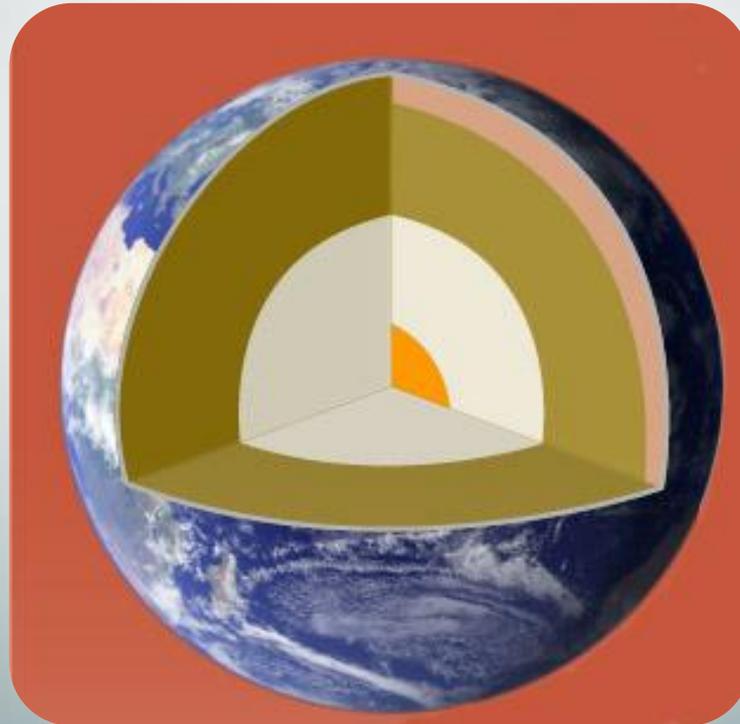


Geología

Tema 3. Materiales y estructuras de la corteza terrestre



Minerales. Componentes básicos de las rocas

Por definición un mineral debe:

- Aparecer de forma natural.
- Ser un sólido inorgánico.
- Poseer una estructura molecular interna ordenada.
- Tener una composición química definida.

Una roca es:

- Una masa sólida de materia mineral.

Composición de los minerales

Elementos

- Componentes básicos de los minerales.
- Se conocen más de 100 (sólo 92 aparecen de forma natural).

Átomos

- La parte más pequeña de la materia.
- Conserva todas las características de un elemento.

Composición de los minerales

Estructura atómica.

Electrones.

- Partículas con carga negativa que rodean al núcleo.

La región central denominada **núcleo**.

- Contiene **protones** (carga positiva) y **neutrones** (carga neutra).
- Se sitúan en niveles de energía diferenciados denominados **capas**.

Composición de los minerales

Isótopos y desintegración radiactiva.

- **Número másico** = suma de neutrones + protones en un átomo.
- **Isótopo** = átomo que muestra variación en su número másico.
- Los isótopos inestables emiten partículas y energía en un proceso conocido como **desintegración radiactiva**.

Composición de los minerales

Enlace químico

- Formación de un compuesto combinando dos o más elementos.

Enlace iónico

- Los átomos ganan o pierden electrones de la capa externa (**de valencia**) para formar iones.
- Los compuestos iónicos están formados por un grupo de iones con cargas opuestas.

Composición de los minerales

Enlace covalente.

- Los átomos comparten electrones para conseguir la neutralidad eléctrica.
- En general, más fuertes que los enlaces iónicos.
- Tanto los enlaces iónicos como los covalentes pueden aparecer en el mismo compuesto.

Composición de los minerales

Otros enlaces

- Enlace metálico
 - Los electrones de valencia son libres para migrar de un átomo a otro
 - Más débil y menos común que otros enlaces

Estructura de los minerales

- Los minerales están compuestos por una disposición ordenada de átomos químicamente enlazados para formar una estructura cristalina particular.
- La disposición atómica interna de los compuestos formados por iones viene determinada por el tamaño de esos iones.

