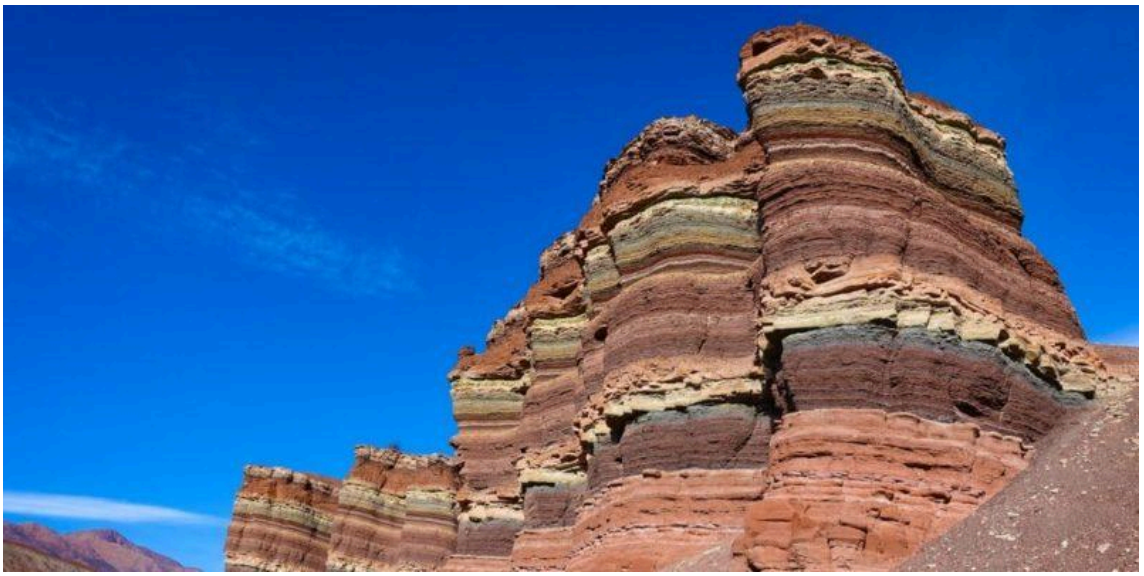
TEMA 6: GEOLOGÍA



ÍNDICE DEL TEMA:

1. La estructura interna de la Tierra. Modelos de estudio: geoquímico y geodinámico.

2. Motor interno de la Tierra.

3. Movimientos verticales de la litosfera.

4. Movimientos horizontales de la litosfera.

5. Teoría de la tectónica de placas.

6. Tipos de bordes: convergentes, divergentes y de cizalla.

7. Plegamientos.

8. Diaclasas y fallas.

9. Ciclo de las rocas.

10. La representación del relieve: los mapas topográficos.

1. La estructura interna de la Tierra. Modelos de estudio: geoquímico y geodinámico.

Para estudiar y conocer el interior de la Tierra, los geólogos recurren a los terremotos o seísmos: temblores de tierra causados por sacudidas bruscas de la corteza terrestre, debidas al súbito desplazamiento de grandes masas rocosas situadas en zonas de fractura o fallas.



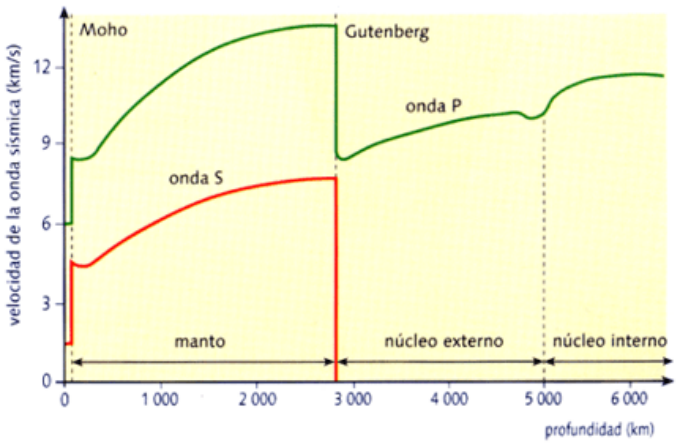
Al punto de rotura se le denomina **HIPOCENTRO** y al punto de la superficie en el que se nota el terremoto **EPICENTRO**. Desde el origen del terremoto se forman unas ondas sísmicas que pueden ser de dos tipos:

Ondas P o primarias: son las primeras en detectarse por los sismógrafos (aparatos que miden las ondas), sus partículas vibran en la misma dirección que la onda y se transmiten por todo tipo materiales, tanto líquidos como sólidos.

Ondas S o secundarias: son las segundas en detectarse por los sismógrafos, porque son más lentas, sus partículas vibran en dirección perpendicular a la onda y solo se transmiten por materiales sólidos.

https://www.youtube.com/watch?time_continue=194&v=TLXBIMTux08&feature=emb_logo

Cuando las ondas cambian de medio, se *refractan,* cambiando su trayectoria y velocidad, por lo que analizando la diferencia de llegada a los distintos sismógrafos de las ondas P y S se puede deducir cómo es el interior de la Tierra. Las zonas en la que las ondas sísmicas cambian de velocidad, o incluso pueden desaparecer, se conocen como **discontinuidades sísmicas.** Así, gracias al método sísmico, se ha podido deducir que la Tierra es heterogénea y que su estructura es la de distintas capas concéntricas con distintas propiedades.



1.1. Modelo geoquímico de la estructura interna de la Tierra.

Este modelo también es denominado modelo estático, ya que se centra en la composición química de las diferentes capas del interior de la Tierra, algo que no cambia.

Desde la superficie hasta el interior, encontramos tres capas: **corteza**, la más externa; **manto**, la intermedia; y **núcleo**, la más interna.

CORTEZA: está formada principalmente por silicatos de aluminio. Dentro de ella se distinguen dos partes:

- Corteza **oceánica**: llega hasta un máximo de 10km de profundidad y está formada en su mayoría por basalto.
- Corteza **continental**: llega hasta un máximo de 70km de profundidad y su composición principal es granito.

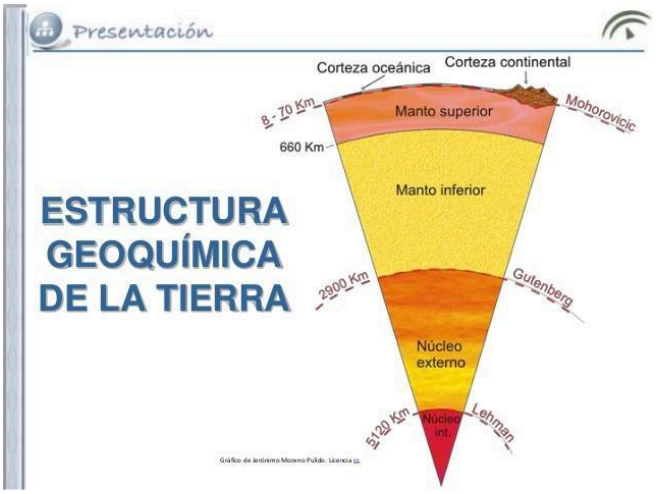
MANTO: se separa de la corteza por una discontinuidad llamada de *Mohorovicic*, o solo Moho, situada a 70 km de profundidad. El manto está formado principalmente por peridotita, cuyo mineral principal es el olivino, de color verde. (*Podéis acordaros del olivo*). Se divide, al igual que la corteza en dos partes:

- Manto **superior**: llega hasta los 670 km de profundidad.
- Manto **inferior**: llega hasta los 2.900 km de profundidad. Está separado del manto superior por la discontinuidad de Repetti

Ambos mantos quedan separados por una zona de transición, entre los 400 y 700 km, en la que las propiedades físicas de las rocas del manto superior van variando debido al incremento de presión y temperatura, dando lugar a materiales más densos.

