



Evolución de la estructura terrestre

Mtra. LIGIA KAMSS PANIAGUA

Material de Apoyo Didáctico de Geografía



Nuestro planeta es único en el Sistema Solar por su forma, tamaño, densidad, composición, y estructura.



A simple vista vemos la atmósfera, la hidrosfera y la litosfera.

La **atmósfera** es la envoltura gaseosa que protege al planeta, la **hidrósfera** es la capa líquida y la **litósfera (geosfera)** es la sólida y delgada capa superficial donde habitamos.

Debajo de ellas existen otras capas internas que provocan fenómenos importantes sobre la superficie.



La Teoría de la Acreción dice que la Tierra se formó al mismo tiempo que los demás planetas a partir de la misma materia ...

Mientras el Sol terminaba de formarse a través de un proceso de aglomeración progresiva, se formaban pequeños cuerpos sólidos de poca densidad que tenían entre 1 y 10 kilómetros de diámetro, (similares a los cometas actuales).



Al chocar entre ellos, se unieron fragmentos que originaron planetoides más grandes, cuerpos esféricos que atraían con mayor fuerza gravitacional a los pequeños cuerpos que andaban por el disco planetario, como algunos satélites y los asteroides.



Los recientes descubrimientos sobre la dinámica planetaria se concretan en la **TECTÓNICA GLOBAL** que permite comprender lo que ocurre en la superficie, estudiando el comportamiento de la estructura interna de nuestro planeta.

Hace 4600 millones de años cuando inició el enfriamiento del planeta, los elementos más pesados como el níquel y el hierro se depositaron en la parte más profunda y formaron un **NÚCLEO METÁLICO**.

Otros menos pesados como los silicatos de hierro y magnesio, conformaron una segunda capa **EL MANTO** y finalmente los más ligeros los silicatos de aluminio, formaron la capa más delgada y superficial la **CORTEZA TERRESTRE**.



Elementos como el oxígeno, el hidrógeno y el nitrógeno, constituyeron las capas externas: **LA HIDRÓSFERA Y LA ATMÓSFERA**.



La Tierra continúa el proceso de transformación, como resultado de la acción de dos fuerzas antagónicas que actúan sobre la corteza terrestre:



- Una de **origen interno** (energía geotérmica)
- Otra de **origen externo** (cuyo origen radica en la influencia solar)

FUERZAS DE ORIGEN INTERNO

Es la energía propia de la Tierra acumulada durante su fase estelar, antes de constituirse en un planeta independiente.

La dinámica interna tiende a transformar la corteza terrestre, levantando o hundiendo y provocando reajustes físico-químicos y mecánicos entre sus componentes, el efecto más sensible es la formación de las montañas y sus manifestaciones más espectaculares son los *volcanes*, *terremotos* y *stunamis*.

FUERZAS DE LA DINÁMICA EXTERNA

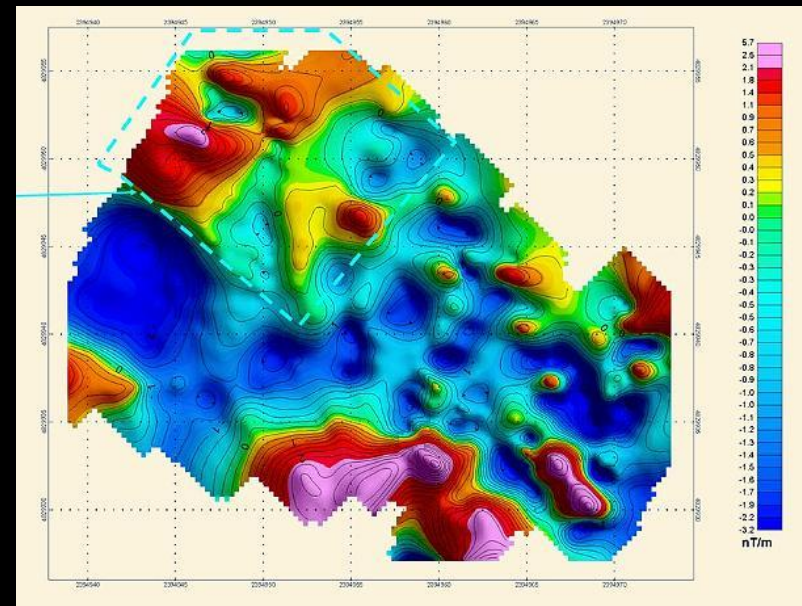
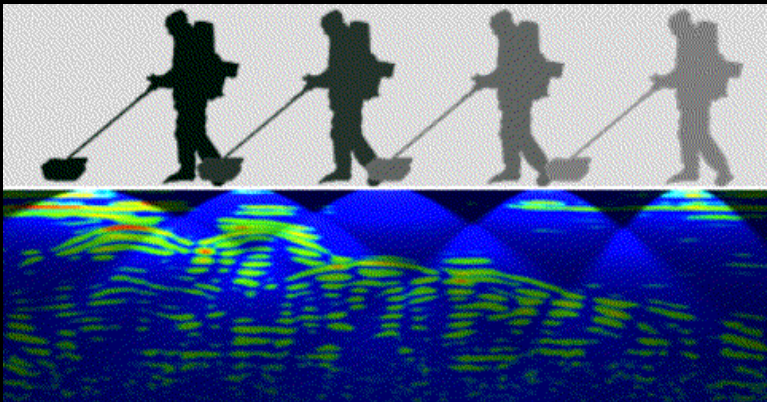
Actúan desde fuera sobre la superficie terrestre modelando las formas del relieve, a través de cambios de temperatura por la radiación solar, procesos erosivos, mediante la acción del viento, la lluvia, los torrentes, los ríos, los glaciares y el océano.

Estos procesos tienden a disminuir las irregularidades de la superficie de los continentes, originadas por las acciones de la dinámica interna y a restablecer el equilibrio de la Litosfera.

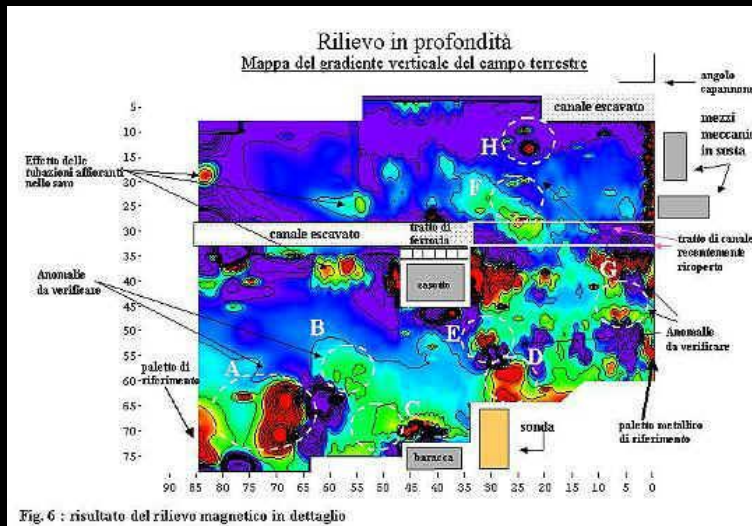


Para estudiar el interior de la Tierra se utilizan métodos geofísicos directos o indirectos, que interpretan datos para determinar la estructura y composición química de las rocas.

Método Magnetométrico Estudia el valor del magnetismo en distintas zonas. Éste método identifica el tipo de rocas existentes, por sus componentes existen las que tienen elevado magnetismo por el alto contenido de hierro, mientras otras lo presentan muy bajo o nulo.



Sondeos. Son un método de estudio directo que consiste en perforar la roca e ir sacando fragmentos, con lo cual sabemos que tipo de roca tenemos y a que profundidad se encuentra.



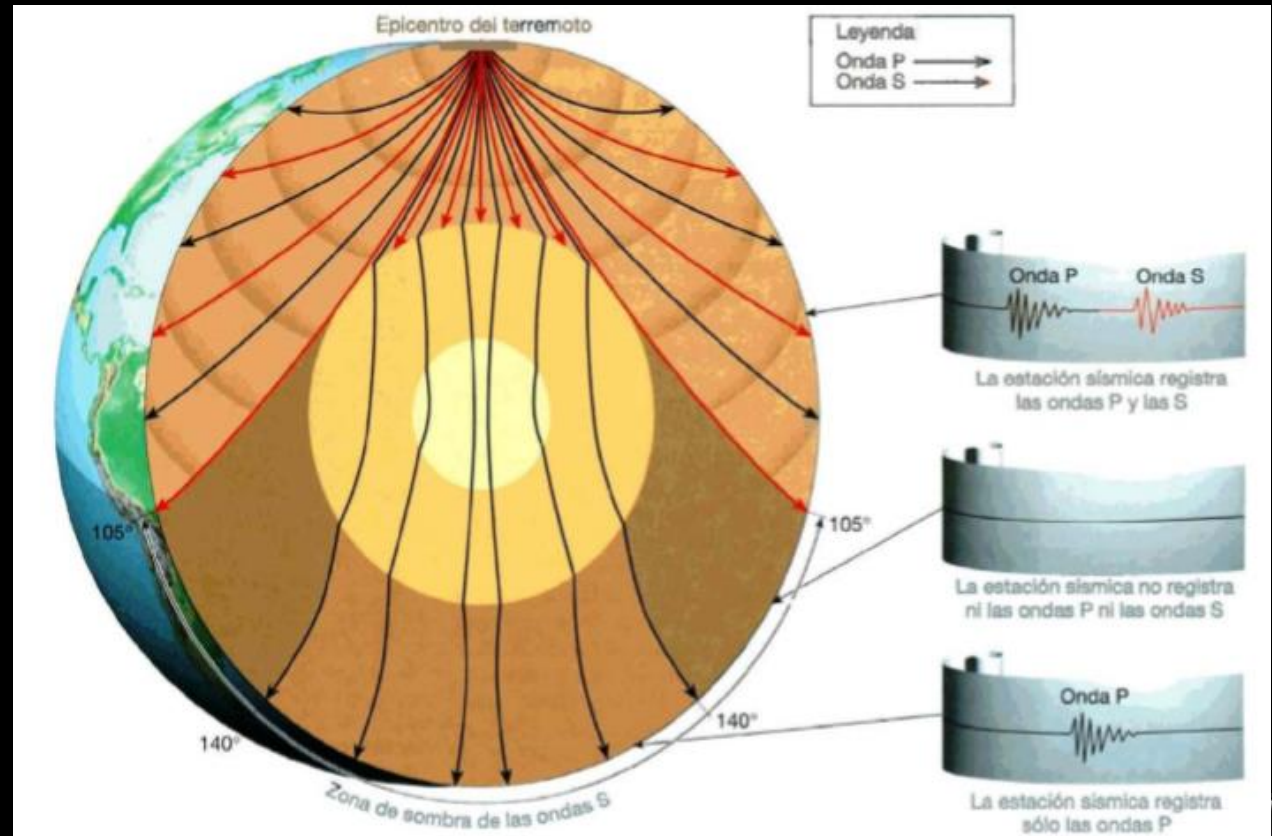
Método Gravimétrico Se basa en la atracción gravitacional entre masas. Mediciones del valor de la gravedad en distintas zonas de la Tierra permiten deducir las densidades de las rocas.

Método Sísmico

La sismología permite conocer indirectamente el interior de un cuerpo sólido.

El conocimiento del estado físico de las capas de la Tierra, se realiza principalmente mediante el estudio de la propagación de las ondas sísmicas, las cuales se comportan de manera diferente, según se propaguen en medios sólidos o líquidos.

