



Figura 23. Placas tectónicas que caracterizan el entorno de México.

2. **Oceánica-oceánica:** Cuando dos placas de esta naturaleza convergen, sucede algo similar como en la convergencia oceánica-continental, pues una de las placas de litósfera oceánica se hunde por debajo de la otra, generando actividad volcánica submarina (Figura 25). Si la subducción entre estas placas se mantiene, los volcanes crecen y se desarrollan desde el fondo del océano hasta formar cadenas de estructuras volcánicas conocidas como *arco de islas volcánicas* o *arco de islas*. Un ejemplo de esto, es la fosa de las islas marianas, la cual es



Figura 25. Modelo de convergencia oceánica-oceánica.

reconocida como la fosa o trinchera con la mayor profundidad en el planeta.

3. **Continental-continental:** La litósfera continental, al ser menos densa, no será capaz de hundirse, por lo que el encuentro entre dos bloques de este tipo será una colisión en superficie que da lugar a enormes sistemas montañosos (Figura 26). Ejemplo de esto es la cordillera del Himalaya, un choque entre la India y Asia (Figura 27) que produjo las montañas más espectaculares y dentro de ellas el Monte Everest, la montaña más alta del mundo con poco más de 8,800 m de altitud. Además del Himalaya, los Alpes, los Apalaches y los Montes Urales, son producto de una colisión entre dos placas de litósfera continental.

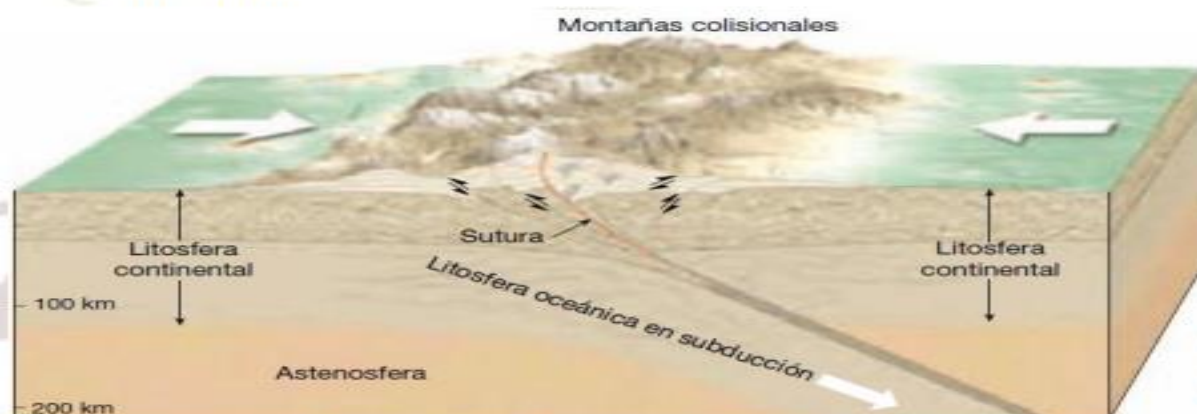
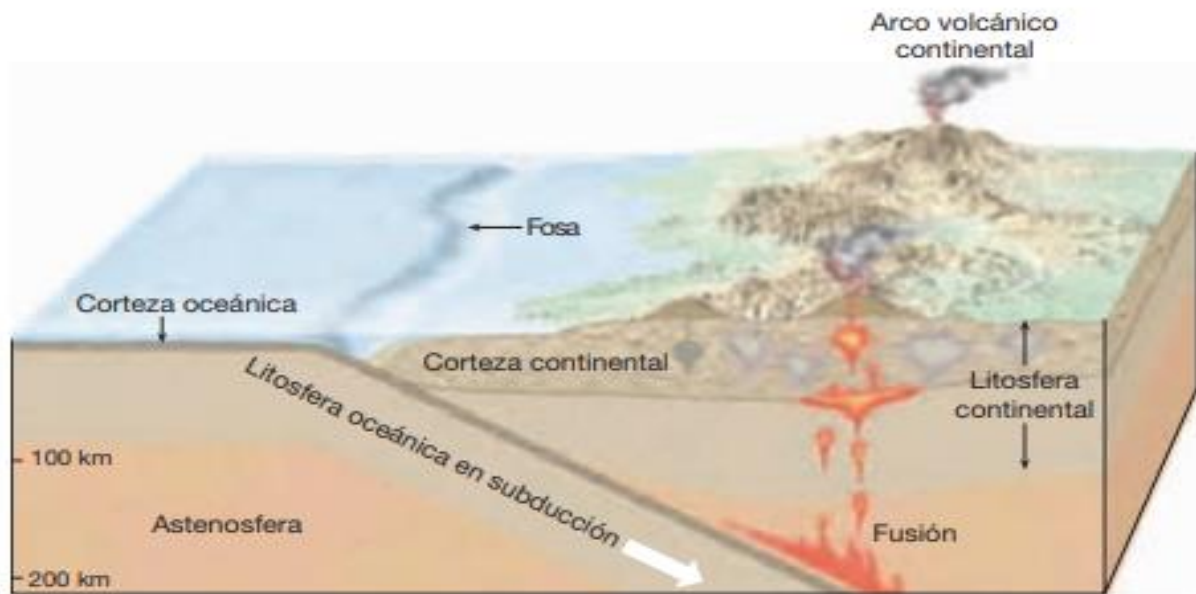