NÚCLEO: se encuentra separado del manto por una discontinuidad llamada de *Gutenberg*. Está formado básicamente por hierro puro mezclado con níquel y, en un porcentaje muy bajo, sulfuros de hierro. Tiene dos partes:

- Núcleo **externo**: se encuentra en estado líquido, por ello las ondas S no lo atraviesan y llega hasta los 5.150 km.
- Núcleo **interno**: se encuentra en estado sólido y llega hasta los 6.371 km.

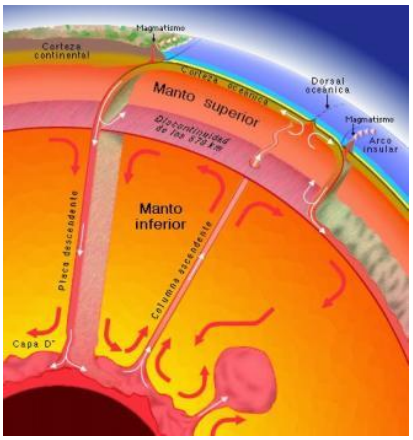


1.2. Modelo geodinámico de la estructura interna de la Tierra.

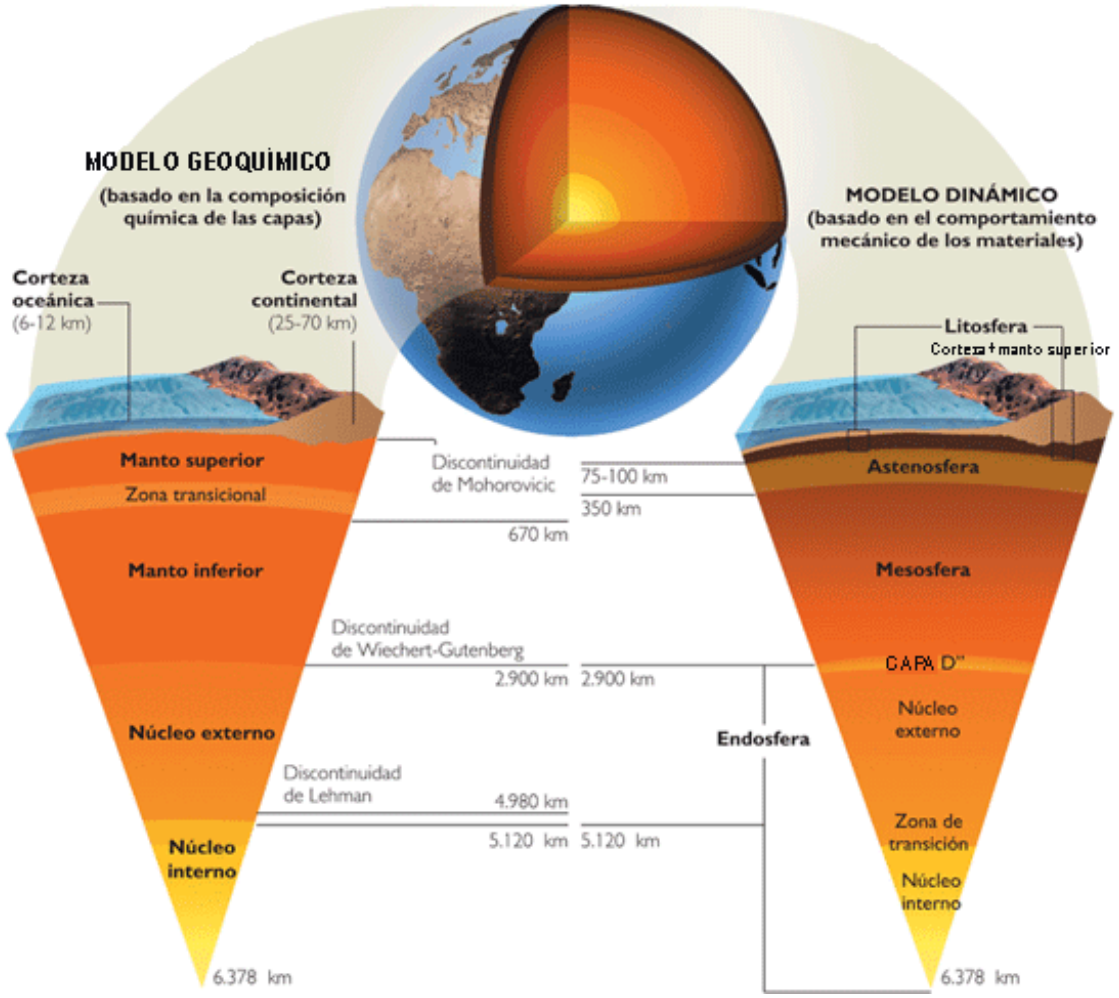
Este modelo está basado en el estudio del estado físico de las capas de la Tierra, atendiendo a su plasticidad, rigidez o densidad y en sus propiedades mecánicas como consecuencia del aumento de presión y temperatura a la que están sometidas.

Debido a ello este modelo no divide las capas de la misma forma que el modelo anterior. El modelo dinámico divide las capas por las discontinuidades descritas anteriormente, de tal manera que existen cinco capas claramente diferenciadas:

- **LITOSFERA**: es la capa más externa y comprende la corteza y parte del manto superior. Existe litosfera oceánica y continental. Al ser arrastrada por los movimientos del manto sublitosférico se crean bloques de litosfera denominadas ***PLACAS LITOSFÉRICAS***, que encajan entre sí y están sometidas a diferentes movimientos.
- **ASTENOSFERA**: está situada entre la litosfera y la mesosfera. Coincide con el manto superior que no queda dentro de la litosfera. Es una capa plástica que muestra tendencia a fluir ante esfuerzos aplicados desde el interior de la Tierra.
- **MESOSFERA**: comprende el manto inferior. Es sólida, aunque puede fluir muy lentamente. Se generan ***corrientes de convección*** desde el interior como consecuencia de movimientos de temperatura, de tal manera que ascienden las llamadas "plumas convectivas" procedentes de la capa D y después se enfrían en contacto con la litosfera volviendo a bajar desde las zonas de subducción.



- **ZONA O CAPA D:** se trata de una de las zonas más activas del interior de la Tierra. Acumula calor procedente del núcleo y, de ella se escapan, de forma episódica, los llamados ***penachos térmicos***: plumas de magma caliente que alcanzan y perforan la litosfera originando los conocidos puntos calientes en superficie, con gran cantidad de actividad volcánica, como las islas Hawái.
- **ENDOSFERA:** coincide con el núcleo del modelo geoquímico. El calor del núcleo interno (sólido), se propaga al núcleo externo (líquido) generando **corrientes de convección** que evacuan el calor hacia el exterior y lo acumulan en la capa D.