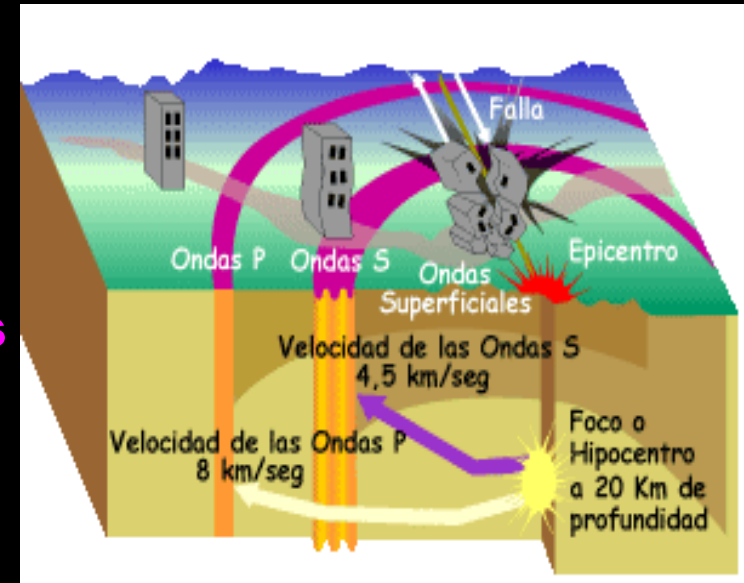
Como es difícil coincidir con un sismo se provocan con barrenas así, es posible realizar estudios y mediciones de la estructura interna del planeta.



El punto donde se produce un terremoto es el **FOCO** o **HIPOCENTRO** y la vertical encima del hipocentro es el **EPICENTRO**.

Las ondas sísmicas son **P, S y L**:

- **ondas P** primarias/ longitudinales
- **ondas S** secundarias/ transversales
- **ondas L** superficiales



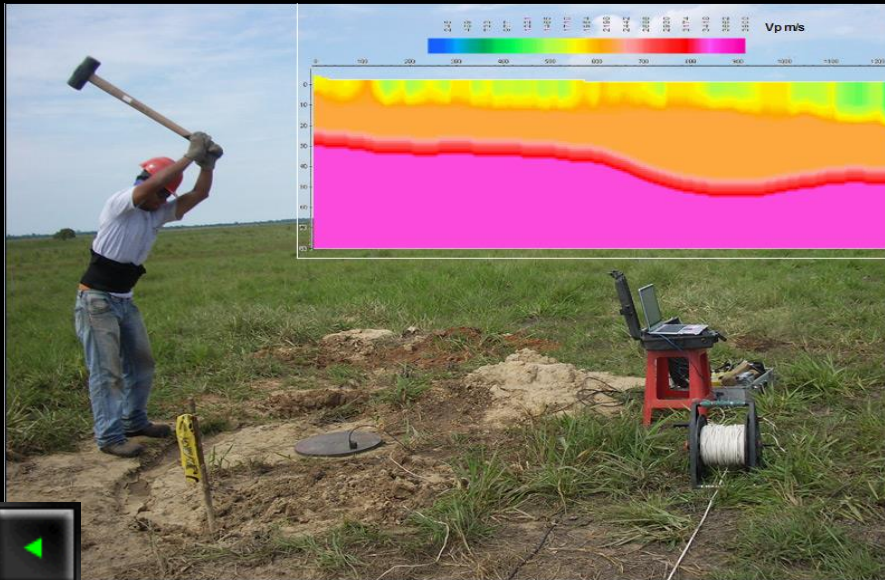
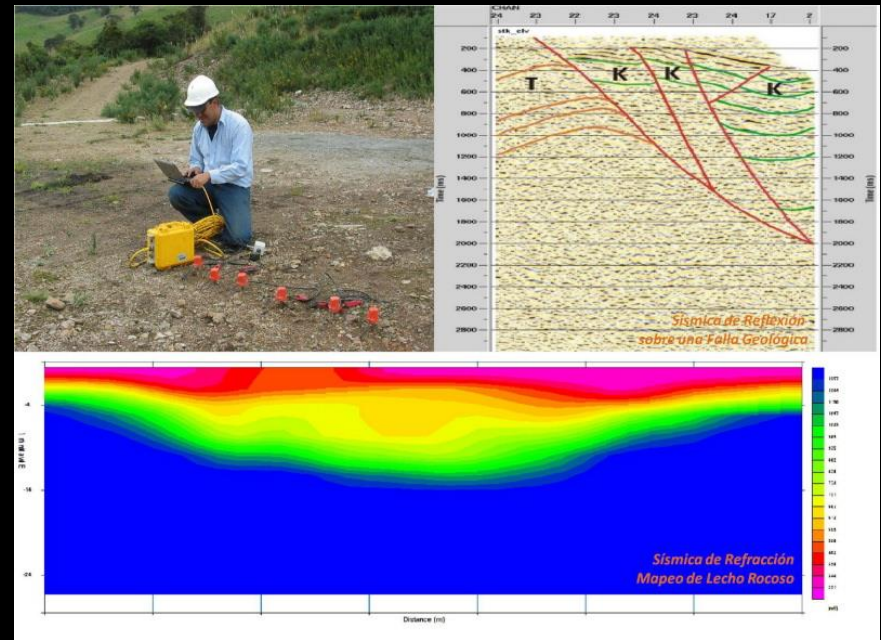
Las ondas **P** primarias (**Primus**) o longitudinales, vibran en la misma dirección en que viaja la onda son las más rápidas y se registran primero, se transmiten en cualquier tipo de material tanto fluidos como sólidos.

Las ondas **S** secundarias (**Secundus**) o transversales, las partículas vibran en dirección perpendicular a la dirección de propagación de la onda. Son más lentas que las P y se transmiten solo en sólidos.

Cuanto más denso sea el medio más rápido pasan las ondas.

Sismología de refracción...

Los sismólogos pueden deducir la profundidad a que se encuentran las fronteras entre estratos y las velocidades de las ondas en los mismos, basándose en el estudio de la refracción y retardo progresivo que éstas sufren, mientras se alejan de la fuente de emisión.

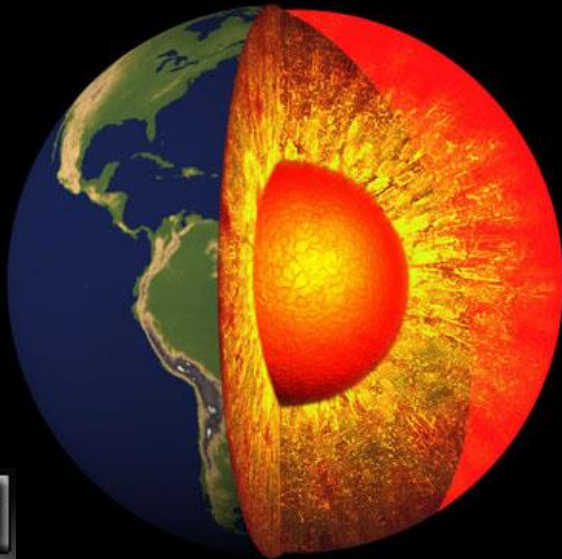


Método de dispersión de ondas superficiales

Se usan las ondas superficiales que emite un temblor natural. Cuando ocurre se generan ondas P y S. Además de otras ondas de mayor amplitud que viajan sobre la superficie, que recorren amplias regiones y guardan valiosa información de las "ondas de superficie".

ESTRUCTURA INTERNA DE LA TIERRA

CAPA INTERNA	ESPESOR	ESTADO FISICO Y TEMPERATURAS	PRINCIPALES COMPONENTES
CORTEZA CONTINENTAL	35-70 Km	sólido	Sedimentos silicio y aluminio- SiAl (granito) su edad 4000 mill de años
CORTEZA OCEÁNICA	3-15 Km.	sólido	Sedimentos de silicio y magnesio- SiMa (basaltos) edad 180 mill de años
MANTO SUPERIOR	650- 670 Km.	Plástico- 1200 °C	Roca sólida rica en sílice
MANTO INFERIOR	2240 Km.	Sólido- 3500°C	Roca sólida rica en hierro y magnesio
NÚCLEO EXTERNO	2270 Km.	Líquido- 4500° C	Flujo de hierro metálico
NÚCLEO INTERNO	1216 Km.	Sólido- 6 700° C	Minerales de hierro y níquel- Nife



DISCONTINUIDADES

PRIMER ORDEN	SEGUNDO ORDEN	SITUADO ENTRE:
	CONRAD	Corteza continental y Corteza Oceánica
MOHOROVICIC		CORTEZA Y MANTO
	REPETTI	Manto Superior y Manto Inferior
GUTENBERG		MANTO Y NÚCLEO
	WEICHERT	Núcleo externo y Núcleo Interno

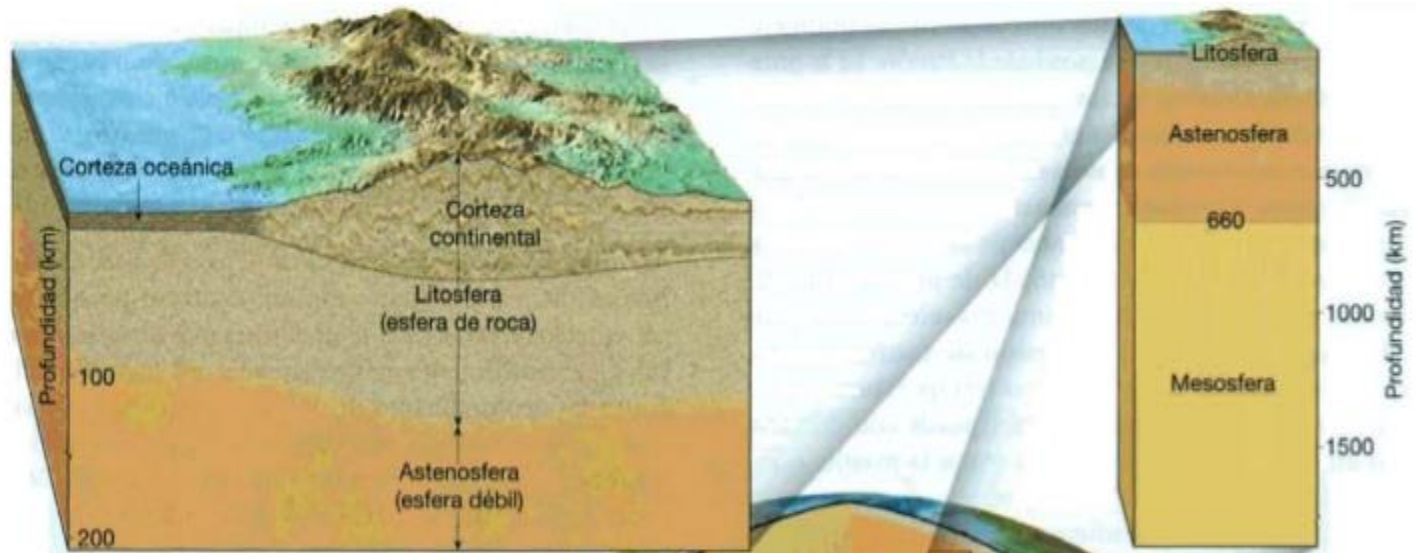
La Tierra por su composición se divide en 3 capas:

NÚCLEO

- Interno
- Externo

MANTO

CORTEZA



Por sus **propiedades físicas** se divide en :