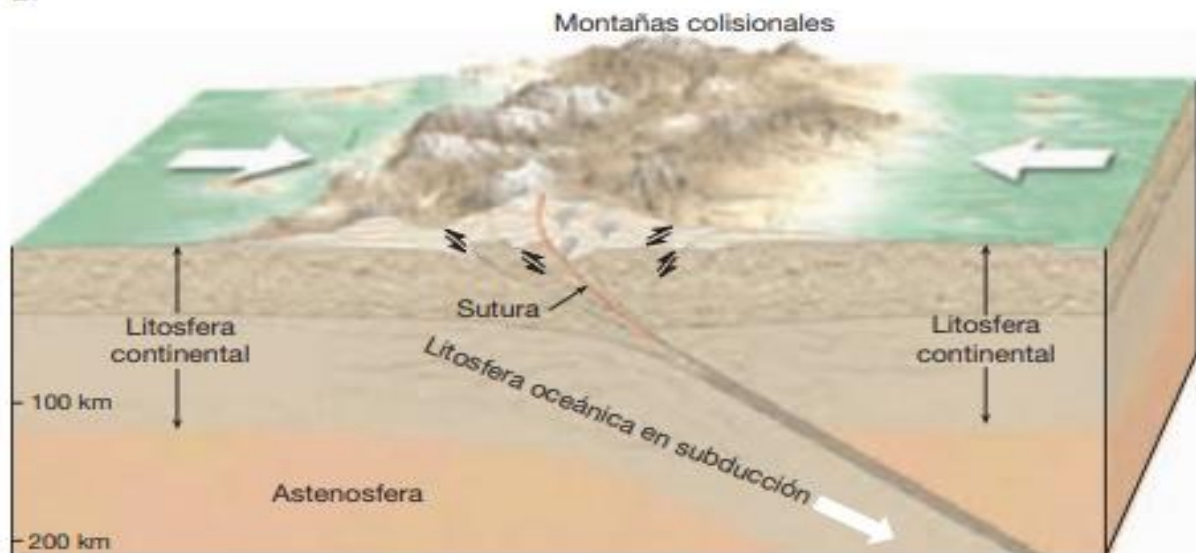
Figura 26. Modelo de convergencia continental-continental.



A.



B.



C.

ZONAS DE CONVERGENCIA ENTRE PLACAS

8- Reconoce e indica letras de cada imagen correspondiente:

OCÉANO – CONTINENTE

OCEANO- OCEANO

CONTINENTE –CONTIENTE

- c) **Límites transformantes** (*trans* = a través de; *forma* = forma): En este borde las placas tectónicas se deslizan entre sí en direcciones opuestas, es decir, una respecto a la otra formando fallas. Estas fueron identificadas en las zonas de desplazamiento de las dorsales (Figura 28), mientras ocurre la divergencia, una serie de fallas transformantes constituyen la separación de las placas, pues la dorsal no es una estructura perfectamente lineal.

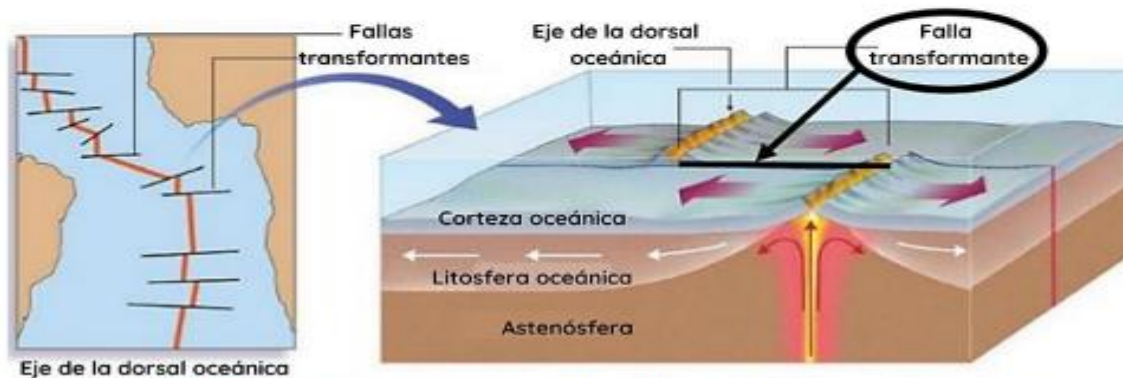
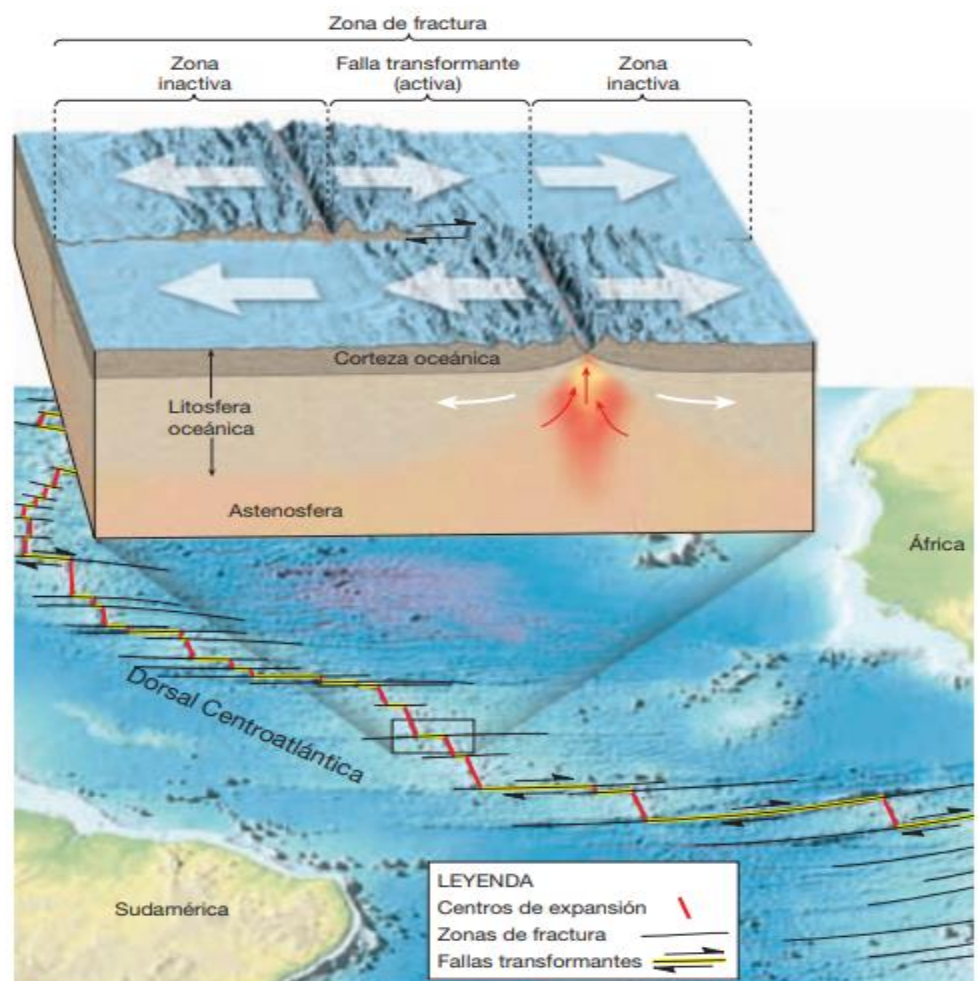