2. Motor interno de la Tierra.

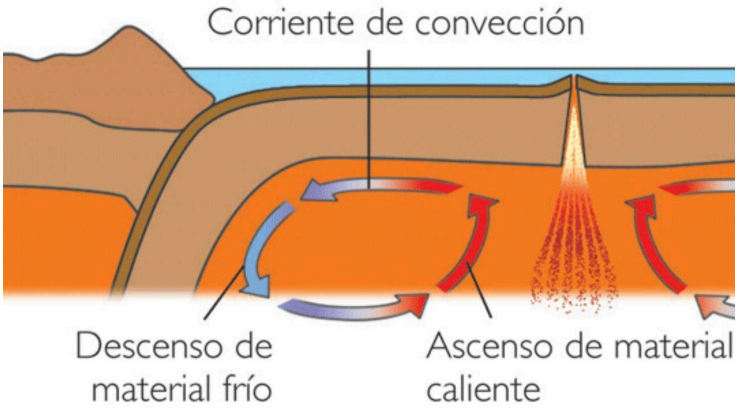
Para poder entender cómo funciona la dinámica interna de la Tierra, hay que tener en cuenta la **gravedad** y la **energía interna** en forma de calor.

La mayor parte del calor procede de la etapa inicial de cuando se estaba formando la Tierra y otra parte procede de la desintegración de isótopos radiactivos inestables, que siguen generando calor en la actualidad.

El aumento de la temperatura con la profundidad recibe el nombre de **GRADIENTE GEOTÉRMICO**. En la corteza su valor es de 3ºC por cada 100 metros, llegando a 10ºC por cada 100 metros en las áreas volcánicas. A profundidades mayores estos valores ya no se mantienen y debido a la falta de medios para tomar esa temperatura, se recurre a métodos indirectos para extrapolarla (laboratorio y datos sísmicos).

Se define **FLUJO TÉRMICO** como la cantidad de energía que llega a la superficie terrestre desde el interior del planeta. Este calor podría transmitirse por conducción, pero la baja tasa de conductividad de las rocas hace que exista otro mecanismo. El verdadero motor de la dinámica interna de la Tierra son las **CORRIENTES DE CONVECCIÓN**. En el manto, se produce

una corriente térmica ascendente debido a los penachos térmicos de la capa D. Esa corriente sube hacia la litosfera, gracias a que al ser más caliente es menos densa y, por lo tanto, más ligera. Allí se encuentra con temperaturas más bajas que hacen que se enfríe, se vuelva más denso y vuelva a hundirse. A ello también ayuda la gravedad.



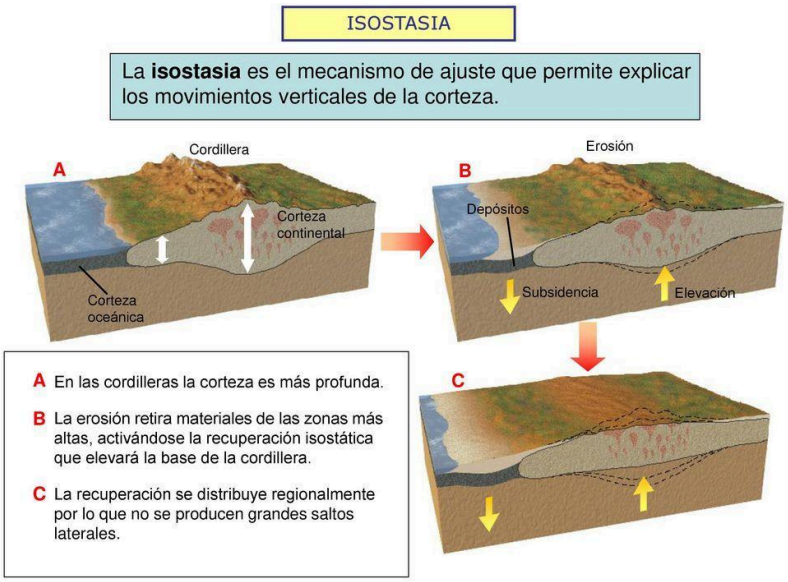
3. Movimientos verticales de la litosfera.

La litosfera rígida "flota" sobre el manto sublitosférico, manteniendo un equilibrio de flotación llamada **ISOSTASIA**.

Este equilibrio se altera debido a dinámicas que pueden ser de origen interno o externo, que provocan movimientos en la vertical en bloques o porciones de la litosfera, para restablecer el equilibrio isostático.

Un incremento de peso sobre la litosfera puede provocar su hundimiento, un fenómeno conocido como **SUBSIDENCIA**. Un ejemplo de ello puede estar provocado por acumulación de hielo sobre los continentes durante las glaciaciones.

Por el contrario una pérdida de peso sobre la litosfera provocaría una **ELEVACIÓN** de la misma, como ocurre como consecuencia de la erosión sobre la montaña.



4. Movimientos horizontales de la litosfera.

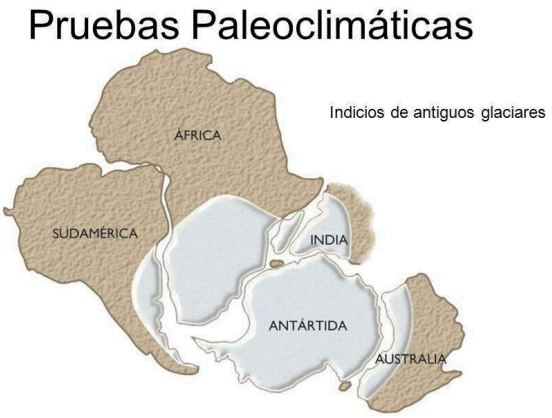
Hasta principios del siglo XX las ideas sobre los continentes eran **fijistas** y defendían que éstos habían permanecido siempre fijos en las posiciones que ocupan en la actualidad. Hasta que en **1912** llegó **Alfred Wegener** y su **hipótesis de la deriva continental.** En dicha hipótesis unificaba ideas procedentes de la paleontología, petrología, paleoclimatología, geodesia y geografía. Al principio fue una teoría que cayó en el descrédito y solo comenzó a ser considerada unos treinta años más tarde. La teoría explicaba que existían movimientos horizontales de los continentes y se iban separando a lo largo del tiempo. Para apoyar su teoría presentó gran cantidad de indicios y pruebas, pero no podía explicar qué fuerza era capaz de empujarlos, sugiriendo que podría ser la rotación terrestre.