Núcleo interno

Núcleo externo

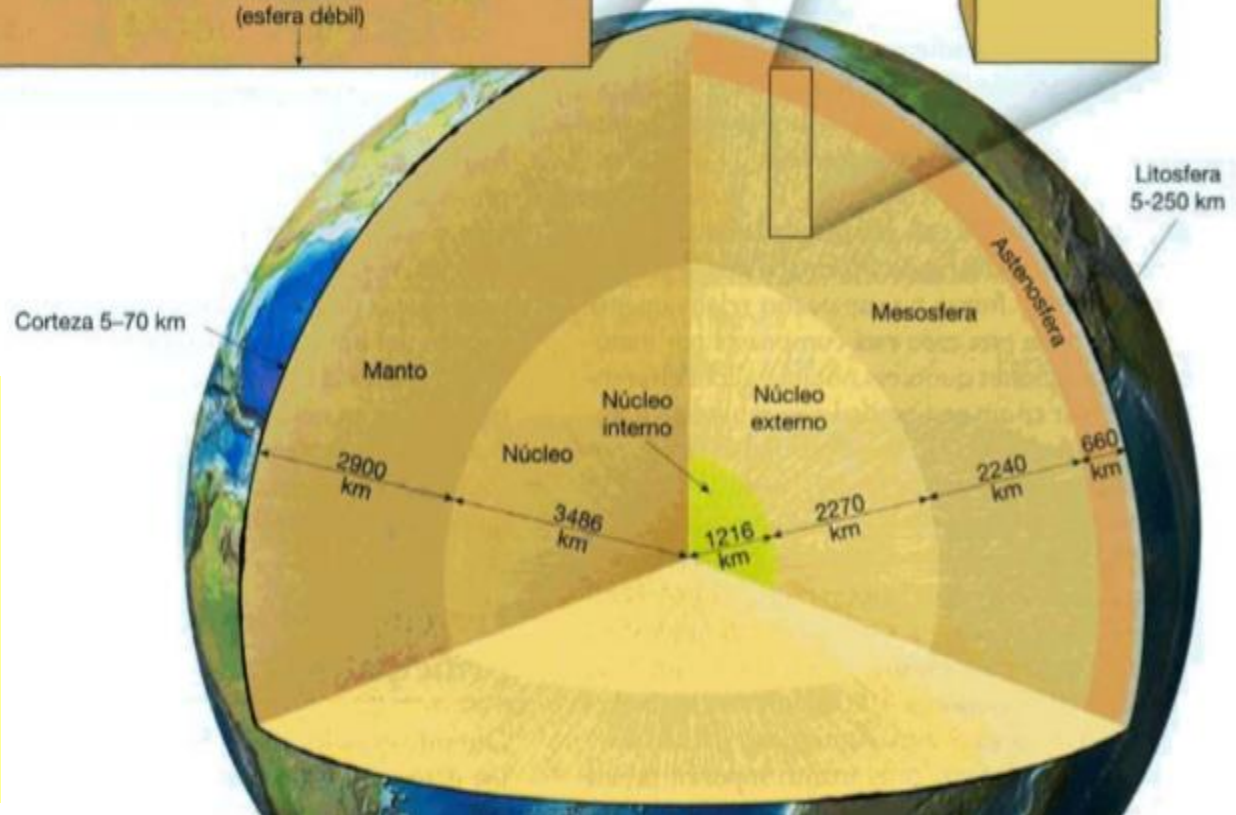
Mesosfera

Astenósfera (esfera débil)

Litósfera (esfera de rocas)

Corteza oceánica

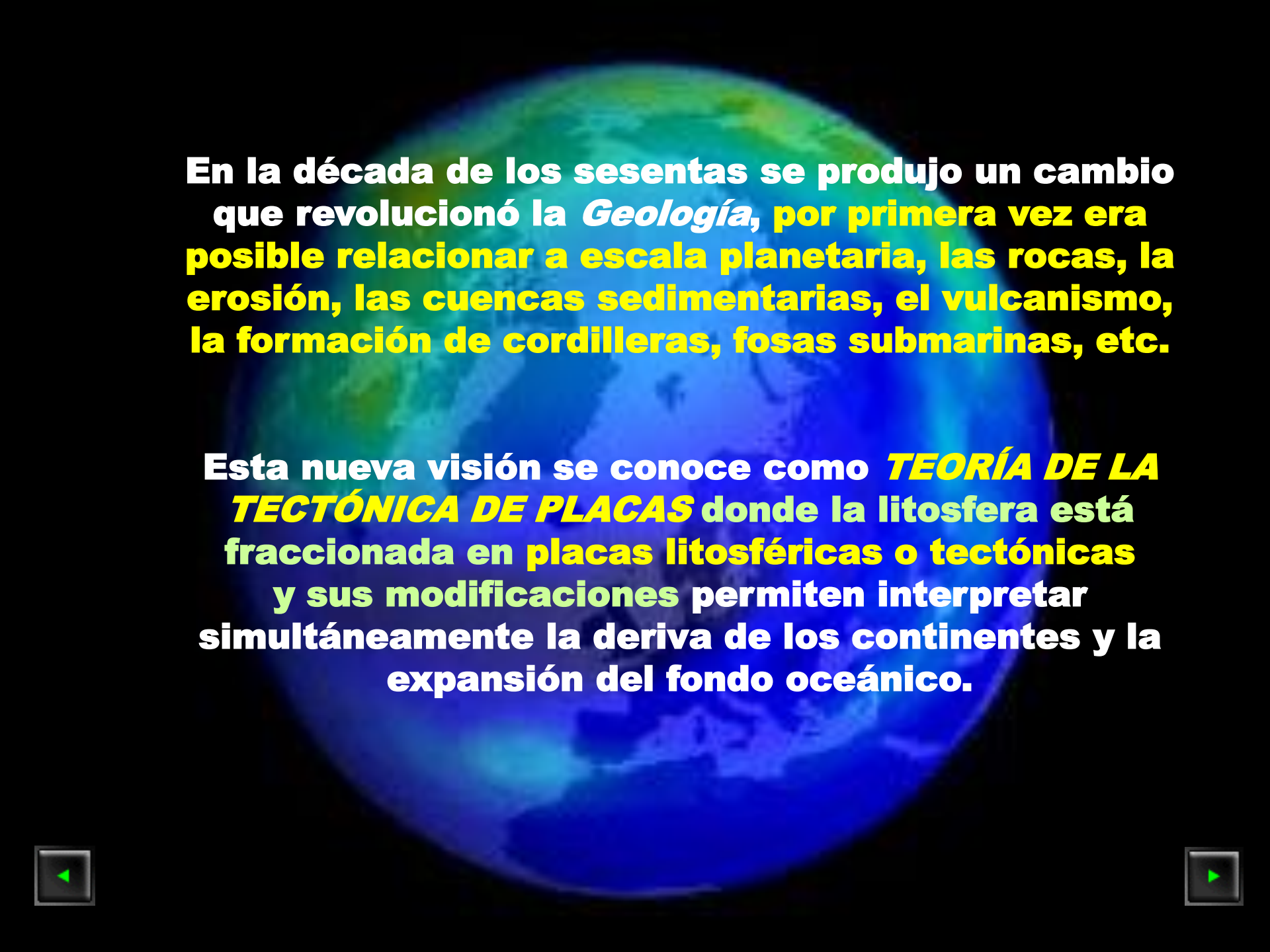
Corteza continental



A wide-angle, high-altitude photograph of the Grand Canyon. The canyon's layered rock formations are visible in shades of red, orange, and brown, with some green vegetation on the lower slopes. The sky is blue with scattered white clouds. The text is overlaid in the center of the image.

TECTÓNICA DE PLACAS O TECTÓNICA GLOBAL





En la década de los sesentas se produjo un cambio que revolucionó la *Geología*, por primera vez era posible relacionar a escala planetaria, las rocas, la erosión, las cuencas sedimentarias, el vulcanismo, la formación de cordilleras, fosas submarinas, etc.

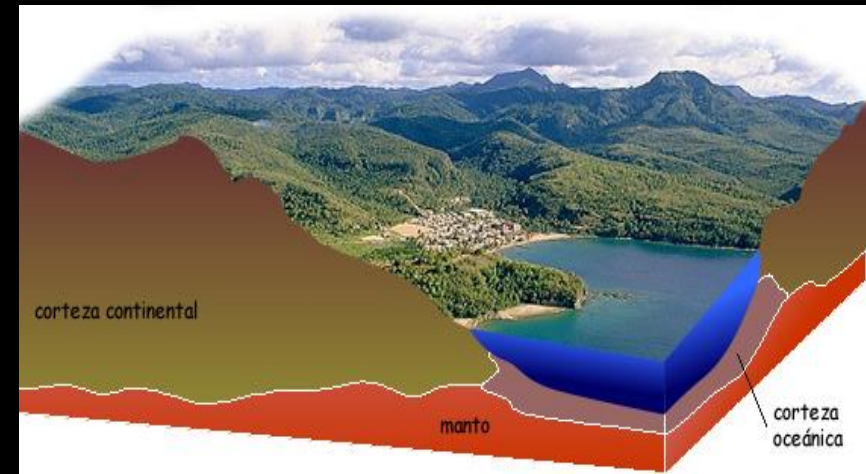
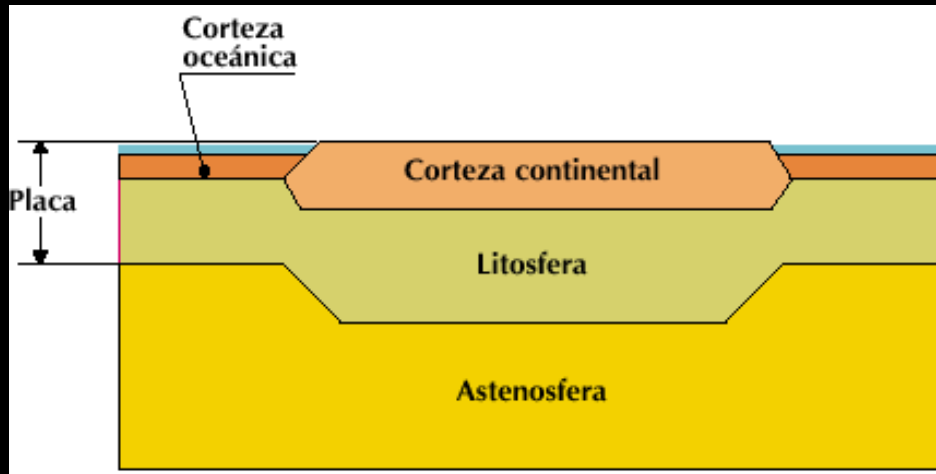
Esta nueva visión se conoce como **TEORÍA DE LA TECTÓNICA DE PLACAS** donde la litosfera está fraccionada en **placas litosféricas o tectónicas** y sus modificaciones permiten interpretar simultáneamente la deriva de los continentes y la expansión del fondo oceánico.



La superficie terrestre o litosfera tiene un grosor que varía entre los 5 y los 70 Km., siendo más gruesa en los continentes (Corteza continental) que en el fondo marino (Corteza oceánica).

Está dividida en placas que se mueven a razón de unos 2 a 20 cm por año, impulsadas por corrientes de convección que tienen lugar bajo ella, en la **Astenósfera**.

En términos geológicos una **PLACA TECTÓNICA** es un fragmento rígido inactivo que se mueve sobre la roca ígnea fundida del manto. Es un fragmento de litósfera, es decir de corteza oceánica, corteza continental y la parte superior del manto (Astenósfera).