Figura 28. Ilustración que representa la ubicación de las fallas transformantes en una dorsal oceánica.

► **Figura 2.23** Diagrama que ilustra un borde de falla transformante (pasivo) que desplaza los segmentos de la dorsal Centroatlántica.



9-Destaca con color las ideas principales de cada Tipos de Bordes entre las placas. Luego confecciona un esquema sinóptico .

¿Qué impulsa los movimientos de las placas?

La teoría de la tectónica de placas *describe* el movimiento de las placas y el papel que este movimiento representa en la generación o la modificación de las principales estructuras de la corteza terrestre. Por consiguiente, la aceptación de la tectónica de placas no depende del conocimiento exacto de qué impulsa los movimientos de las placas. Afortunadamente es así, porque ninguno de los modelos propuestos hasta ahora puede explicar todos los principales aspectos de la tectónica de placas. Sin embargo, en general los investigadores están de acuerdo en lo siguiente:

1. El flujo convectivo del manto rocoso de 2.900 kilómetros de espesor (donde las rocas calientes y flotantes ascienden y el material más frío y denso se hunde) es la fuerza impulsora subyacente que provoca el movimiento de las placas.
2. La convección del manto y la tectónica de placas forman parte del mismo sistema. Las placas oceánicas en subducción conducen la porción fría de la corriente de convección que se mueve hacia abajo, mientras el afloramiento some-

ro de rocas calientes a lo largo de las dorsales oceánicas y las plumas calientes del manto son la rama de flujo ascendente del mecanismo convectivo.

3. Los movimientos lentos de las placas terrestres y el manto son dirigidos, en última instancia, por la distribución desigual del calor en el interior de la Tierra. Además, esta corriente es el mecanismo que transmite el calor del núcleo de la Tierra y lo hace ascender a través del manto.

El proceso de convección en el manto es el que impulsa el movimiento de las placas tectónicas o placas litosféricas a lo largo del planeta, provocando la formación de altas montañas, extensas dorsales y rifts, además de la perpetua actividad volcánica y sísmica, tal como se ejemplifica en la Figura 12.

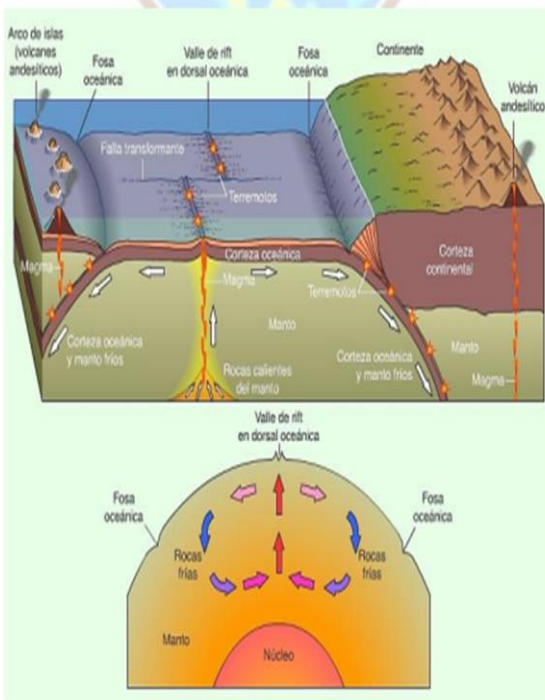


Figura 12. Fenómenos consecuentes de la convección del manto en la superficie.

Convección del manto: Conforme aumenta la profundidad hacia el interior de la Tierra, mayor es la temperatura, la cual se incrementa a un ritmo conocido como **gradiente geotérmico**, y varía notablemente en las diferentes capas internas, como se aprecia en la Figura 9. En la corteza la temperatura aumenta rápidamente, entre 20°C a 30°C por cada kilómetro, mientras que en el manto y el núcleo dicho aumento, es más lento.