PRUEBAS:

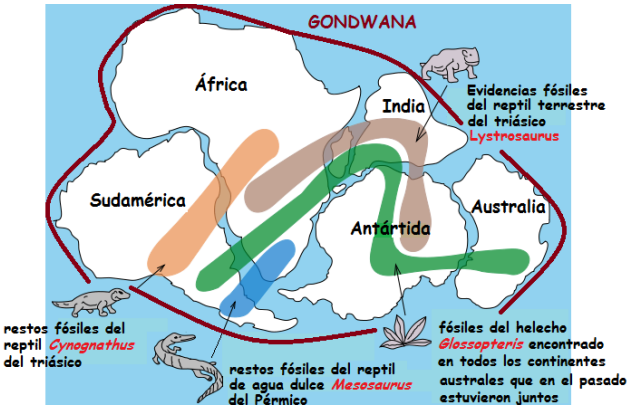
1) GEOGRÁFICAS: encaje de los perfiles de los continentes, especialmente entre Sudamérica y África.



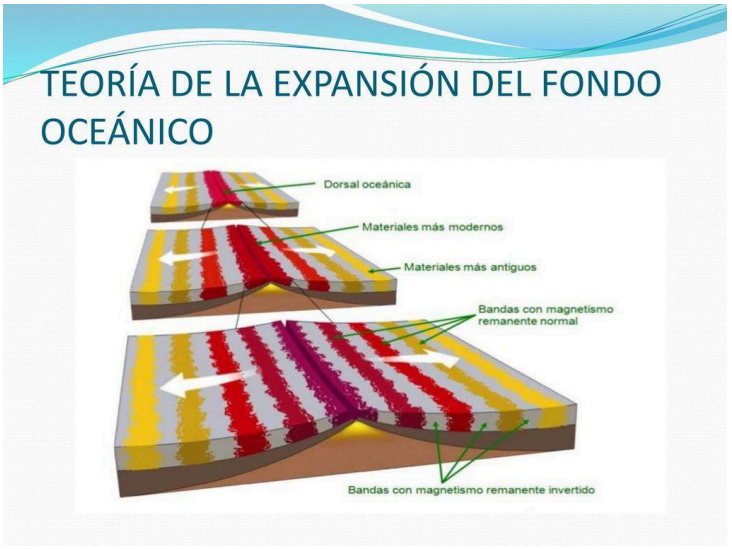
2) PALEOCLIMÁTICAS: un ejemplo de ellas son las huellas dejadas por una antigua glaciación que tuvo lugar hace 300 millones de años que siguen apareciendo aunque estén separados los continentes.



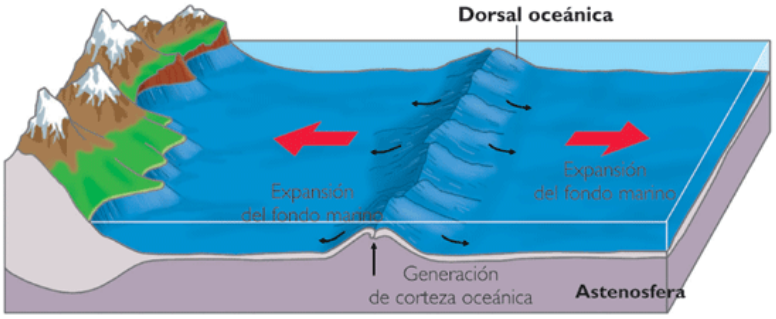
3) PALEONTOLÓGICAS: se encuentran fósiles de animales y plantas muy similares en continentes diferentes, lo que no podría haberse explicado si los continentes no estuvieran cerca.



Tras la Segunda Guerra Mundial se produjo una fase muy intensa de exploración oceánica, favorecida por la tecnología del sonar, que permitió elaborar detallados mapas de los fondos oceánicos. Además en el laboratorio se pusieron a punto métodos basados en el magnetismo remanente de las rocas.



Con todos estos datos se formuló la **hipótesis de la expansión del fondo oceánico**, realizada por **Harry Hess en 1962**. La expansión ocurre en las dorsales oceánicas, donde se forma nueva corteza oceánica mediante la actividad volcánica y el movimiento gradual del fondo alejándose de la dorsal.



5. Teoría de la tectónica de placas.

Cuando *Harry Hess* habló de la expansión del fondo oceánico comenzaron a prepararse las primeras ideas sobre la tectónica de placas. El concepto de placa fue propuesto por *Tuzo Wilson*, a raíz de la interpretación de la distribución mundial de los terremotos y volcanes. Las placas pueden ser de tres tipos:

- Oceánicas, compuestas exclusivamente por litosfera oceánica.
- Continentales, compuestas exclusivamente por litosfera continental.
- Mixtas, compuestas en parte por litosfera continental y en parte oceánica.

POSTULADOS DE LA TEORÍA DE LA TECTÓNICA DE PLACAS:

1) La litosfera se encuentra dividida en placas que encajan entre sí como un gran puzle.

2) La litosfera oceánica es más delgada y densa que la continental y se genera continuamente en las dorsales oceánicas. Dado que la cantidad de litosfera siempre es la misma lo que se está formando en las dorsales **se pierde por otro lado, las fosas oceánicas**.

3) El calor interno de la Tierra junto con la fuerza de la gravedad generan corrientes de convección que mueven unas placas respecto a otras.

4) Las placas interactúan entre ellas dando origen a las grandes estructuras del relieve terrestre y a fenómenos como los terremotos.

MOVIMIENTOS RELATIVOS DE LAS PLACAS

Los lugares de contacto entre placas se llaman **BORDES**. Según sean los movimientos entre las placas, en sus bordes se producen diversos fenómenos geológicos en los que se producirán **creación, destrucción o conservación de la litosfera**.

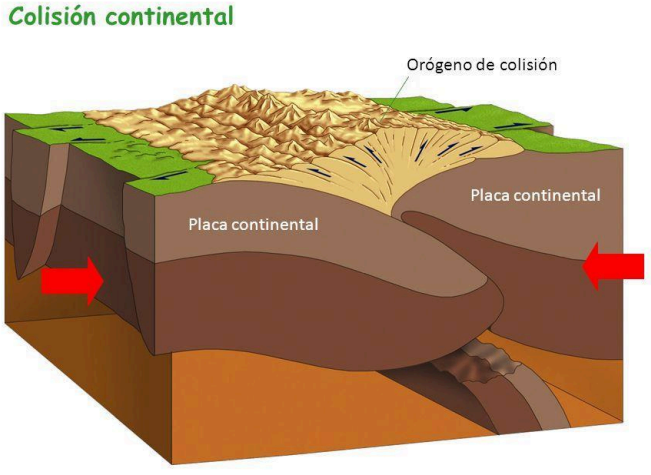
TIPO DE BORDE	SUCESOS QUE TIENEN LUGAR	ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS QUE SE PRODUCEN	EJEMPLO
CONVERGENTE	Colisión o choque de continentes	Fenómenos orogénicos: montañas, cordilleras, etc.	Himalaya
	Destrucción de litosfera oceánica	Zonas de subducción	Andes
DIVERGENTE	Creación de litosfera oceánica	Formación de dorsales oceánicas	Dorsal Atlántico Sur
DE CIZALLA	Bordes conservadores o pasivos	Fallas transformantes	Falla de San Andrés