Las placas continentales están constituidas tanto de corteza continental como de corteza oceánica.

Las placas oceánicas están formadas, generalmente de corteza oceánica.



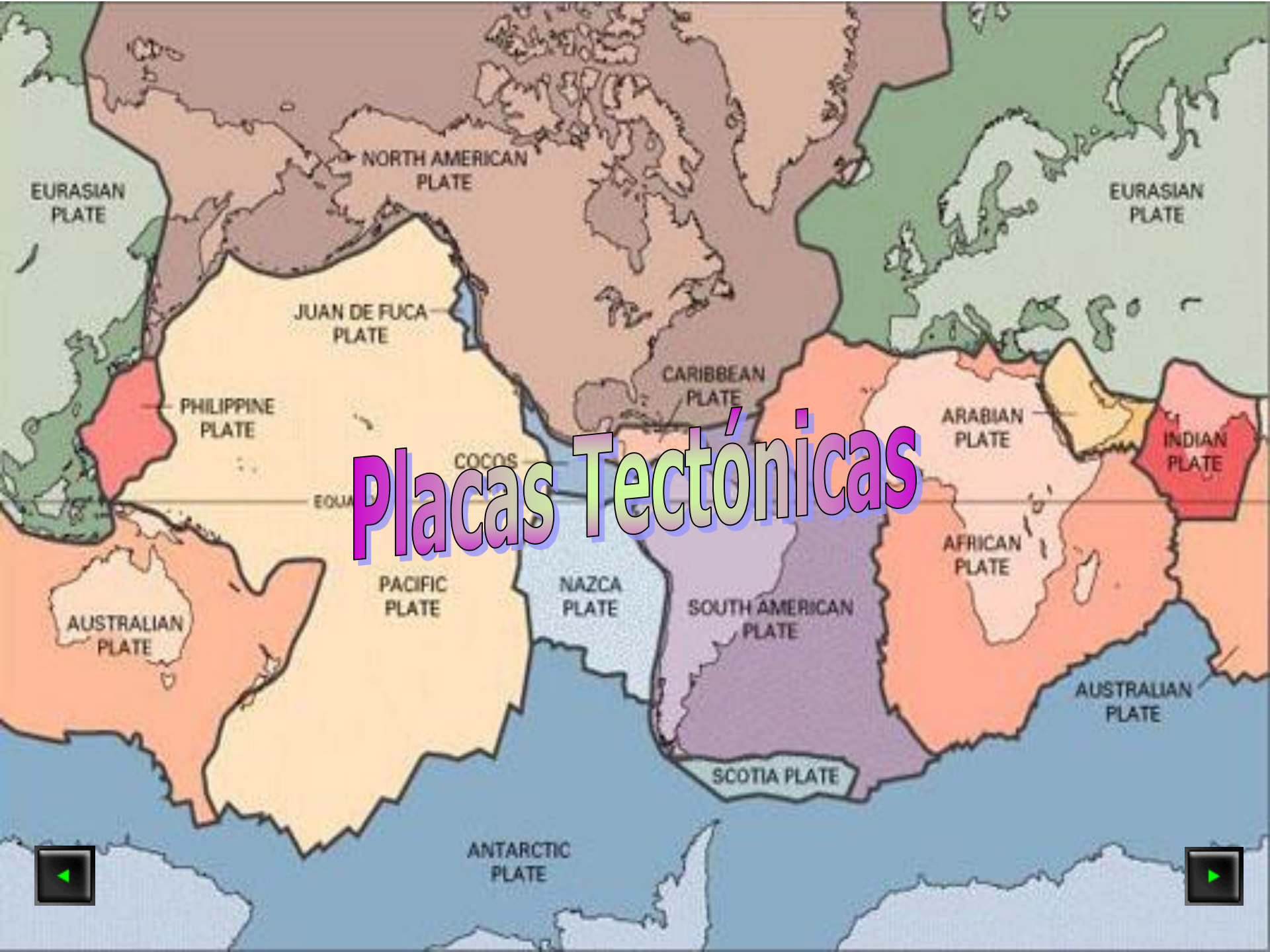
Hay siete grandes placas principales además de otras secundarias de menor tamaño llamadas "microplacas".

- ❖ **Placa norteamericana:** América del Norte, Atlántico Norte occidental y Groenlandia.
- ❖ **Placa sudamericana:** América del Sur y Atlántico Sur occidental.
- ❖ **Placa del Antártico:** Antártica y el Océano antártico.
- ❖ **Placa Eurasiática:** Atlántico Norte oriental, Europa y Asia salvo India.
- ❖ **Placa africana :** África, Atlántico Sur oriental y Océano Indico occidental.
- ❖ **Placa indio-australiana:** India, Australia, Nueva Zelanda y la mayoría de Océano Indico.
- ❖ **Placa del Pacífico:** la mayoría del Océano Pacífico (y la costa del sur de California).

Algunas de las placas son exclusivamente oceánicas, pero la mayoría, incluyen corteza continental que sobresale del nivel del mar formando un continente y corteza oceánica.



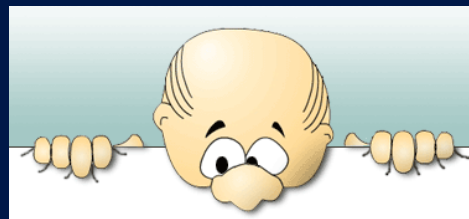
Placas Tectónicas



En los límites de una placa pueden formarse: dorsales oceánicas, fosas submarinas y determinadas fallas transformantes.

TIPO DE MOVIMIENTOS EN LOS LÍMITES DE PLACAS TECTÓNICAS:

- **DIVERGENTES o de Alejamiento o separación**
a lo largo de las dorsales oceánicas
- **CONVERGENTES o de Acercamiento o choque**
aproximación a lo largo de las fosas y
- **TRANSFORMANTES o de Deslizamiento**
a lo largo de las fallas transformantes

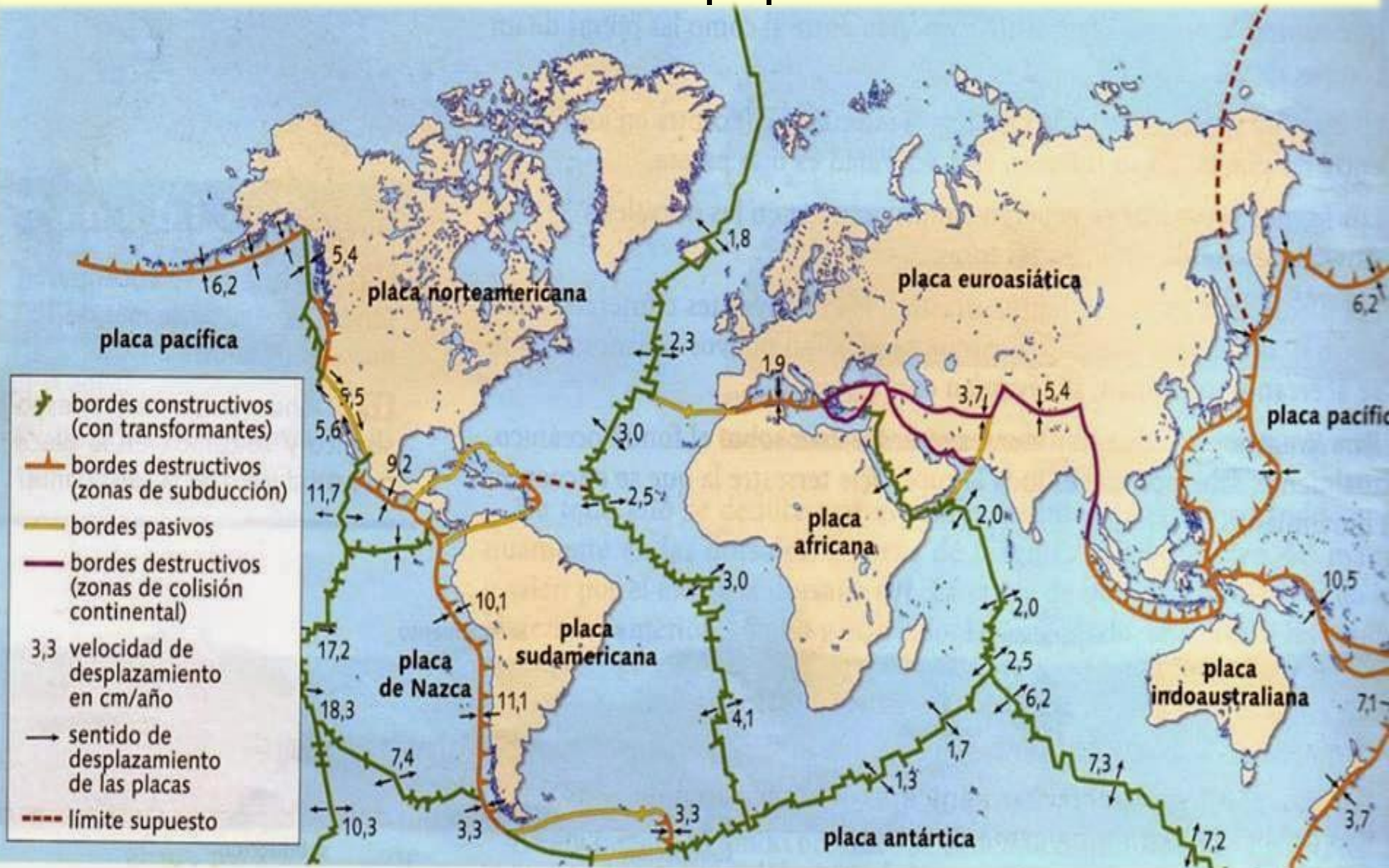


En la zona de contacto o roce entre placas se producen grandes tensiones que rompen rocas (fallas y fracturas) se originan terremotos, salida de magma que activa el vulcanismo o se producen deformaciones en la corteza continental (orogénesis).



PRINCIPALES LÍMITES ENTRE PLACAS:

convergentes - destructivos o de compresión,
divergentes -constructivos o separación y transformantes o deslizamiento
de acuerdo al movimiento que presentan entre ellas.