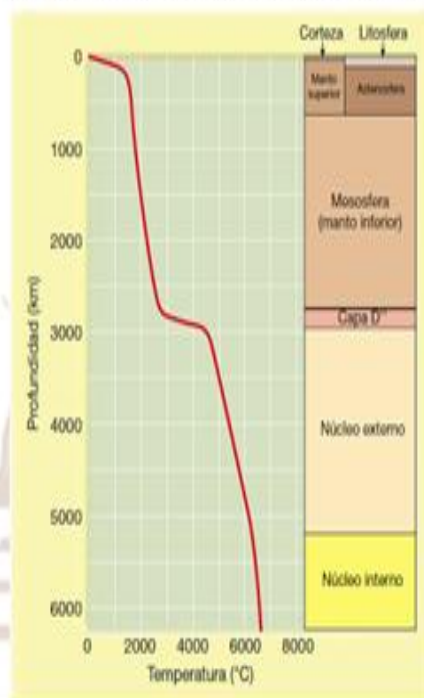


Figura 9. Gradiente geotérmico en el interior de la Tierra. Se destaca un cambio a los 100 km de profundidad, donde se calcula que la temperatura supera los 1200°C. En el límite manto-núcleo es notable el incremento entre los 3500°C y los 4500°C, mientras que la temperatura en el núcleo interno puede superar los 6700°C.

El calor presente en el interior de la Tierra es causado por procesos como: el calor que emite la desintegración radiactiva de los isótopos de uranio (U), torio (Th) y potasio (K), el calor liberado a partir de la cristalización del hierro que formó el núcleo interno sólido y el calor expulsado tras la colisión de partículas durante la acreción y formación del planeta. El primer proceso se mantiene activo, sin embargo, la velocidad con la que emite el calor es menor en relación al pasado geológico.

En la corteza, la transmisión de calor en las rocas se lleva a cabo por conducción a un ritmo relativamente lento, actúa como un aislante térmico que permite que la parte inferior de la corteza se mantenga caliente y la parte superior fría. Esto explica la enorme variación de la temperatura en los primeros 100 km de la corteza.

En contraste con la corteza, el aumento de la temperatura en el manto ocurre en forma gradual, por lo que debe existir en él un método más eficiente que pueda transmitir el calor desde el núcleo y hacia afuera. El **flujo convectivo** o **convección del manto**, es el método que permite la capacidad de fluidez de las rocas, mediante el cual el material caliente menos denso asciende, mientras que el material más frío se vuelve más denso y se hunde. La Figura 10 representa un modelo del flujo convectivo. La corriente que se sumerge del lado izquierdo, procede del descenso del material frío y denso la litósfera oceánica que se funde al entrar en contacto con el manto. Algunas de las corrientes ascendentes corresponden a plumas del manto, generadas en el límite núcleo-manto desde donde se elevan hacia la superficie, dando lugar a zonas específicas de alta actividad volcánica, conocidas como "puntos calientes". Si el punto caliente se mantiene activo en la placa tectónica donde se encuentra, mientras esta se desplaza, dejará a su paso un trazo volcánico, es decir, una serie de estructuras volcánicas alineadas, tal es el caso de las islas de Hawái en el Océano Pacífico (Figura 11). En el manto superior se

aprecia la separación de dos placas tectónicas, permitiendo el ascenso de magma que alimenta y construye el piso oceánico.

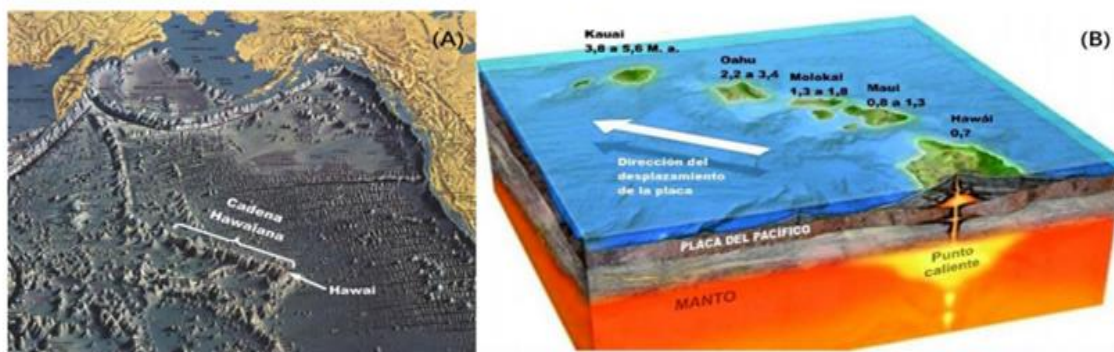
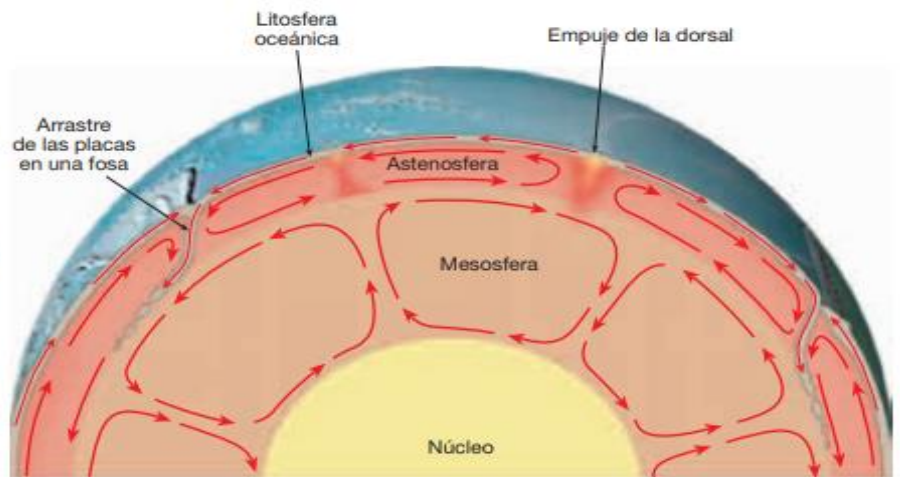
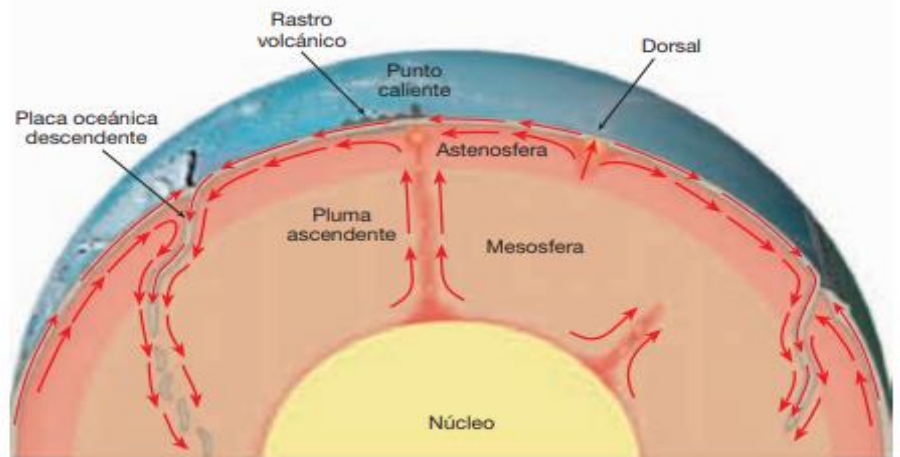