Estructura de los minerales

Polimorfos

- Minerales con la misma composición pero diferentes estructuras cristalinas.
- Entre ellos están los diamantes y el grafito (también la calcita y el aragonito).
 - » Cambio de fase = transformación de un polimorfo en otro.

Propiedades físicas de los minerales

Principales propiedades diagnósticas.

- Determinadas mediante la observación o realizando una prueba sencilla.
- Varias de estas propiedades físicas se utilizan para identificar pequeñas muestras de minerales.

Propiedades físicas de los minerales

Forma cristalina.

- Expresión externa de la estructura interna de un mineral.
- A menudo interrumpida debido a la competición por el espacio y a la pérdida rápida de calor.

Propiedades físicas de los minerales

Brillo.

- Aspecto de la luz reflejada de la superficie de un mineral.
- Dos categorías fundamentales:
 - Metálico.
 - No metálico.
- Otros términos descriptivos son vítreo, sedoso o terroso.

Propiedades físicas de los minerales

Color.

- Es una característica obvia de un mineral.
- Es a menudo una propiedad variable debido a ligeros cambios en la química mineral.
- La coloración exótica de ciertos minerales produce piedras preciosas.

Propiedades físicas de los minerales

Raya.

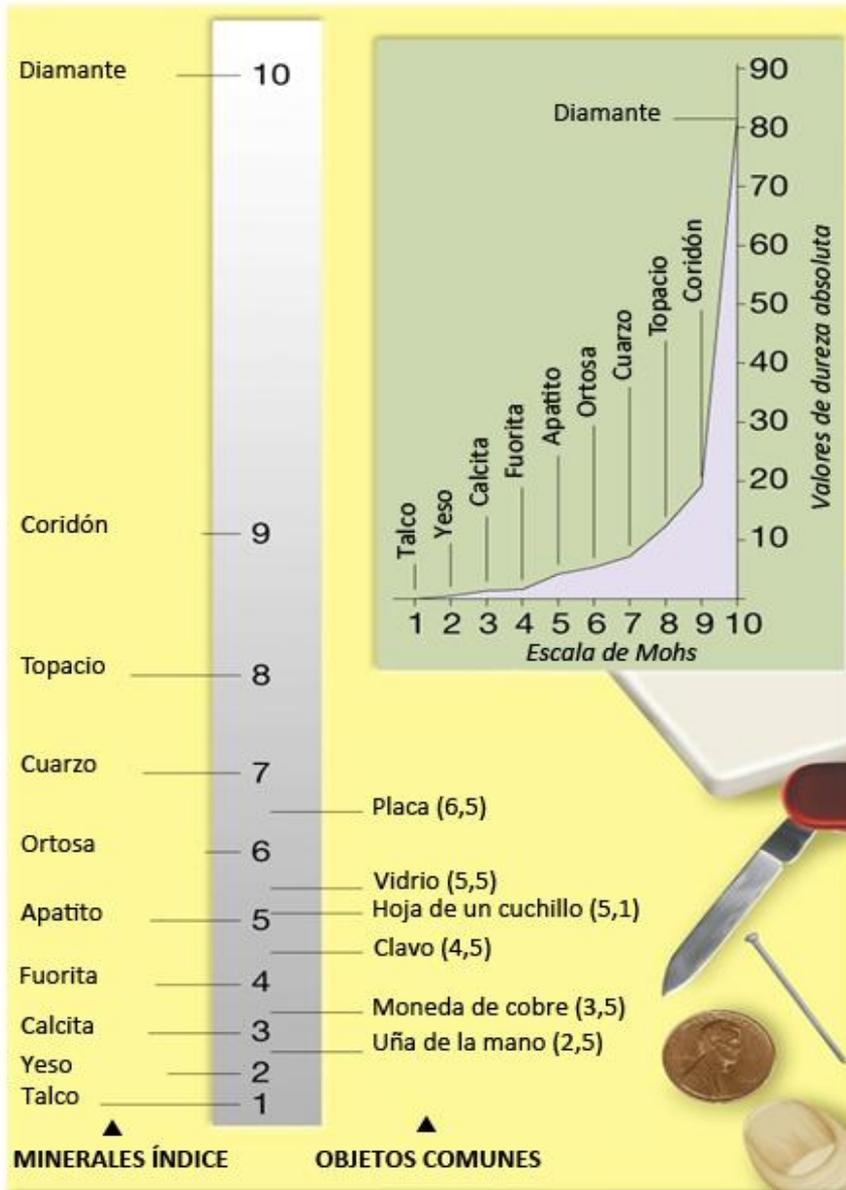
- Color de un mineral en polvo.