6. Tipos de bordes: convergentes, divergentes y de cizalla.

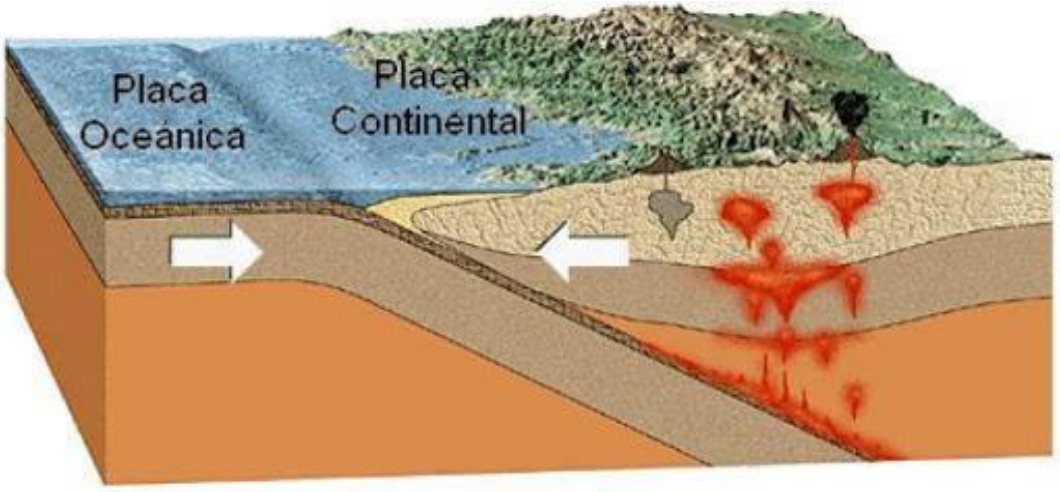
BORDES CONVERGENTES. (CHOQUE DE PLACAS) Se llaman también bordes **destructivos** porque en ellos se pierde litosfera.

Si chocan dos placas el resultado de dicho choque va a depender de si:

1) **Chocan dos placas continentales**: al chocar dos bloques continentales, sus placas no subducen porque la litosfera continental es demasiado ligera para poder hundirse hasta el manto. En ese caso, las enormes fuerzas de compresión hacen que una de las placas "cabalgue" sobre la otra. Las dos placas quedan unidas por una nueva cordillera o montaña. Ejemplo de ello es el **Himalaya** donde se produjo el choque de la placa de la India y la placa asiática.

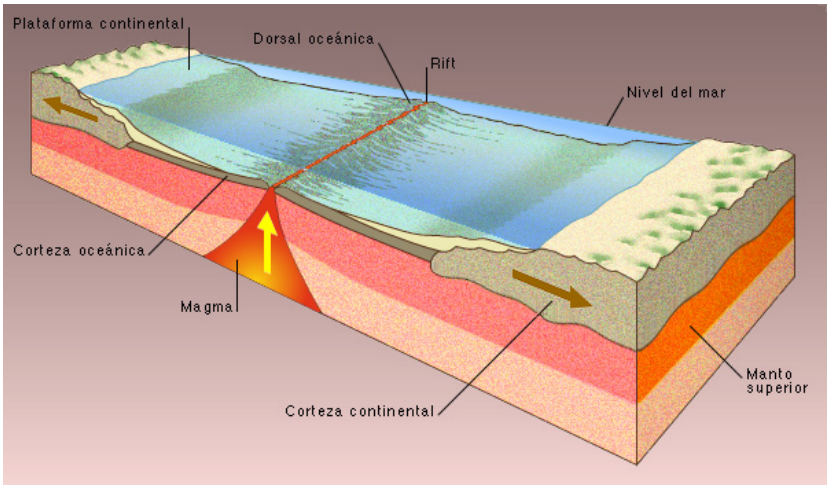


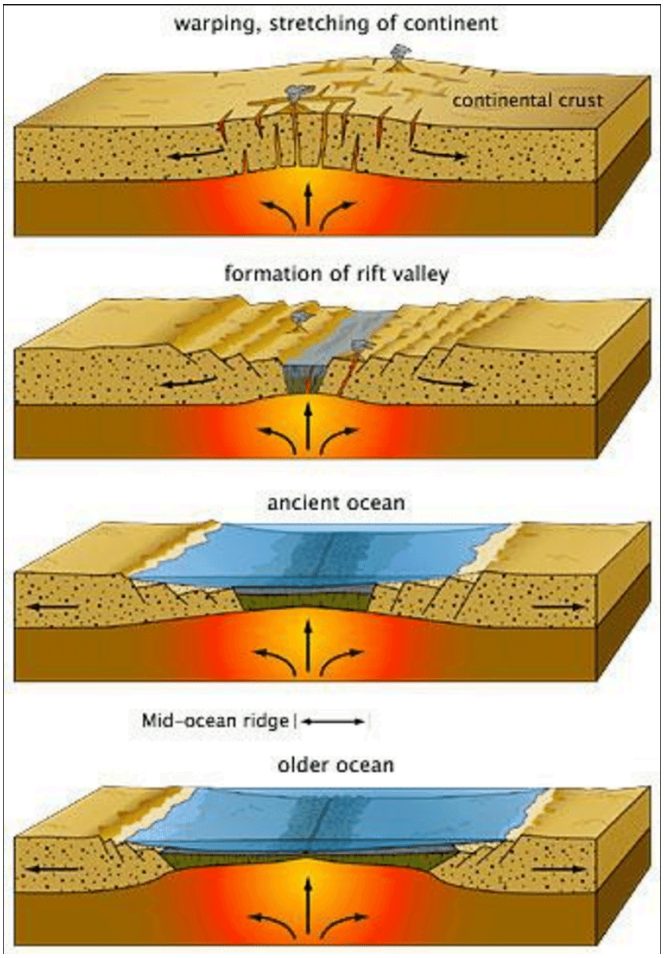
2) **Choca una placa continental y una oceánica**: al chocar un bloque continental con un bloque oceánico, la oceánica pesa más y por lo tanto subduce bajo la continental. Esto hace que se produzca una intensa actividad sísmica y volcánica y se produce fusión de rocas generando magma y actividad metamórfica. Produce nuevas estructuras orogénicas del tipo: arcos de islas y orógenos térmicos. Ejemplo de ello son los **Andes**.



BORDES DIVERGENTES (LAS PLACAS SE SEPARAN) Se llaman también bordes constructivos porque en ellos se crea litosfera.

Aparece en las **dorsales oceánicas**, que son zonas de fractura de miles de kilómetros de longitud por las que el material caliente del manto sale a la superficie originando una intensa actividad volcánica. Las corrientes de convección producen esfuerzos que tienden a separar la fractura por la que sale el magma basáltico. La depresión de la fractura recibe el nombre de **RIFT**. Un ejemplo es la **dorsal atlántico sur.**

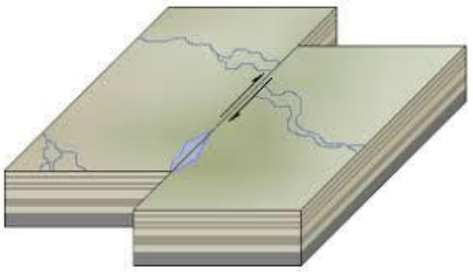






BORDES DE CIZALLA (son movimientos horizontales entre placas)

En ellos no se crea ni se destruye litosfera. Se forman cuando dos placas se deslizan horizontalmente en sentido contrario, desgarrando el terreno y generando las llamadas **fallas transformantes**. Son responsables de gran cantidad de seísmos. La mayoría se encuentran en los fondos oceánicos, donde fracturan perpendicularmente las dorsales y llegan a alcanzar miles de kilómetros. Un ejemplo se da entre las placas Pacífica y Norteamericana y afecta a la zona de California, la **falla de San Andrés**.