Figura 11. (A) Relieve submarino que marca el trazo de la cadena de islas hawaianas en el norte del Océano Pacífico. (B) Ilustración que ejemplifica el proceso de formación de las islas de Hawái, mostrando las edades en millones de años (Ma) de cada una. Entre más alejadas del punto caliente, debido al desplazamiento de la placa, son más antiguas.

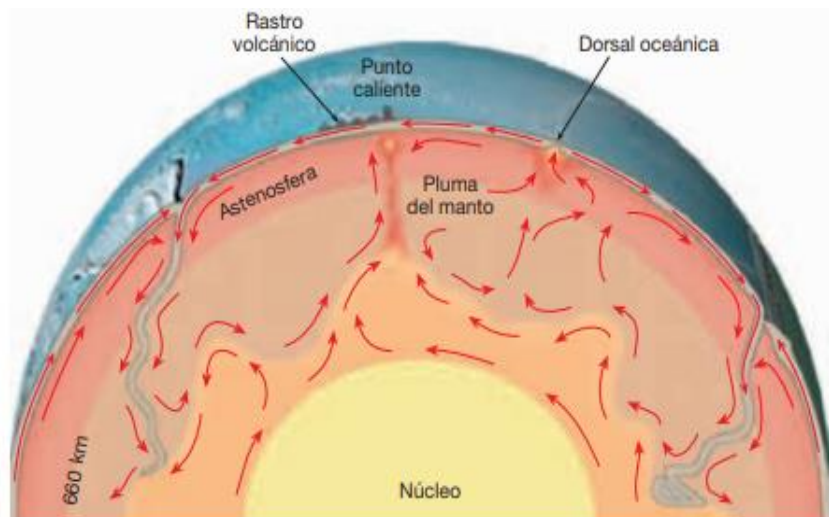
► **Figura 2.30** Modelos propuestos para la convección del manto. **A.** El modelo que se muestra en esta ilustración consiste en dos niveles de convección: una capa de convección delgada por encima de los 660 kilómetros y otra gruesa por debajo. **B.** En este modelo de convección de todo el manto, la litosfera oceánica fría desciende a la parte inferior del manto mientras las plumas calientes del manto transportan el calor hacia la superficie. **C.** Este modelo de capa profunda sugiere que el manto funciona de una manera similar a como lo hace una lámpara de lava. El calor de la Tierra hace que estos niveles de convección crezcan y se encojan lentamente en modelos complejos sin que se produzca ninguna mezcla sustancial. Algún material del nivel inferior asciende en forma de plumas del manto.



A. Estratificación a 660 kilómetros



B. Convección de todo el manto



C. Modelo de capa profunda

Responde:

10-¿Qué impulsa el movimiento de las placas?¿Qué consecuencias trae su desplazamiento?

11-Explica como ocurre el flujo convectivo o convección del Manto.

12-¿Como se genera el calor en el interior de la Tierra?¿Tiene la misma intensidad en sus capas?

- A principios del siglo XX *Alfred Wegener* estableció la hipótesis de la *deriva continental*. Uno de sus más importantes principios era que un supercontinente denominado *Pangea* empezó a separarse en continentes más pequeños hace unos 200 millones de años. Los fragmentos continentales menores «emigraron» entonces a sus posiciones actuales. Para apoyar la afirmación de que los continentes ahora separados estuvieron unidos en alguna ocasión, *Wegener* y otros utilizaron el *ajuste entre Sudamérica y África*, las *evidencias fósiles*, los *tipos y estructuras rocosas* y los *climas antiguos*. Una de las principales objeciones a la hipótesis de la deriva continental fue su incapacidad para proporcionar un mecanismo aceptable para el movimiento de los continentes.
- Del estudio del *paleomagnetismo* los investigadores aprendieron que los continentes habían migrado, como proponía *Wegener*. En 1962, *Harry Hess* formuló la idea de la *expansión del fondo oceánico*, que establece que se está generando continuamente nuevo fondo oceánico en las dorsales centrooceánicas y que

yoría de los bordes divergentes se localiza a lo largo del eje del sistema de dorsales oceánicas y está asociada con la expansión del fondo oceánico, que se produce a velocidades de 2 a 15 centímetros al año. Dentro de un continente pueden formarse nuevos bordes divergentes (por ejemplo, los valles de rift del este de África), donde pueden fragmentar las masas continentales y desarrollar una nueva cuenca oceánica.