Dureza.

- Resistencia de un mineral a la abrasión o al rayado.
- Todos los minerales se comparan con una escala estándar denominada **escala de Mohs de dureza**.

Escala de dureza de Mohs

Reelaborado a partir de: Pearson Pretice Hall



Propiedades físicas de los minerales

Exfoliación.

- Tendencia de un mineral a romperse a lo largo de planos de enlaces débiles.
- Producen superficies lisas y brillantes.
- Describen formas geométricas.
 - Número de planos.
 - Ángulos entre planos adyacentes.

Propiedades físicas de los minerales

Fractura

- Ausencia de exfoliación cuando se rompe un mineral.

Peso específico

- Peso de un mineral / peso de un volumen igual de agua.
- Valor medio = 2,7.

Propiedades físicas de los minerales

Otras propiedades.

- Magnetismo.
- Reacción química con ácido clorhídrico.
- Maleabilidad.
- Birrefracción.
- Sabor.
- Olor.
- Elasticidad.

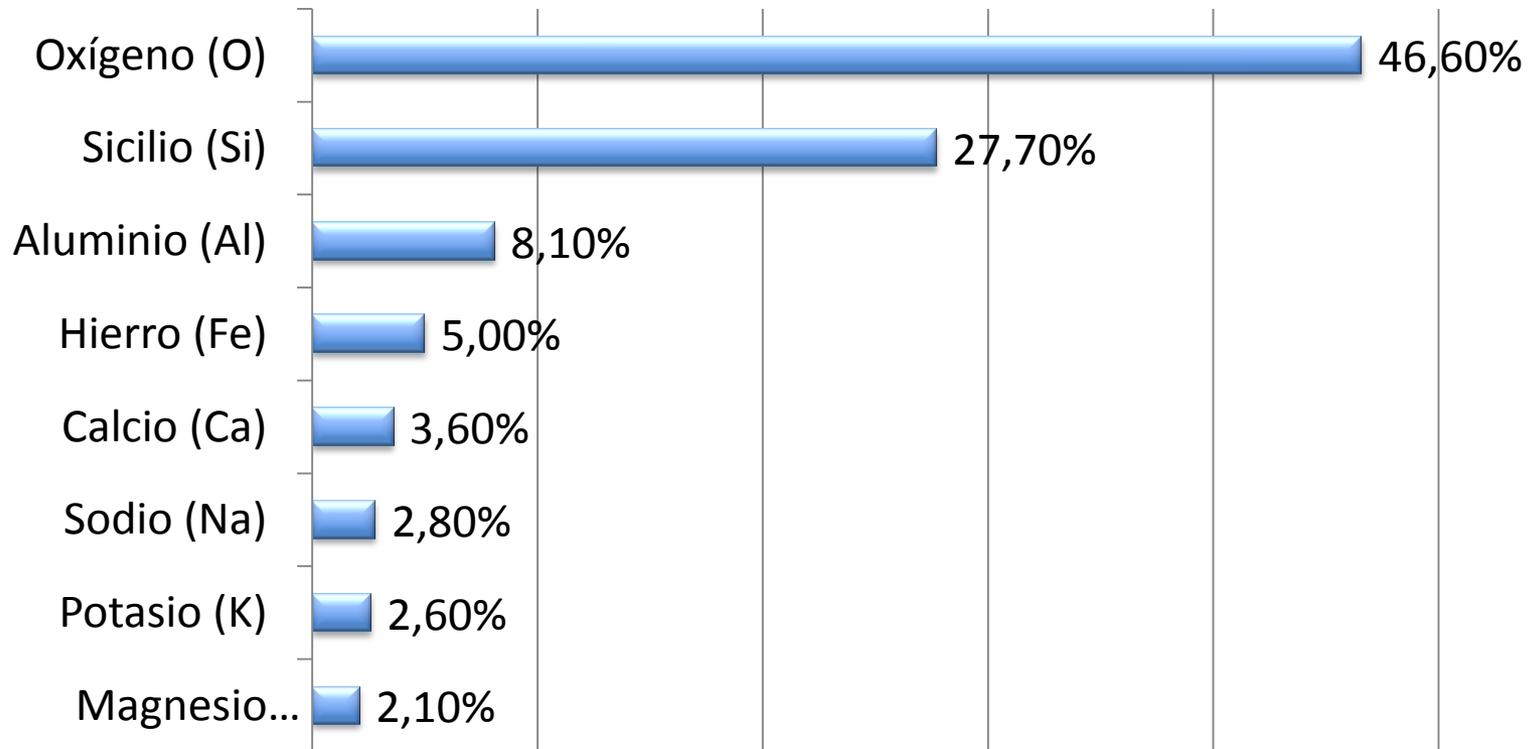
Grupos de minerales

Se conocen por su nombre casi 4.000 minerales.

Minerales formadores de rocas.

- Minerales comunes que constituyen la mayor parte de las rocas de la corteza terrestre.
- Sólo son una docena.
- Compuestos principalmente de 8 elementos que representan más del 98% de la corteza continental.

Abundancia de los elementos de la corteza continental



Grupos de minerales

Silicatos.

Es el grupo de minerales más importante.

- Comprende la mayoría de los minerales que forman rocas.
- Muy abundante debido al gran porcentaje de silicio y oxígeno que hay en la corteza terrestre.

El tetraedro silicio-oxígeno.

- Es el componente básico fundamental.
- Cuatro iones de oxígeno que rodean a un ion de silicio mucho menor.

Grupos de minerales

Ensamblaje de las estructuras de silicatos.