7. Plegamientos.

Las rocas de la corteza terrestre están sometidas a continuos esfuerzos de compresión, distensión y cizalla. Debido a ellos las rocas pueden sufrir una serie de deformaciones que pueden ser de tres tipos:

1) ELÁSTICAS: son deformaciones REVERSIBLES en las que, cuando deja de producirse la fuerza, el material vuelve a tener su forma original. Los terremotos son un ejemplo de este tipo de deformación.

2) PLÁSTICAS: son deformaciones IRREVERSIBLES que experimentan las rocas cuando están sometidas a fuerzas compresivas o distensivas durante mucho tiempo, del orden de millones de años.

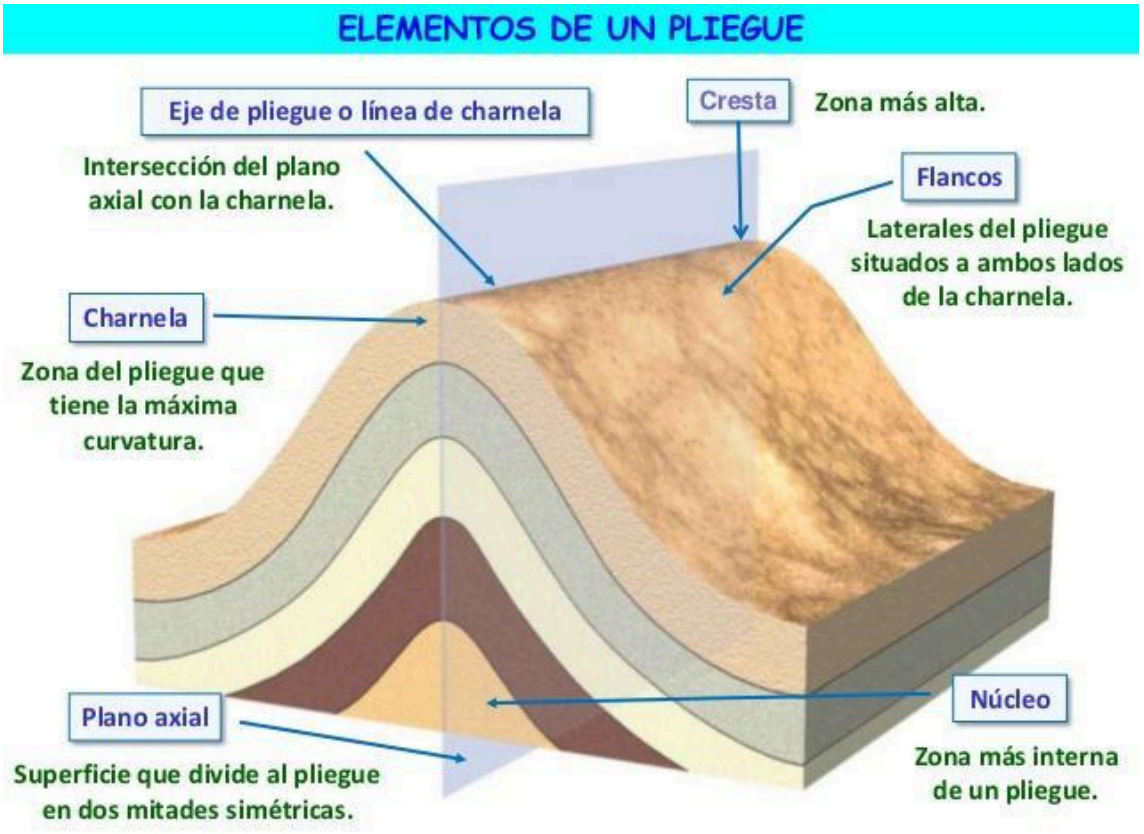
3) FRÁGILES: son deformaciones IRREVERSIBLES que tienen lugar cuando los materiales son rígidos y los esfuerzos de compresión o distensión superan su capacidad de deformarse de forma elástica o plástica. En estos casos las **ROCAS SE FRACTURAN**.



7.1. Los pliegues

Los pliegues son deformaciones plásticas de las rocas producidas al experimentar durante mucho tiempo intensas fuerzas de compresión.

Para poder comprender los procesos que los han originado debemos conocer las partes de un pliegue:



TIPOS DE PLEGAMIENTOS.

Los pliegues se clasifican de forma general en dos tipos básicos:

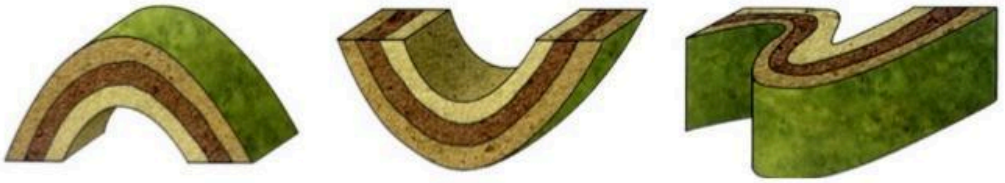
1) Anticlinal: aquellos en los que las capas más antiguas se sitúan en el núcleo y las más modernas envuelven al resto. Se identifican de forma sencilla porque a menudo tienen forma de A.

2) Sinclinal: aquellos en los que las capas más modernas se sitúan en el núcleo y las más antiguas envuelven al resto. Se identifican de forma sencilla porque a menudo tienen forma de V.

Ambos tipos de plegamientos pueden ser de diferentes tipos en función de la posición de su plano axial.

Tipos de pliegues

Según el sentido de la curvatura:



Pliegue **anticlinal o antiforme** Pliegue **sinclinal** o **sinforme** Pliegue **neutro**

Según la inclinación del planto axial:



Pliegue **recto** Pliegue **inclinado** **Pliegue volcado** Pliegue **tumbado**



8. Diaclasas y fallas.

Cuando las rocas no pueden absorber los esfuerzos a los que están sometidos, se rompen. Según la forma que tenga de fracturarse se pueden distinguir:

1) DIACLASAS: son fracturas de rocas en las que los fragmentos NO SE DESPLAZAN, sino que se mantienen en su posición inicial.

2) FALLAS: son fracturas de rocas CON DESPLAZAMIENTO o dislocación de un bloque respecto a otro. Normalmente estas fracturas suelen ir acompañadas de terremotos de distinta intensidad. (Ejemplo de la falla de San Andrés) *Recomendado ver película "San Andrés".* La dislocación de los bloques se denomina: labios de falla.