Tectonic Plate Boundary Types:

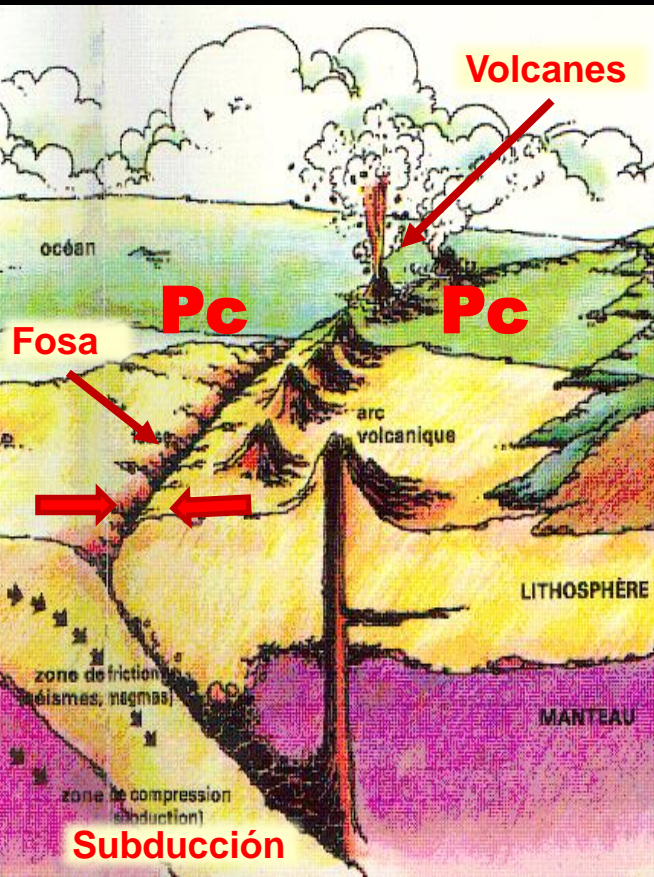
Compressional 

Extensional 

Transform (sliding) or Undefined 

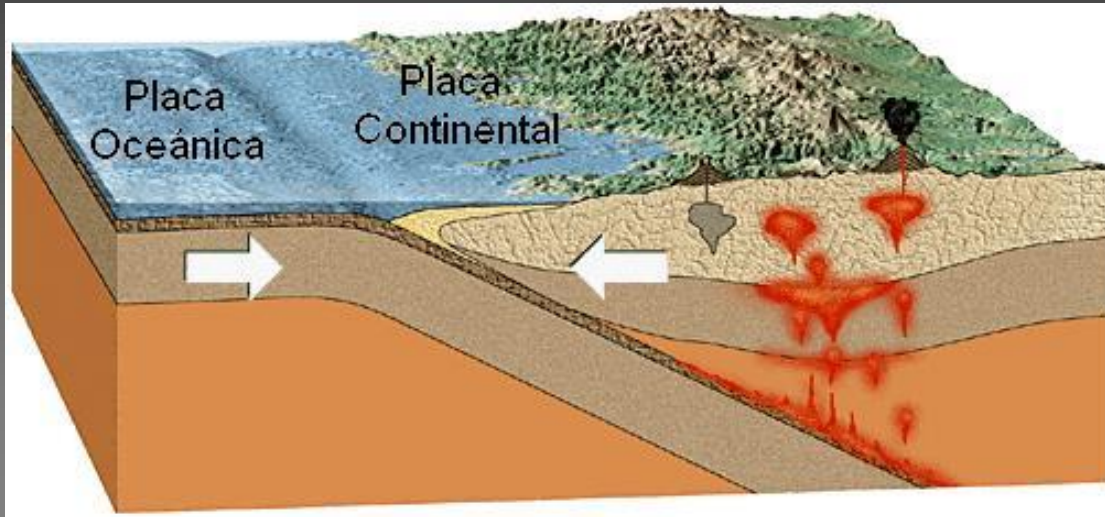
Límites CONVERGENTES o Destructivos

Acercamiento o choque de placas



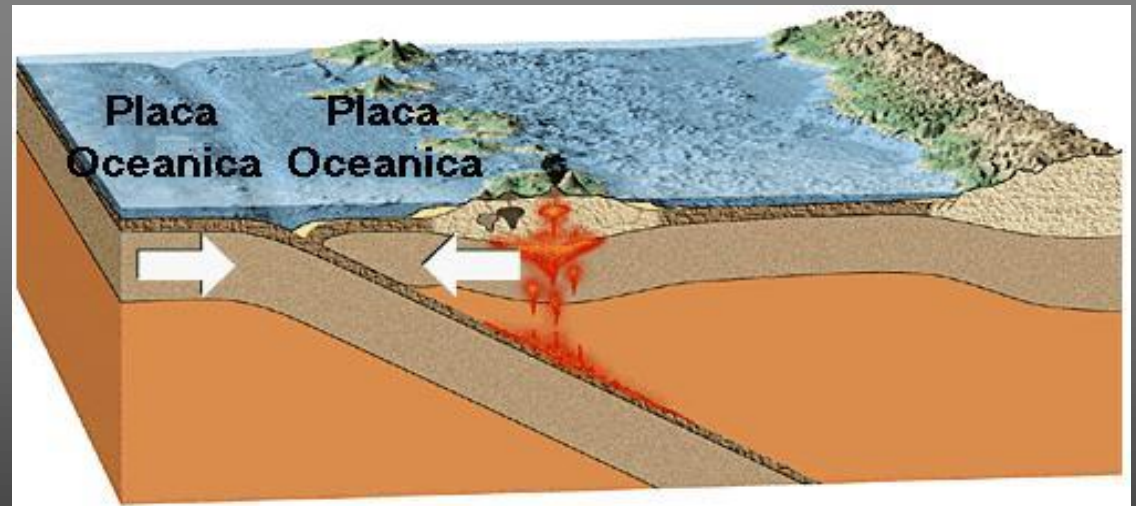
Cuando choca la placa oceánica contra la placa continental la oceánica como es menos densa se mete por debajo de la oceánica, lo que se llama **subducción**.

Límites CONVERGENTES o Destructivos



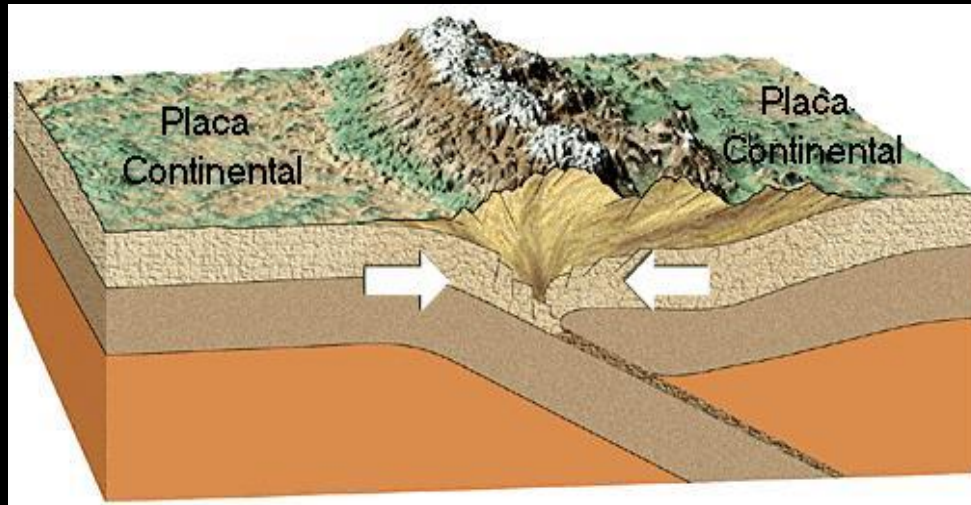
**Subducción
Po - Pc**

**Subducción
Po - Po**



Cuando dos continentes arrastrados por sus placas colisionan entre sí, acaban fusionándose uno con el otro, y se levanta una gran cordillera en la zona de choque.

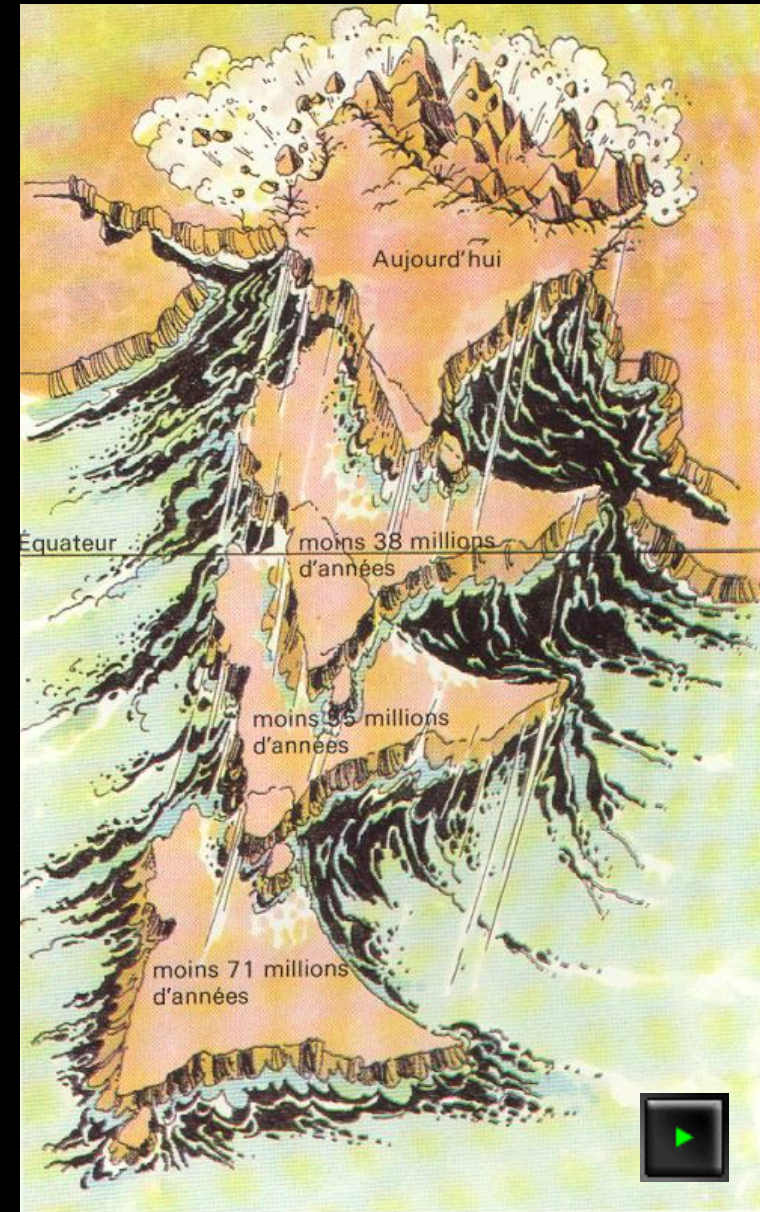
Pc  **Pc**



La colisión de la placa de la India y la placa Euroasiática ha elevado el terreno hasta más de 8000 metros sobre el nivel del mar.

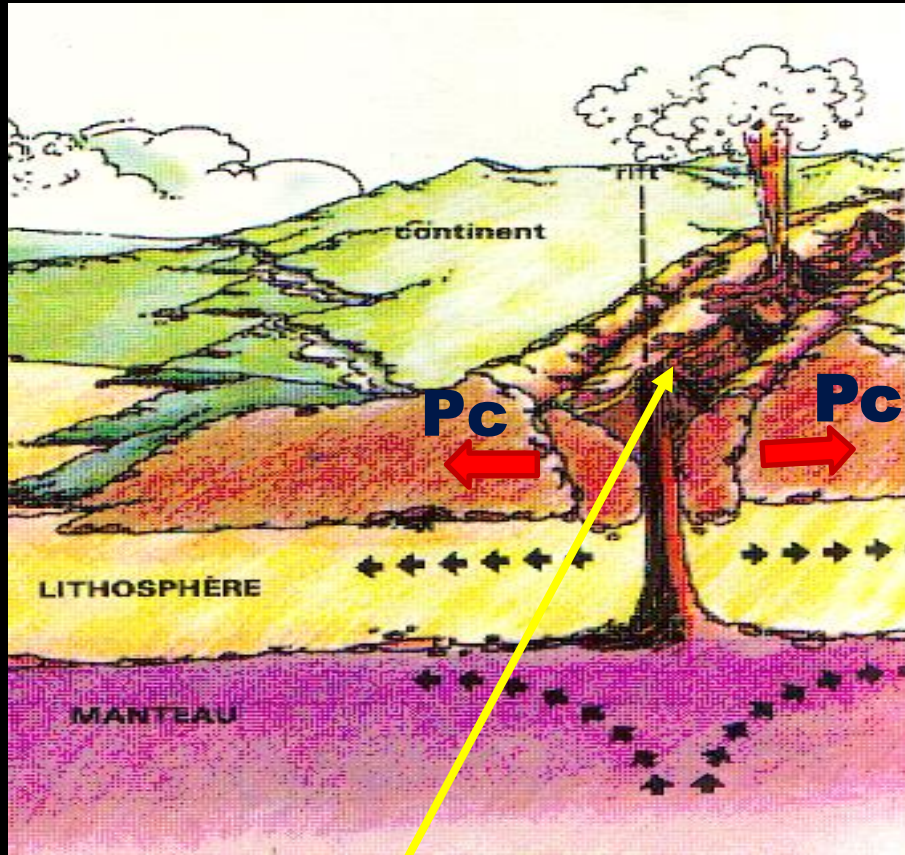
El monte Everest, que culmina a unos 8849 metros, es el punto más elevado de la superficie de la Tierra.