- Los *bordes de placa convergentes* aparecen donde las placas colisionan, provocando la subducción (consumo) de la litosfera oceánica en el manto a lo largo de una fosa submarina. La convergencia entre un bloque oceánico y uno continental provoca la subducción de la placa oceánica y la formación de un *arco volcánico continental* como el de los Andes de Sudamérica. La convergencia océano-océano produce una cadena en forma de arco de islas volcánicas denominada *arco de islas volcánicas*. Cuando dos placas que transportan corteza continental convergen, las dos placas tienen demasiada capacidad de flotación como para subducir. El resultado es una «colisión» que provoca la formación de una cadena montañosa como la del Himalaya.
- Los *bordes (pasivos) de falla transformante* se localizan donde las placas se desplazan una con respecto a la otra sin producción ni destrucción de litosfera. La mayoría de las fallas transformantes une dos segmentos de dorsal oceánica. Otras conectan centros de expansión con zonas de subducción y facilitan así el transporte de la corteza oceánica creada en la cresta de una dorsal a su lugar de destrucción, una fosa subma-

el fondo oceánico antiguo y denso se consume en las fosas submarinas. El descubrimiento de franjas alternas de magnetismo de intensidad alta y baja, que son paralelas a las crestas de las dorsales, proporcionaron apoyo a la teoría de la expansión del fondo oceánico.

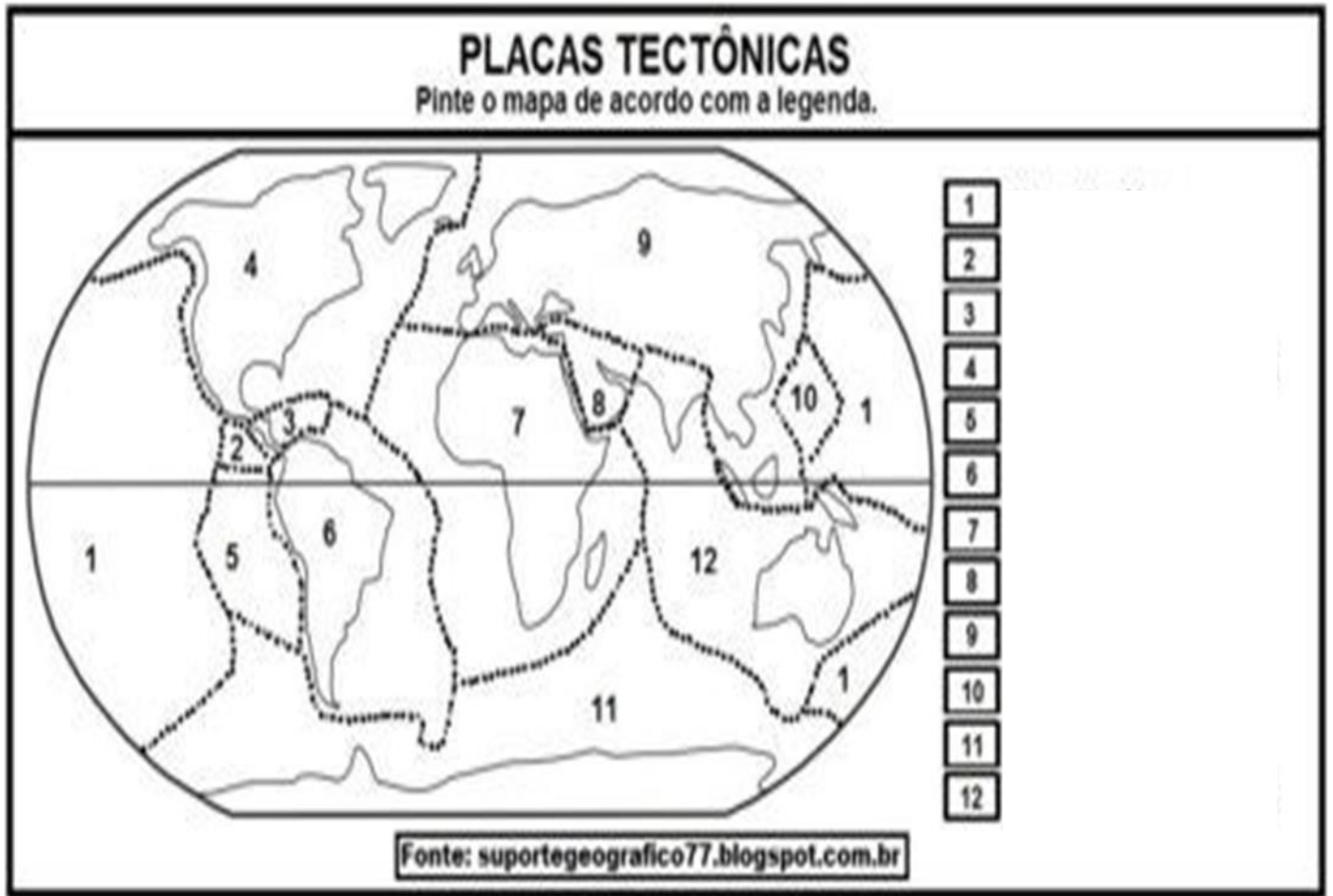
- En 1968, la deriva continental y la expansión del fondo oceánico se unieron en una teoría mucho más completa conocida como *tectónica de placas*. Según la tectónica de placas, la capa externa rígida de la tierra (*litosfera*) se encuentra por encima de una región más débil, denominada *astenosfera*. Además, la litosfera está dividida en siete grandes fragmentos y otros más pequeños, denominados *placas*, que están en movimiento y cambiando continuamente de forma y tamaño. Las placas se mueven como unidades relativamente coherentes y se deforman fundamentalmente a lo largo de sus bordes.
- Los *bordes de placa divergentes* aparecen donde las placas se separan, provocando el ascenso de material desde el manto para crear nuevo fondo oceánico. La ma-

rina. Aún otras, como la falla de San Andrés, atraviesan la corteza continental.