- Los tetraedros individuales se unen para formar una gran variedad de estructuras.
 - Tetraedro individual.
 - Estructuras circulares.
 - Cadenas sencillas o dobles.
 - Láminas o estructuras laminares.
 - Estructuras complejas tridimensionales.

Grupos de minerales

Silicatos comunes.

Los silicatos claros: **Grupo de los feldespatos.**

- Es el grupo mineral más común.
- Tienen dos planos de exfoliación que se cortan a 90° .
- La **Ortosa** (feldespato potásico) y la **Plagioclasas** (feldespato sódico y cálcico) son los dos miembros más comunes.

Grupos de minerales

Silicatos comunes.

Los silicatos claros: **Cuarzo**.

- Es el único mineral común de los silicatos formado completamente por silicio y oxígeno.
- Duro y resistente a la meteorización.
- Fractura concoide.
- A menudo forma cristales hexagonales.

Grupos de minerales

Silicatos comunes.

Los silicatos claros: **Moscovita**.

- Es un miembro común de la familia de las micas.
- Excelente exfoliación en una dirección.
- Produce el brillo «resplandeciente» que se observa a menudo en la arena de la playa.

Grupos de minerales

Silicatos comunes.

Los silicatos claros: [Minerales de la arcilla](#).

- La arcilla es un término general utilizado para describir una gran variedad de minerales complejos.
- Los minerales arcillosos tienen una estructura laminar.
- La mayoría se origina como productos de la meteorización química.

Grupos de minerales

Silicatos comunes.

Los silicatos oscuros: **Grupo del olivino.**

- Silicatos Fe-Mg de elevada temperatura.
- Tetraedros individuales unidos entre sí por iones de hierro y magnesio.
- Forma cristales pequeños y redondeados sin exfoliación.

Grupos de minerales

Silicatos comunes.