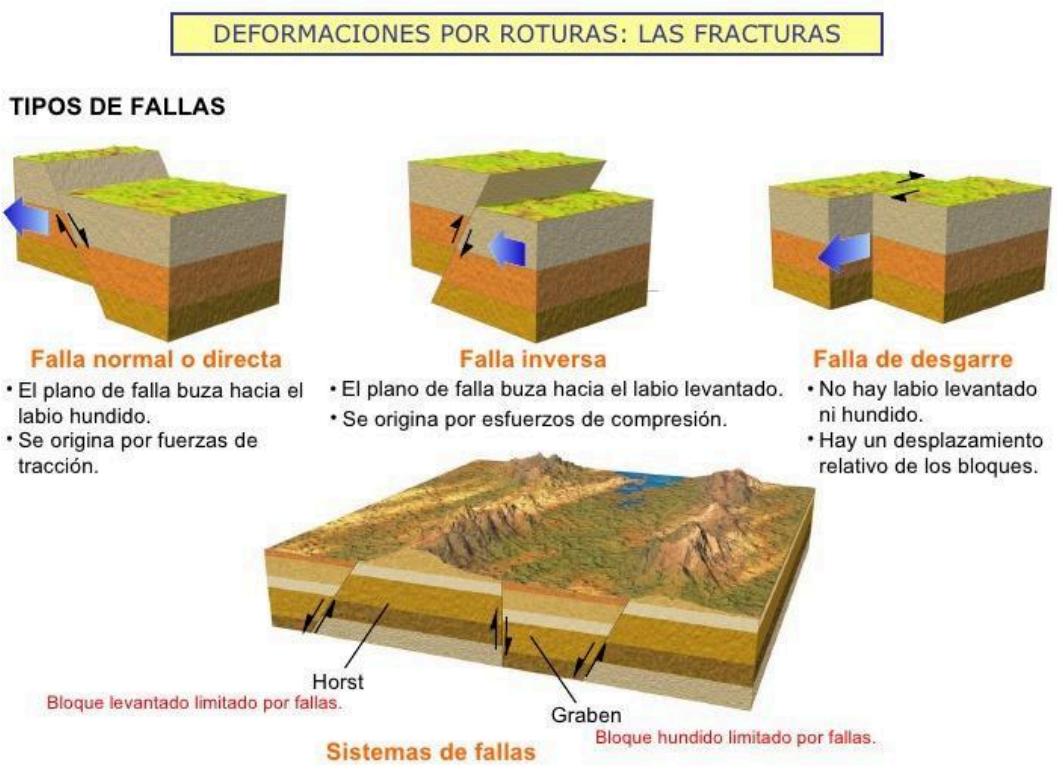
TIPOS DE FALLAS:

1) Falla directa: es aquella que se forma por la acción de esfuerzos distensivos. Los labios de falla se deslizan por alejamiento de los bloques.

2) Falla inversa: es aquella que se forma por la acción de esfuerzos compresivos. En ellas un labio de falla se levanta sobre el otro.

3) **Fallas de desgarre**: es aquella que se forma por la acción de esfuerzos de cizalla. El desplazamiento de los labios de falla es horizontal.

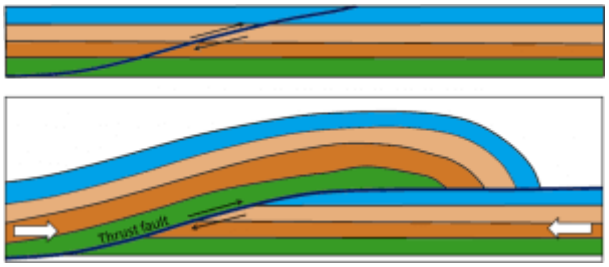
Las fracturas que se generan pueden presentarse formando **asociaciones o sistemas de fallas**, lo que origina estructuras complejas como las fosas tectónicas, también denominadas **graben**, y los macizos tectónicos, o **horst**.



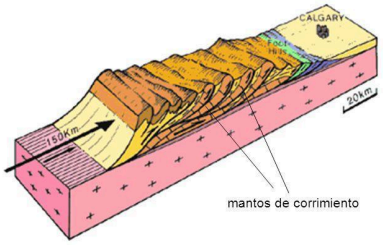
CABALGAMIENTOS Y MANTOS DE CORRIMIENTO.

Son deformaciones frágiles más complejas.

El **CABALGAMIENTO** es una combinación entre pliegue casi horizontal y falla inversa. En ella, el labio de falla levantado se desliza y llega a superponerse sobre el labio o bloque hundido, de manera que los materiales más antiguos del labio levantado quedan sobre los más modernos del labio hundido.



El **MANTO DE CORRIMIENTO** es un sistema de cabalgamiento que abarca una gran superficie. Suelen formarse en los orógenos de colisión debido a la fuerte compresión a la que son sometidos los materiales que quedan entre ambas placas.



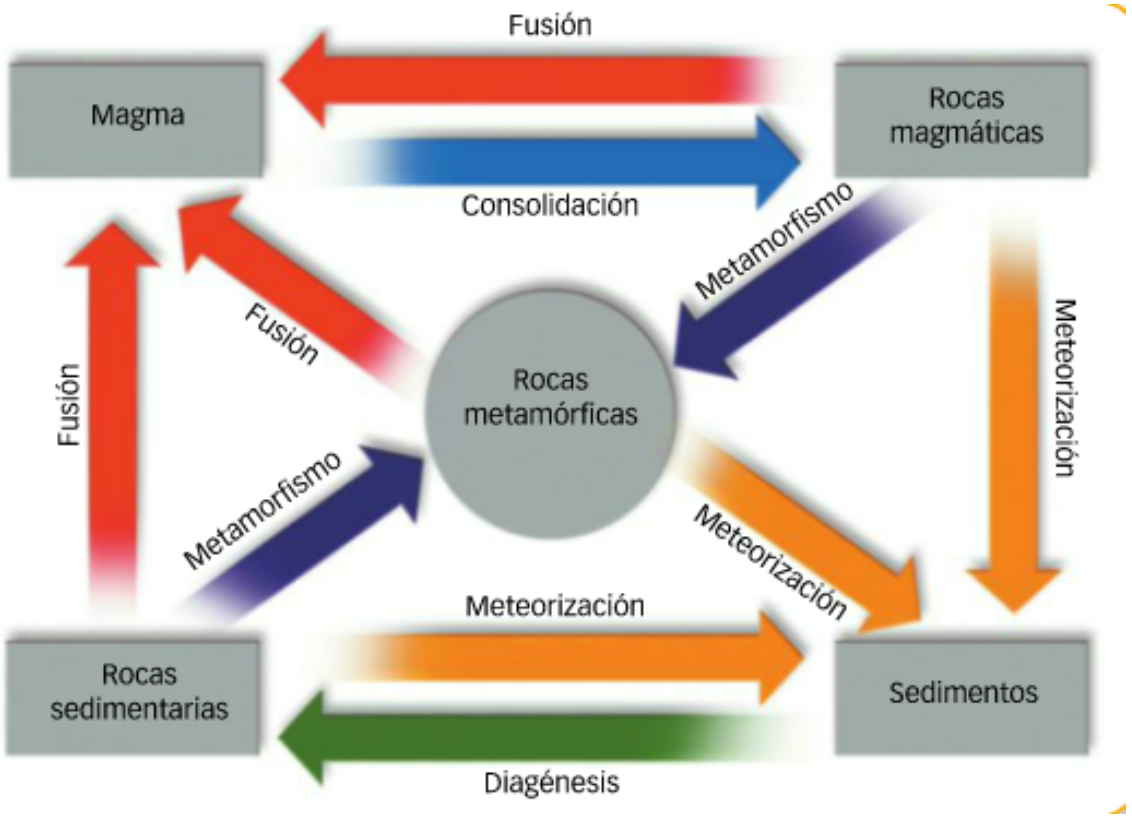
LAS MONTAÑAS ROCOSAS DE CANADA : EJEMPLO DE UNA CUÑA DE CABALGAMIENTOS

9. Ciclo de las rocas.

Los materiales se transforman en los distintos tipos de rocas, mediante diferentes procesos fisicoquímicos, como la **diagénesis**, el **metamorfismo** o la **consolidación del magma**.