Límites CONVERGENTES o Destructivos



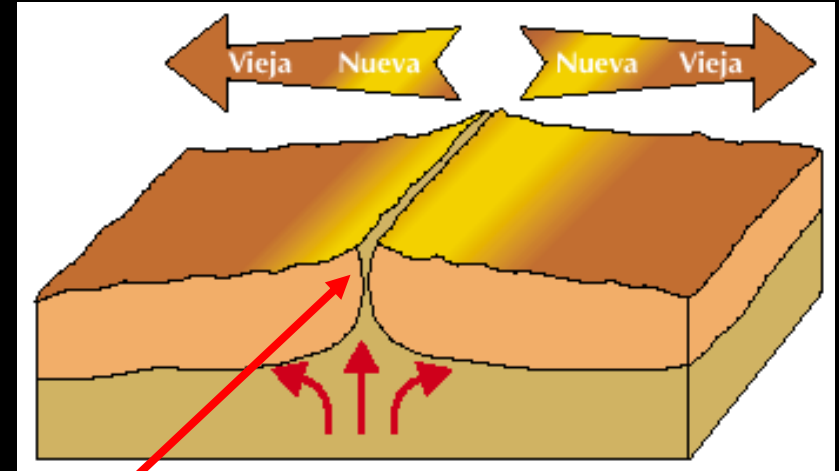
Límites DIVERGENTES (Constructivos)

Alejamiento o separación de
placas



Rift

Las zonas de alejamiento, son
donde se crea nueva corteza.



Dorsales

Po ↔ Po

Los volcanes que salen de la
dorsal son de tipo fisurales, a
partir de esos volcanes se
forman islas volcánicas como
Islandia.



Límites DIVERGENTES (Constructivos)

La cordillera del Atlántico es una **zona de tensión** entre placas tectónicas.

Las placas que intervienen se separan a razón de **2.5 centímetros por año** o **25 kilómetros** cada millón de años.



Surgimiento del Volcán Surtsey, Islandia en 1963.



Dorsal Meso- Atlántica

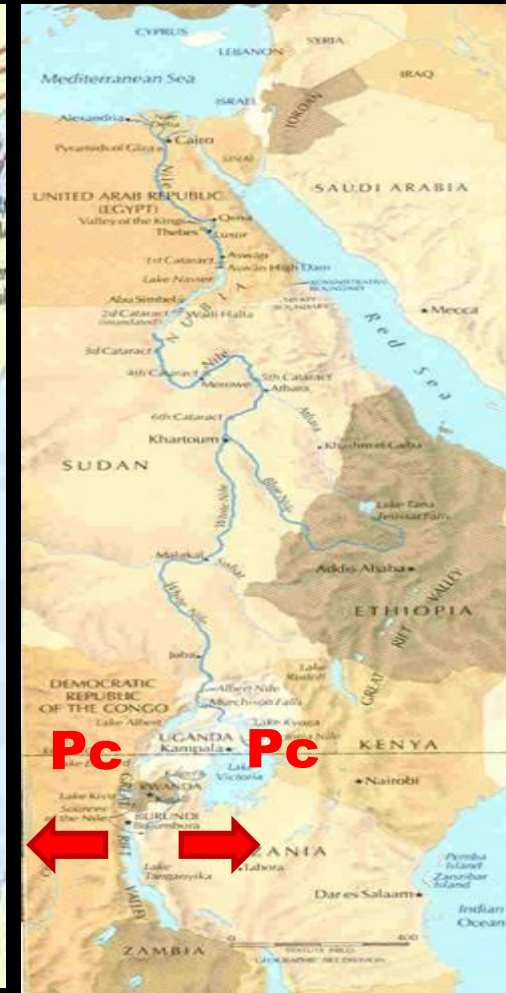
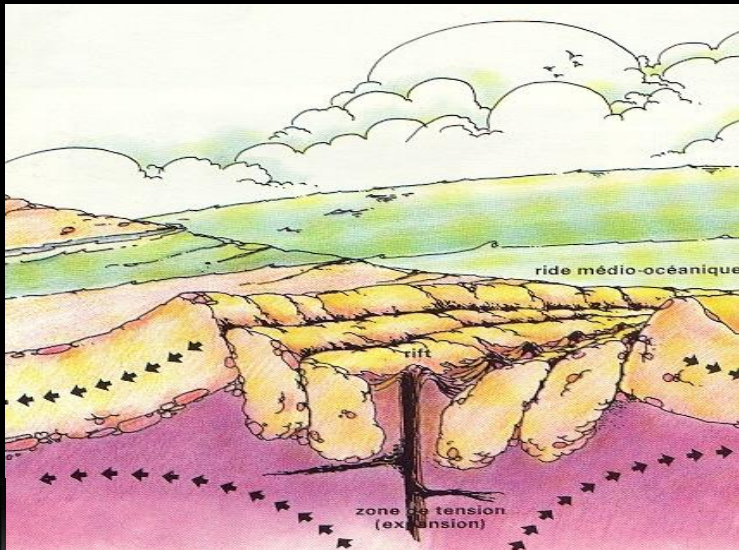


El valle de Rift, es por donde sale el magma de la dorsal, lo forman los labios de la dorsal.

Pc ← → **Pc**

La placas se separan y forman el llamado **valle de Rift**

El agua de lluvia fluye hacia ellos y se crean lagos, pantanos, etc. Con el paso de millones de años se puede originar un mar, o bien mucho tiempo después un océano.



Rift continental entre la Placa Africana y la Microplaca Somalí



Límites TRANSFORMANTES o de Desplazamiento

Estas placas pueden chocar, deslizarse o separarse una de otra a partir de una línea de falla.



Pc - Pc
Pc - Po
Po - Po



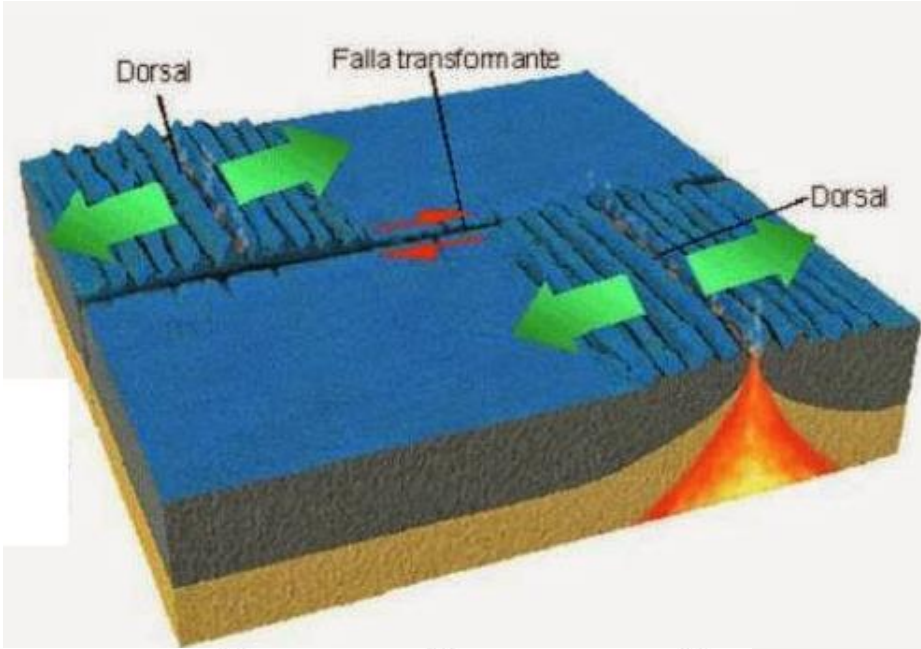
Falla de San Andrés

La falla de San Andrés, va desde el mar de Cortés hasta el norte de California.

Cuando dos placas chocan y no hay hundimiento de una bajo la otra, la colisión arruga el terreno y se forman montañas.

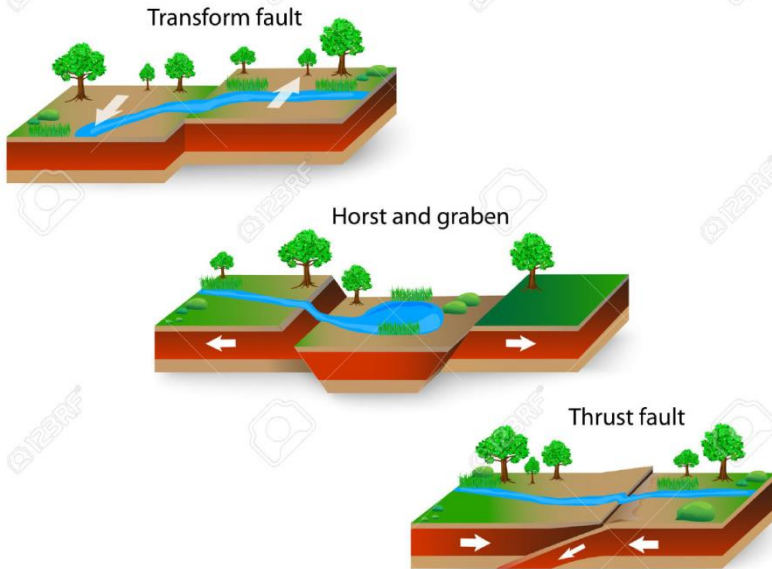


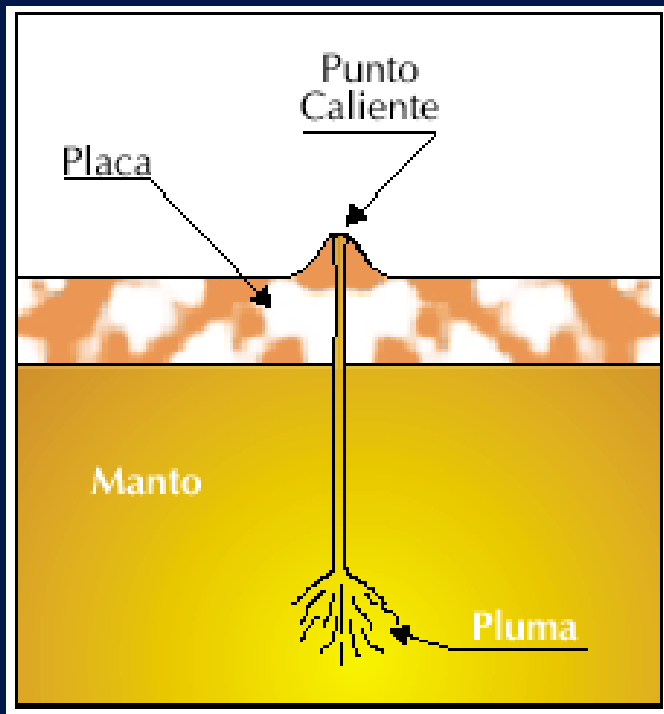
Límites TRANSFORMANTES -conservativos o de desplazamiento



En las fallas transformantes hay un deslizamiento lateral de una placa respecto a otra. No se crea ni se destruye litósfera.