Los silicatos oscuros: **Grupo de los piroxenos.**

- Cadenas simples ligadas por iones de hierro y magnesio.
- Dos direcciones de exfoliación que se cortan a casi 90°
- **La augita** es el mineral más común del grupo de los piroxenos.

Grupos de minerales

Silicatos comunes.

Los silicatos oscuros: **Grupo de los anfíboles.**

- Cadenas dobles ligadas por una gran variedad de iones.
- Dos direcciones de exfoliación que se cortan a un ángulo de 124° y 56°
- **La hornblenda** es el mineral más común del grupo de los anfíboles.

Grupos de minerales

Minerales no silicatados importantes.

- Suelen dividirse en clases, según el anión.
- Constituyen sólo el 8% de la corteza de terrestre.
- Aparecen a menudo como constituyentes de las rocas sedimentarias.

Grupos de minerales comunes no silicatados

Grupos de minerales (aniones o elementos clave)	Miembro	Fórmula	Interés económico
Carbonatos (CO_3^{2-})	Calcita Dolomita	CaCO_3 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Cemento portland, cal. Cemento portland, cal.
Haluros (Cl^- , F^- , Br^-)	Halita Fluorita Silvina	NaCl CaF_2 KCl	Sal común. Utilizado en la fabricación de acero. Fertilizante.
Óxidos (O^{2-})	Hematites Magnetita Corindón Hielo	Fe_2O_3 Fe_3O_4 Al_2O_3 H_2O	Mena de hierro, pigmentado. Mena de hierro. Piedra preciosa, abrasivo. Forma sólida del agua.
Sulfuros (S^{2-})	Galena Esfalerita Pirita Calcopirita Cinabrio	PbS ZnS FeS_2 CuFeS_2 HgS	Mena de plomo. Mena de cinc. Producción de ácido sulfúrico. Mena de cobre. Mena de mercurio.
Sulfatos (SO_4^{2-})	Yeso Anhidrita Baritina	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ CaSO_4 BaSO_4	Argamasa. Argamasa. Lodo de perforación.
Elementos nativos (elementos simples)	Oro Cobre Diamante Azufre Granito Plata Platino	Au Cu C S C Ag Pt	Comercio, joyería. Conductor eléctrico. Piedra preciosa, abrasivo. Fármacos de azufre, productos químicos. Mina de lápiz, lubricante seco. Joyería, fotografía. Catalizador.

Grupos de minerales

Minerales no silicatados importantes.

Carbonatos.

- Son los constituyentes principales de la piedra caliza y la dolomía.
- La **calcita** (CaCO_3) y la **dolomita** $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ son los dos minerales carbonatos más importantes.

Grupos de minerales

Minerales no silicatados importantes.

- Muchos de los minerales no silicatados tienen valor económico.

Ejemplos:

- Hematita (mena de hierro, pigmento).
- Halita (sal común).
- Esfalerita (mena de cinc).
- Cobre nativo (elemento nativo obtenido del cobre).

Las rocas



Las rocas y el ciclo de las rocas

Tipos de roca básicos.

Rocas ígneas.

- Enfriamiento y solidificación del **magma** (roca fundida).
- Entre ellas están el **granito** y el **basalto**.

Rocas sedimentarias.

- Se acumulan en capas de la superficie terrestre.
- Los sedimentos se forman a partir del desgaste de rocas preexistentes.

Las rocas y el ciclo de las rocas

Tipos de roca básicos.

Rocas sedimentarias.

- Entre ellas están la **arenisca** y la **piedra caliza**.

Rocas metamórficas.

- Formadas por el «cambio» de las rocas ígneas, sedimentarias u otras metamórficas preexistentes.
- Las fuerzas impulsoras se incrementan con el calor y la presión.
- Entre ellas están el **gneis** y el **mármol**.