Tipos de rocas:

- Sedimentarias
- Magmáticas
- Metamórficas



10. La representación del relieve. Los mapas topográficos

Una forma de representar el relieve es mediante el **mapa topográfico**. Permite describir con precisión el relieve de la zona representada.

Elementos de un mapa topográfico:

-Curvas de nivel. Son las líneas que unen puntos contiguos de la misma altitud.

-Cota. Es la altitud sobre el nivel del mar que tiene cada curva de nivel.

-Equidistancia. Es la diferencia de altitud entre cada curva de nivel y la siguiente. La equidistancia no varía dentro de un mapa, aunque puede hacerlo de un mapa a otro.

-Escala. Es la relación entre una dimensión cualquiera del mapa y su equivalente real.

Una escala 1:10 000 significa que se ha reducido 10 000 veces la realidad para plasmarla en el mapa. En consecuencia, 1 cm de mapa equivaldrá a 10 000 cm en la realidad.

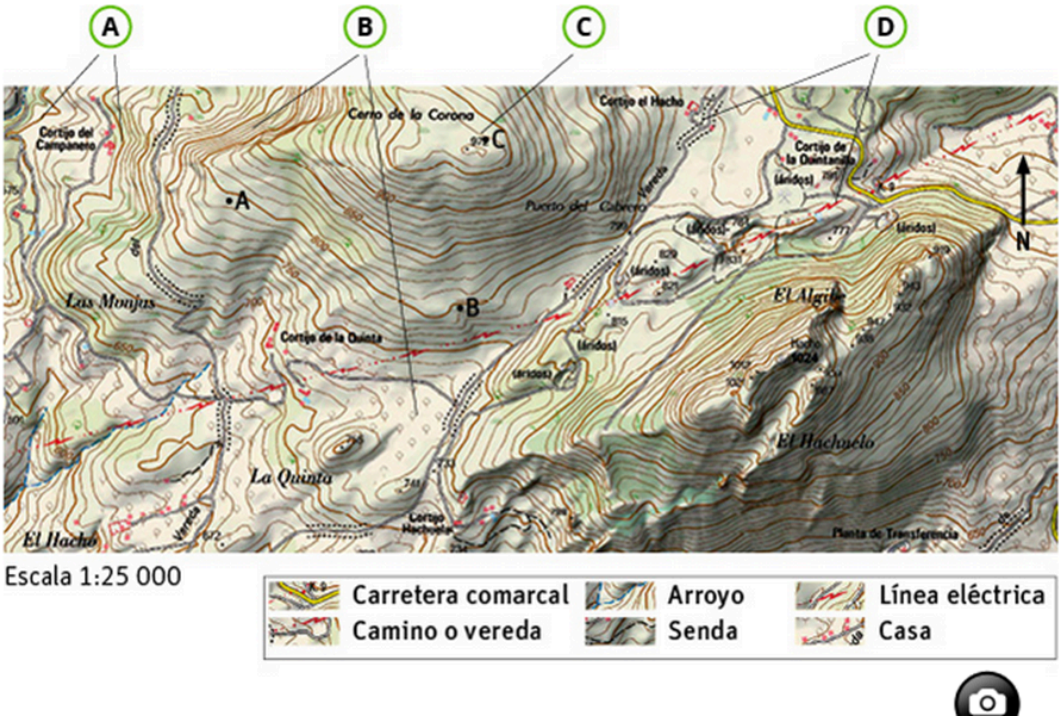
-Orientación. Es la indicación de la dirección donde se encuentra el norte, y se señala con una flecha. Habitualmente, el norte se hace coincidir con el margen superior del mapa.

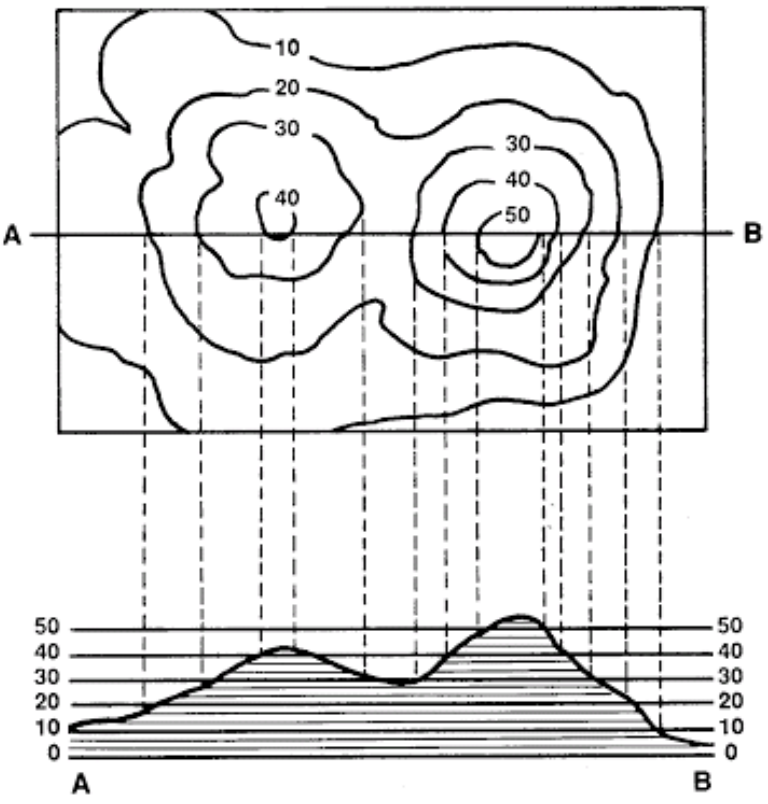
-**Curvas maestras**: curvas resaltadas (cada 5)

-**Pendiente**: indicado por la distancia entre curvas de nivel (muy juntas = ↑ pendiente)

-**Cota exacta** (en cima de principales montañas)

-**Leyenda:** interpretación de símbolos


A
B
C
D
Cerro de la Corona
Cortijo del Campanero
Cortijo el Hacho
Cortijo de la Quintanilla
Puerto del Cabrero
Vereda
Las Monjas
Cortijo de la Quinta
El Algibe
El Hachuelo
La Quinta
El Hacho
Cortijo Hachuelo
Planta de Transferencia
N
Escala 1:25 000
Carretera comarcal
Camino o vereda
Arroyo
Senda
Línea eléctrica
Casa


10
20
30
40
30
40
50
A
B
50
40
30
20
10
0
A
B