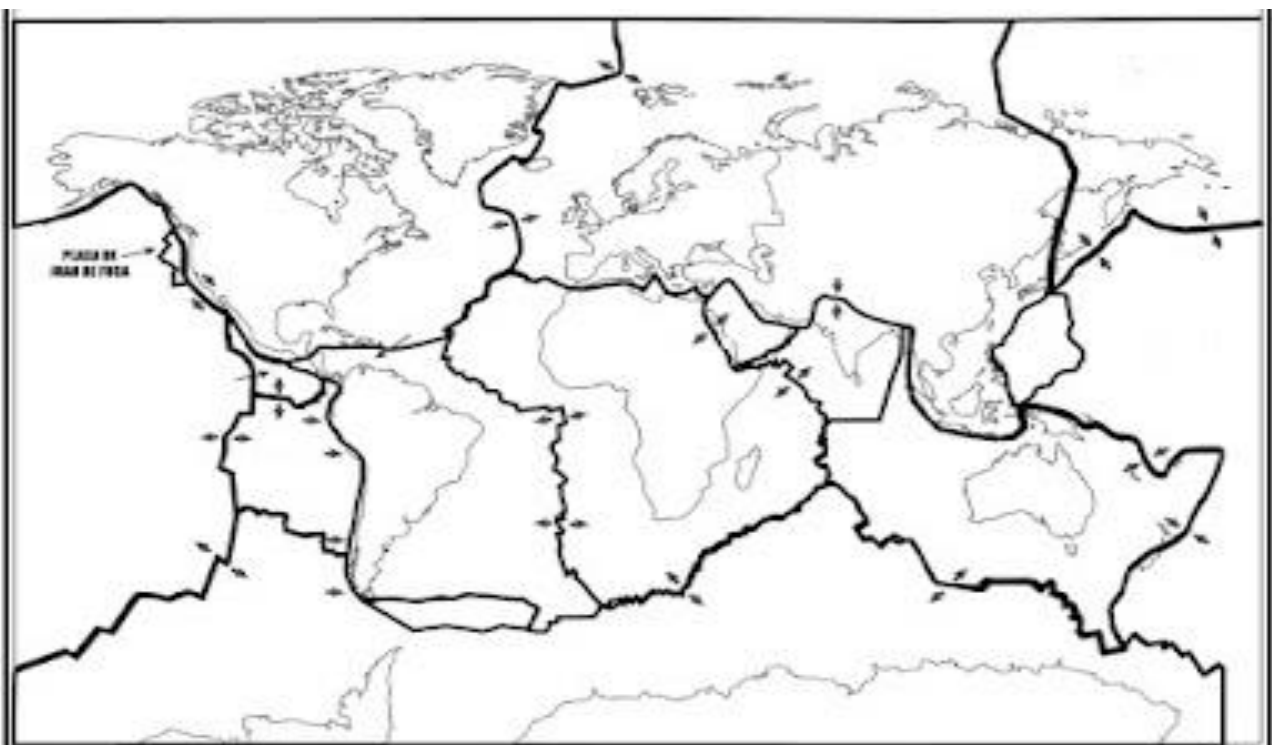
- La teoría de la tectónica de placas se ve apoyada por: (1) la distribución global de los *terremotos* y su estrecha asociación con los bordes de placa; (2) la edad y el grosor de los *sedimentos* de los fondos de las cuencas submarinas, y (3) la existencia de cadenas de islas que se formaron sobre *puntos calientes* y proporcionaron un entramado de referencia para trazar la dirección del movimiento de las placas.
- En la actualidad se están evaluando tres modelos básicos para la convección del manto. Los mecanismos que contribuyen al flujo convectivo son la fuerza de arrastre de la placa, la fuerza de empuje de la dorsal y las plumas del manto. La *fuerza de arrastre de la placa* se produce cuando la litosfera oceánica fría y densa es subducida y tira de la litosfera. La *fuerza de empuje de la dorsal* tiene lugar cuando la gravedad pone en movimiento las placas elevadas a ambos lados de las dorsales oceánicas. Las *plumas del manto*, calientes y flotantes, son consideradas las ramas de corriente ascendente de la convección del manto. Un modelo sugiere que la convección del manto se produce en dos capas separadas a una profundidad de 660 kilómetros. Otro modelo propone una convección de todo el manto que afectaría a todo el manto rocoso de 2.900 kilómetros de grosor. Y un último modelo sugiere que el tercio inferior del manto se abomba de manera gradual hacia arriba en algunas zonas y se hunde en otras sin una mezcla apreciable.