No hay vulcanismo asociado, pero los sismos y terremotos son frecuentes.



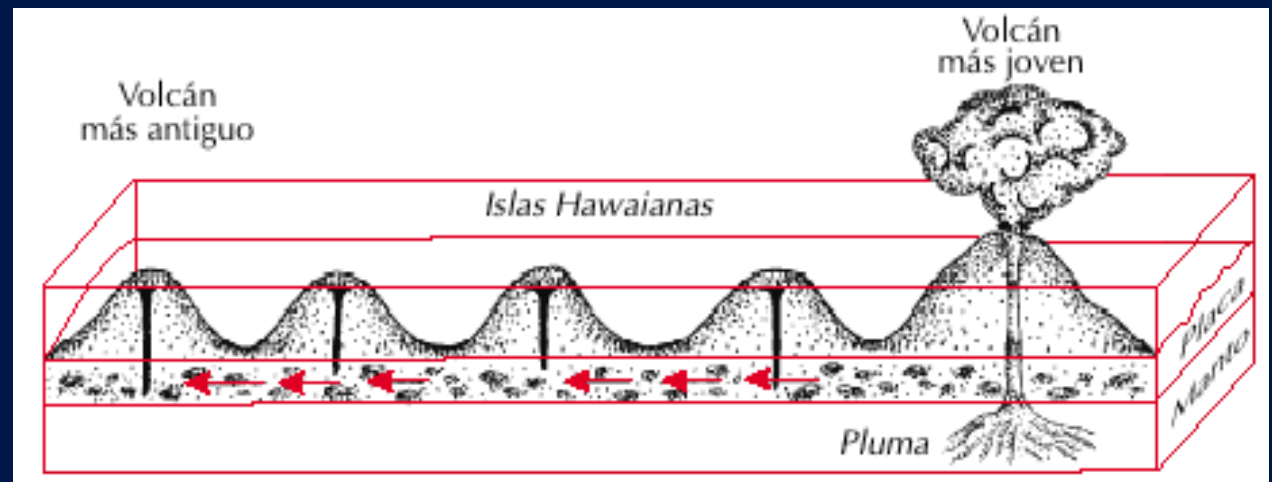


Hot spot o Pluma es un angosto flujo o chorro de material caliente, proveniente del manto.

Las plumas que aparecen en las fronteras de separación, podrían causar que las placas se movieran agregando material a sus bordes.

Los científicos no saben si la fuerza que mueve las placas es debida a corrientes de convección, plumas o una combinación de ambas o factores aún desconocidos.

Además de las Islas Hawai, el Parque Nacional de Yellowstone, Tahití, las Islas Galápagos, se ubican en **Hot spots**



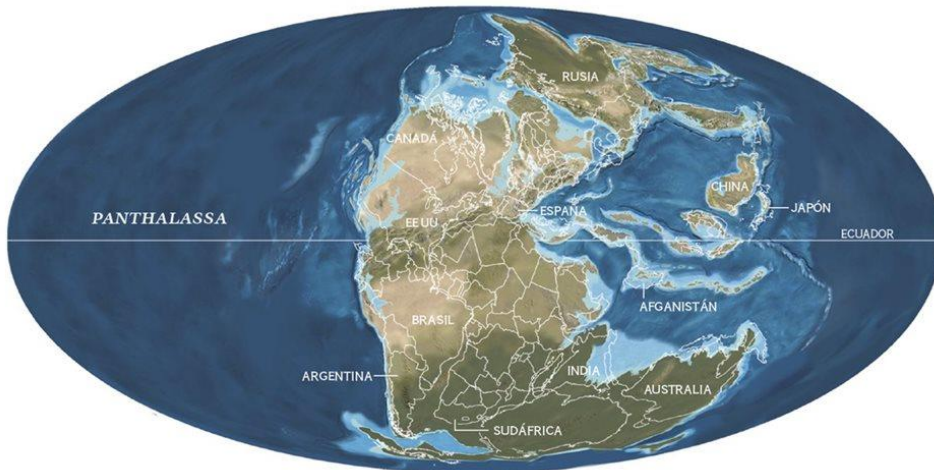
Teoría de la Deriva Continental



Alfred L. Wegener

Esta teoría fue propuesta en 1596 por el cartógrafo holandés **Abraham Ortelius** y refrendada en 1912 por el meteorólogo alemán **Alfred Lothar Wegener** al notar la semejanza de las formas de América del Sur y África, pasaron cincuenta años antes de que su idea fuera aceptada.

El desarrollo de la ciencia y los métodos de investigación tecnológica han permitido la comprensión de muchos fenómenos geológicos.

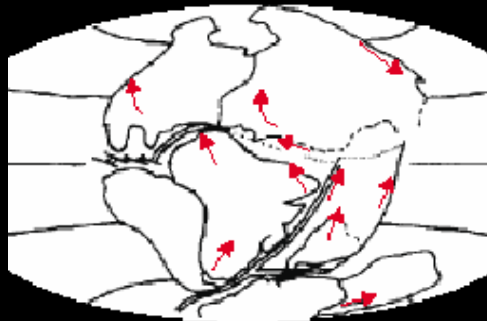


En la historia de la Tierra hubo épocas (Paleozoico y principios del Mesozoico) en que la mayor parte de los continentes estaban unidos después de chocar unos con otros, formando el gran supercontinente **PANGEA** rodeado de un solo océano, que Wegener denominó **PANTHALASA**.

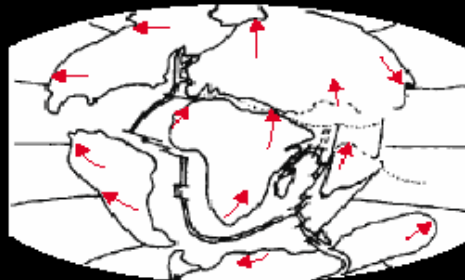
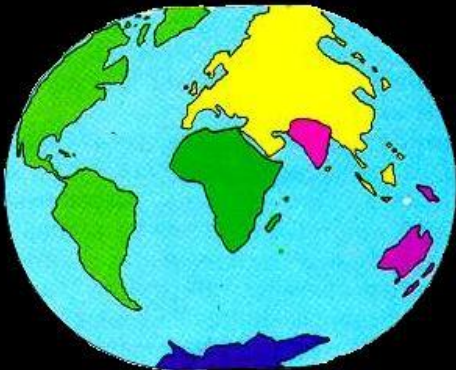
HACE 200 MILLONES DE AÑOS



HACE 135 MILLONES DE AÑOS

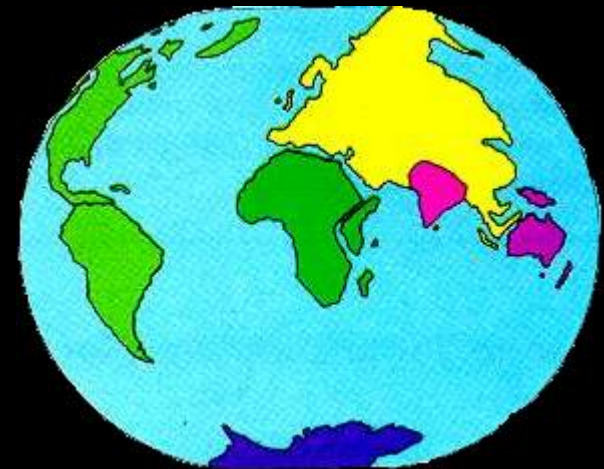


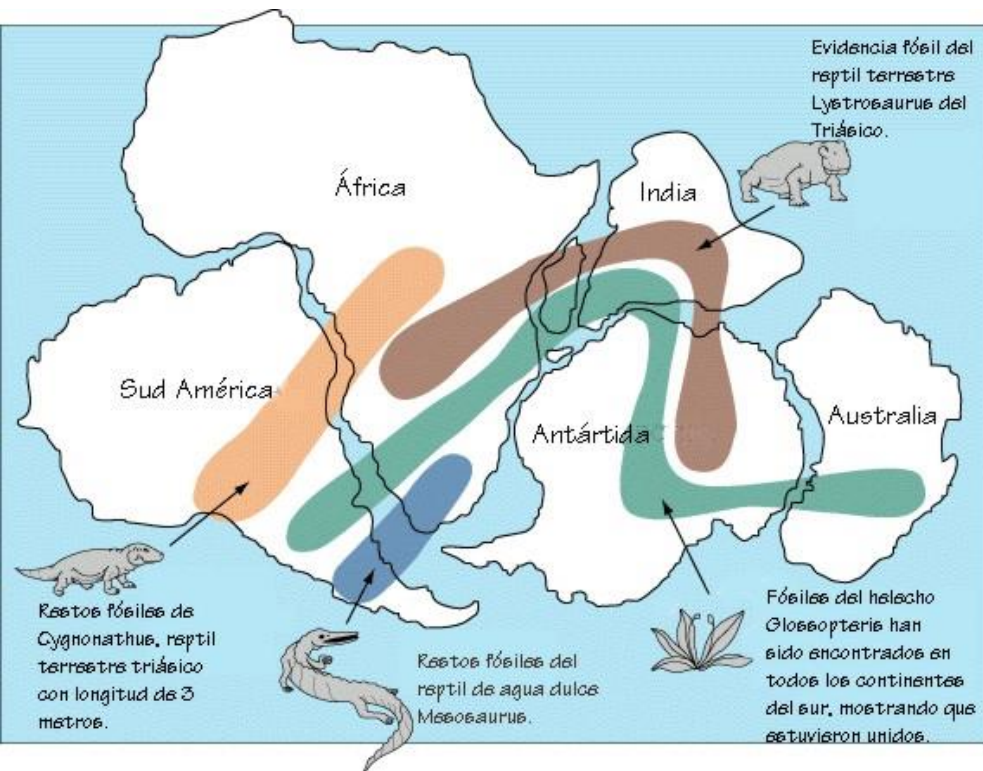
CONFIGURACIÓN ACTUAL



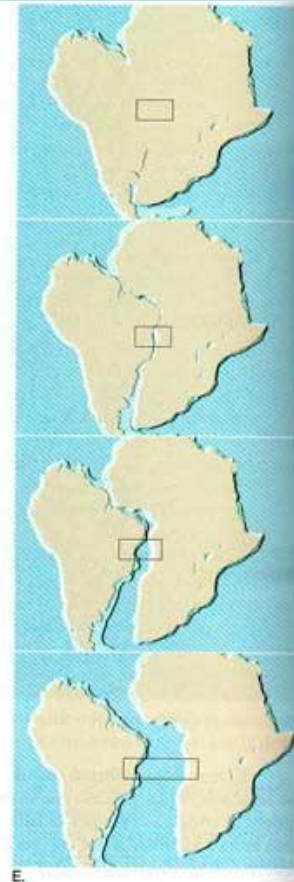
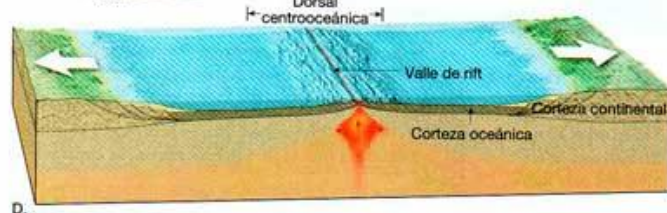
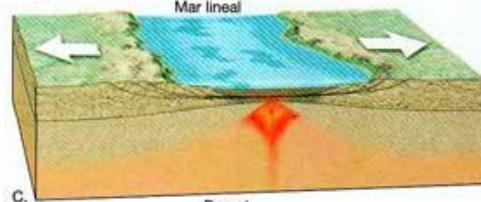
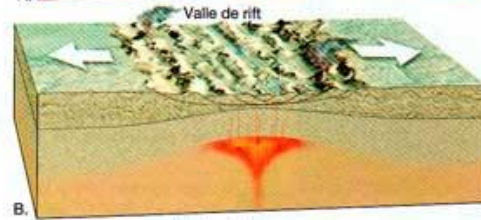
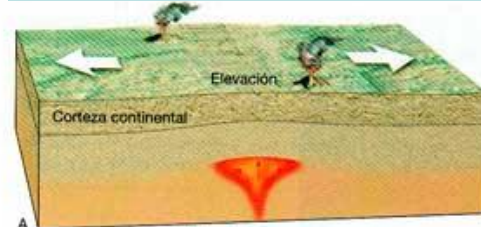
Hace unos 135 millones de años en el Mesozoico, **Pangea** se dividió en dos grandes masas continentales: **Laurasia** al norte y **Gondwana** al sur, separadas por un océano ecuatorial llamado **Tethys**. Empezó a formarse el océano Atlántico al ir separándose América de Europa y África