ACTIVIDADES DE APLICACIÓN

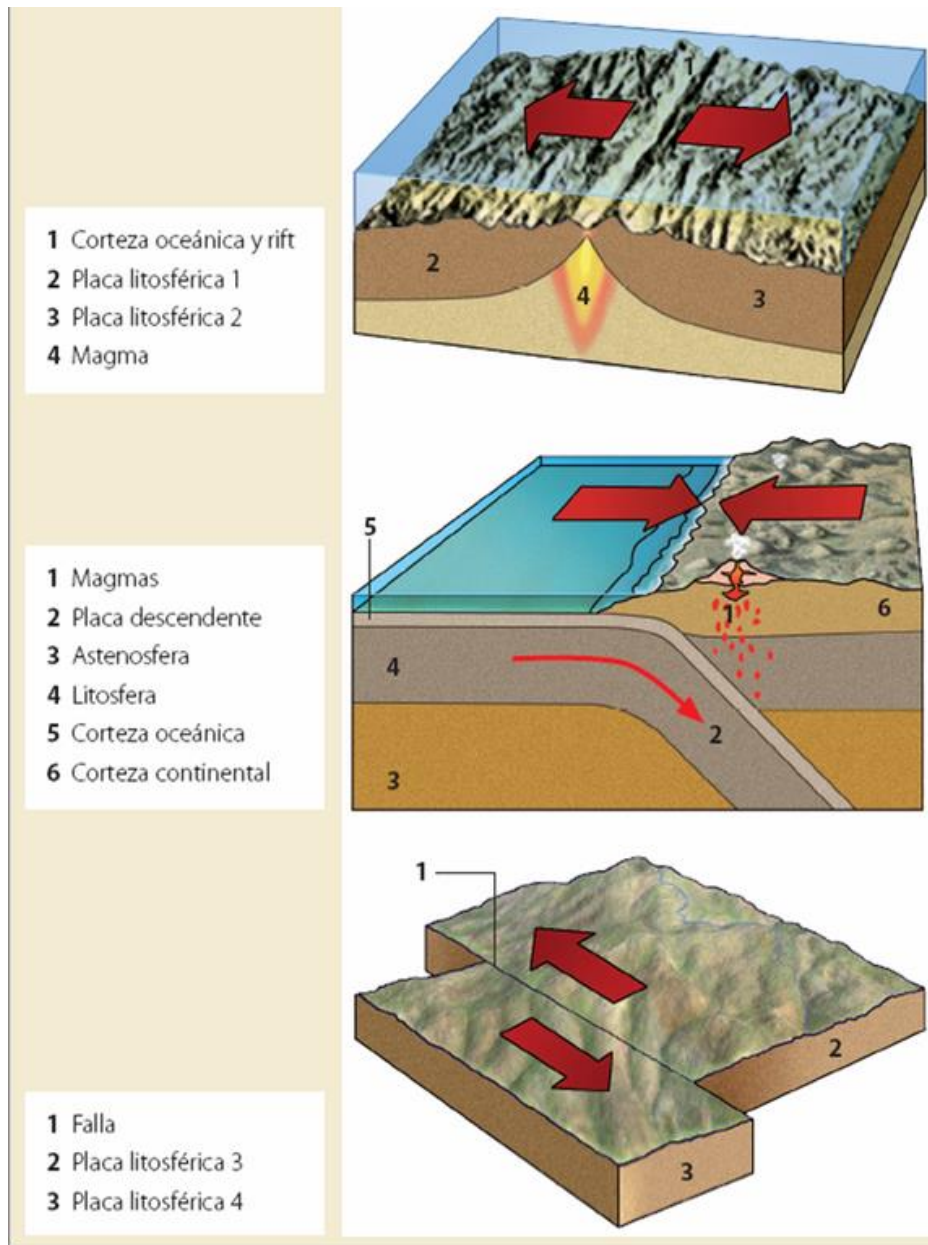
- 1- Identifica las placas tectónicas, indica sus nombres en la columna derecha y luego píntalas de diferentes colores.



- 2 – Observa la siguiente imagen : ¿Qué tipos de bordes observa? Resalte uno de cada tipo y entre que placas se encuentra.



3 Observa y reconoce en cada imagen :



En los **bordes de falla transformante** las placas se deslizan una respecto a la otra y ni se produce ni se destruye litosfera.

En los **bordes divergentes** las placas se separan, por lo que asciende material del manto y se crea nuevo suelo oceánico.

En los **bordes convergentes** las placas se aproximan y se produce la subducción (consumo) de la litosfera oceánica en el manto.

a- Ubica cada cartel de información según el tipo de borde de las placas ilustradas.

b- Indica los tipos de placas involucradas (Continental / oceánica.....) en cada caso.

c- Menciona un ejemplo de cada tipo de borde (en relación al mapa punto 2) entre que placas se encuentran .

4-Analiza el siguiente cuadro y busca información de ejemplos y completa el cuadro

BORDES DE PLACAS	ESQUEMA	ELEMENTO ASOCIADO	FENOMENOS ASOCIADOS	EJEMPLOS
<p>BORDES CONSTRUCTIVOS O DIVERGENTES Las placas se separan y se crea litosfera (fondo oceánico)</p>		<p>DORSALES OCEANICAS Gran grieta volcánica submarina</p>	<ul style="list-style-type: none"> - vulcanismo submarino - terremotos submarinos - expansión de los océanos - deriva continental 	<p>DORSAL MEDIOATLANTICA</p>
<p>BORDES DESTRUCTIVOS O CONVERGENTES Las placas se acercan y se destruye litosfera, que se recicla al pasar de nuevo al manto</p>		<p>ZONAS DE SUBDUCCION La placa oceánica se mete por debajo de la continental</p>	<ul style="list-style-type: none"> - terremotos - volcanes - OROGENESIS: cordilleras periocénicas 	<p>LOS ANDES (la placa de Nazca subduce bajo la placa Sudamericana)</p>
		<p>ZONAS DE SUBDUCCION Una de las placas oceánicas se mete por debajo de la otra</p>	<ul style="list-style-type: none"> - arcos insulares volcánicos - fosas marinas 	<p>ARCHIPIELAGO DEL JAPON</p>
		<p>LEVANTAMIENTO DE AMBAS PLACAS Chocan dos placas continentales</p>	<ul style="list-style-type: none"> - terremotos - OROGENESIS: cordilleras intercontinentales 	<p>CORDILLERA DEL HIMALAYA (La India choca con el continente asiático)</p>
<p>BORDES PASIVOS O NEUTROS Placas rozándose lateralmente. Ni se crea ni se destruye litosfera</p>		<p>FALLAS DE TRANSFORMACION</p>	<ul style="list-style-type: none"> - terremotos 	<p>FALLA DE SAN ANDRES (la península de California roza con Norteamérica)</p>

5- Localiza en un mapa planisferio los ejemplos del cuadro.