EN 50 MILLONES DE AÑOS





Movimientos divergentes en el Atlántico



El desplazamiento continental, los cambios climáticos y de nivel del mar que han provocado la deriva de los continentes, han influido en la evolución de los seres vivos en nuestro planeta.

En los lugares aislados del resto de las tierras firmes, como Australia o Madagascar, han evolucionado formas de vida muy especiales.

El geólogo Christopher Scotese cree que dentro de 250 millones de años las tierras volverán a reunirse para formar un megacontinente similar al Pangea de antaño.

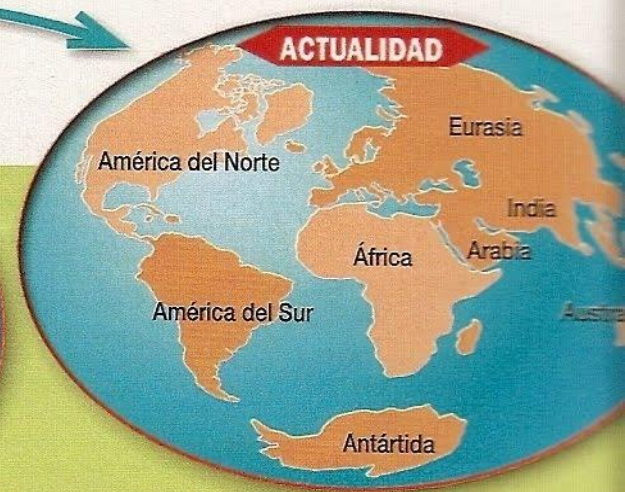
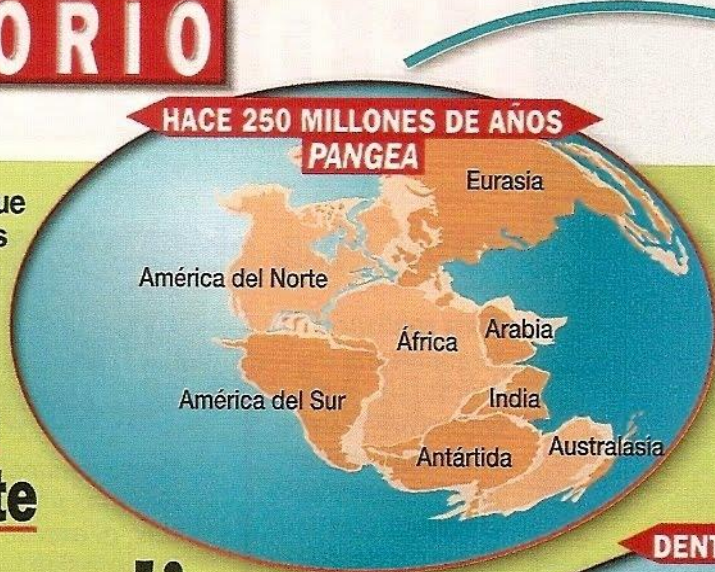
La deriva formará otro supercontinente

El mapamundi del futuro

Hacer pronósticos en geología tiene los mismos riesgos que las previsiones meteorológicas a largo plazo, pero esto no asusta a Christopher Scotese, de la Universidad de Arlington, en Texas, que ha elaborado el mapamundi que podrían colgar en los colegios dentro de 250 millones de años. Scotese se ha basado en las últimas investigaciones para concluir que la deri-

va de los continentes podría conducir al siguiente escenario. Primero, el Mediterráneo desaparecería y Australia viajaría hacia el norte hasta chocar contra Asia. América y África volverían a encajarse y el Índico se convertiría en un mar interior. Al final, los continentes se agruparían en lo que el geólogo norteamericano ha bautizado como "Pangea Última". ■

www.scotese.com



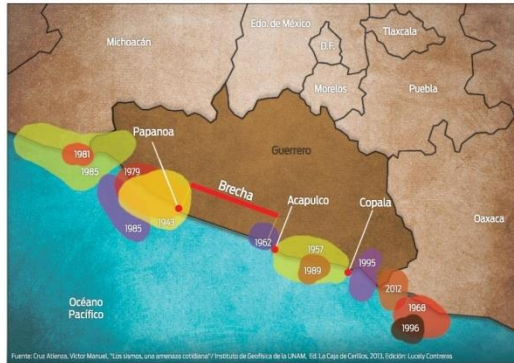
INSÓLITO... PERO CIERTO

El territorio mexicano es afectado por los movimientos simultáneos en los límites de cinco placas tectónicas:

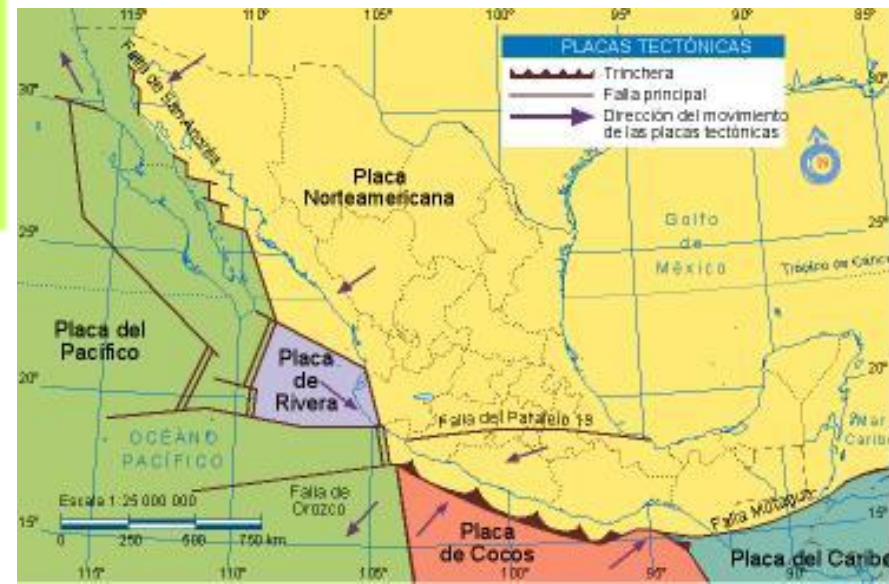
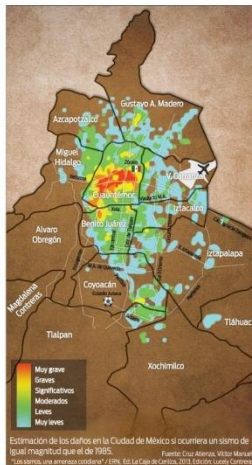
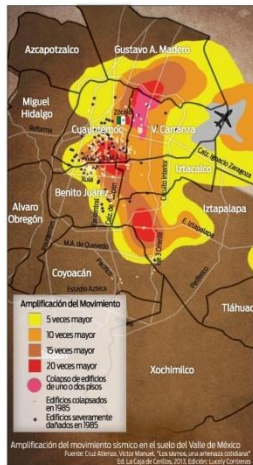
- **PLACA NORTEAMERICANA** con desplazamiento hacia el suroeste
- **PLACA PACÍFICA** hacia el noroeste
- **MICROPLACA RIVERA** hacia el noreste
- **MICROPLACA COCOS** hacia el noreste, y
- **MICROPLACA CARIBE**, hacia el oriente



En Baja California tiembla debido a que el proceso de separación de la península respecto del macizo continental es aún activo a lo largo del sistema de fallas conocidas como San Andrés-Golfo de California. Entre estas placas la separación es de unos 6 cm/año.



La brecha sísmica de Guerrero.



La costa del Pacífico es la más activa, la subducción existente explica la ocurrencia de los grandes temblores que afectan a México; es de esperarse que donde no ha tenido actividad sísmica, puedan ocurrir movimientos o surgir fenómenos asociados a la acumulación de energía.

Conclusiones

The background features a composite image. The upper portion shows a view of Earth from space, with the blue oceans and white clouds of the continents clearly visible. The lower portion transitions into a glowing, fiery red and orange structure that represents a tectonic plate boundary, possibly a mid-ocean ridge or a subduction zone, with bright light emanating from the center.

La Teoría de la Tectónica de Placas, establece que la parte rígida más externa del planeta, esta dividida en fragmentos llamados placas que se separan, chocan o se deslizan una al lado de la otra.

Alfred Wegener propuso que los continentes estuvieron unidos en un gran continente llamado: Pangea. Tomando en cuenta rocas, fósiles y los cambios climáticos como evidencia de esta deriva continental.

La cordillera meso-oceánica, es una cadena montañosa de 65 000 Km de largo en los océanos del mundo.

Las cordilleras meso-oceánicas y las fosas marinas son fronteras entre placas tectónicas.

Los continentes, al estar incrustados en placas móviles, no tienen una posición y forma fijas, sino que se están desplazando sobre la placa a la que pertenecen.

REFERENCIAS

- **Lutgens F.K. y Tasa, D. Ciencias de la Tierra. Edit. Prentice Hall, edición 2005, Capítulo 12 Interior de la Tierra trad. de 8ª edición**
- **J.Lillo Et. Al., *Geología, Editorial Ecir 1982***
- **Melendez F., *Geología* , Editorial Paraninfo. 1984**
- **F.Anguita Virella-F.Moreno Serrano, *Procesos Geológicos Internos* , Editorial Rueda 1991**
- **Enric Banda-Montserrat Torné, *Geología. Curso para el Bachillerato, Editorial Santillana, 1997***
- **J. Francheteau, et. al. *El nacimiento de un océano, publicado por Conacyt, México 1984***
- **Fabian e. Et. Al., *Geografía General, Mc Graw Hill, México, 2001***
- **Gomez R. J., *Geografía Física, Publicaciones Cultural, México, 2000***
- **https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/grandes-reportajes/tierra-dentro-250-millones-anos_12805/5**
- **<https://geologicalmanblog.wordpress.com/tag/dorsales-y-rifts/>**
- **https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/todo-empezo-en-pangea_8812**
- **https://www.rutageologica.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=388&Itemid=894&limitstart=15**
- **<https://www.capasdelatierra.org/litosfera/>**