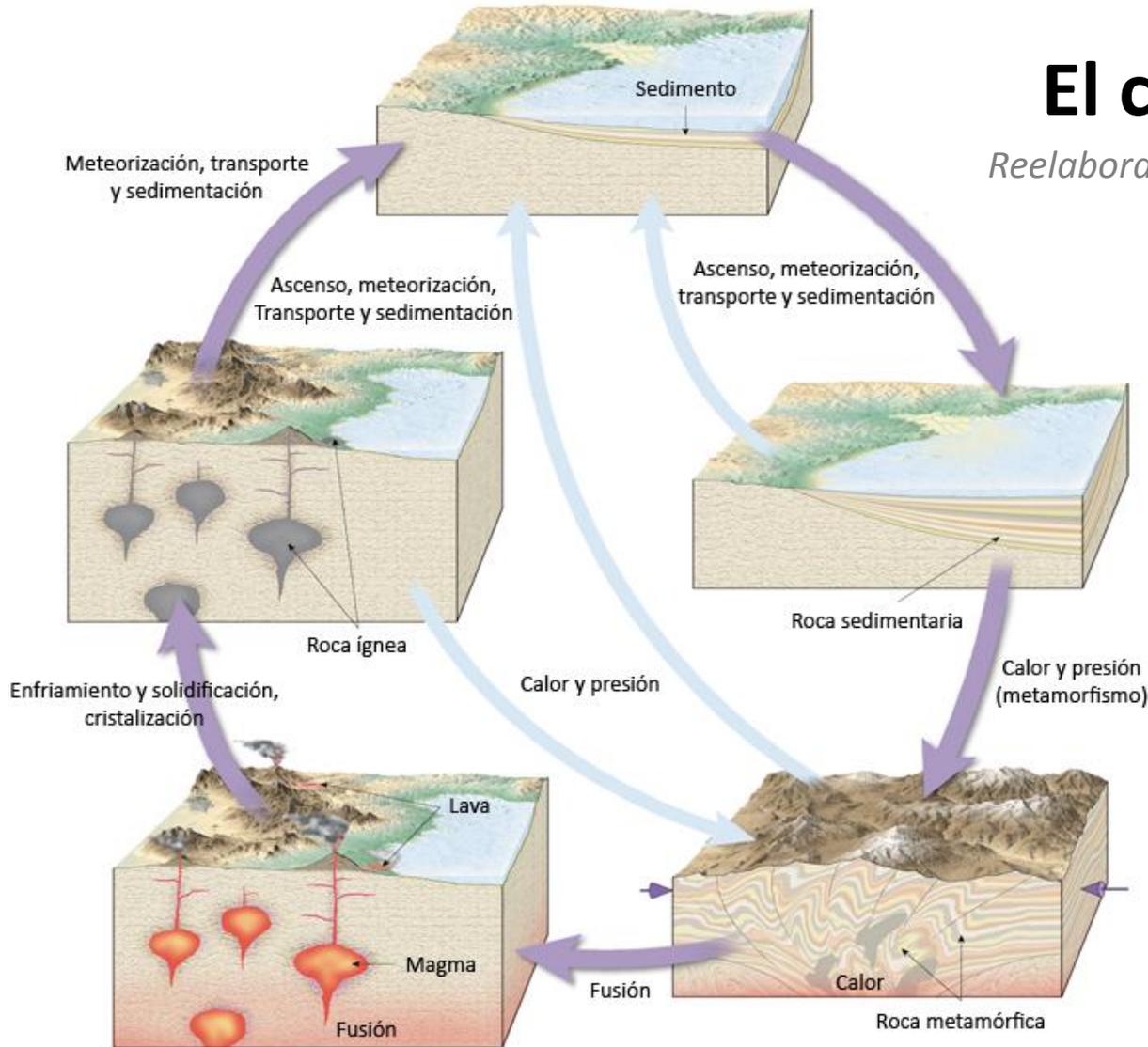
Las rocas y el ciclo de las rocas

El ciclo de las rocas: uno de los subsistemas de la Tierra.

- La curva que implica el proceso por el cual una roca cambia a otra.
- Ilustra los diferentes procesos y caminos en los que los materiales terrestres cambian tanto en la superficie como dentro de la Tierra.

El ciclo de las rocas

Reelaborado a partir de: Pearson Prentice Hall



Intrusión ígnea (Dique)

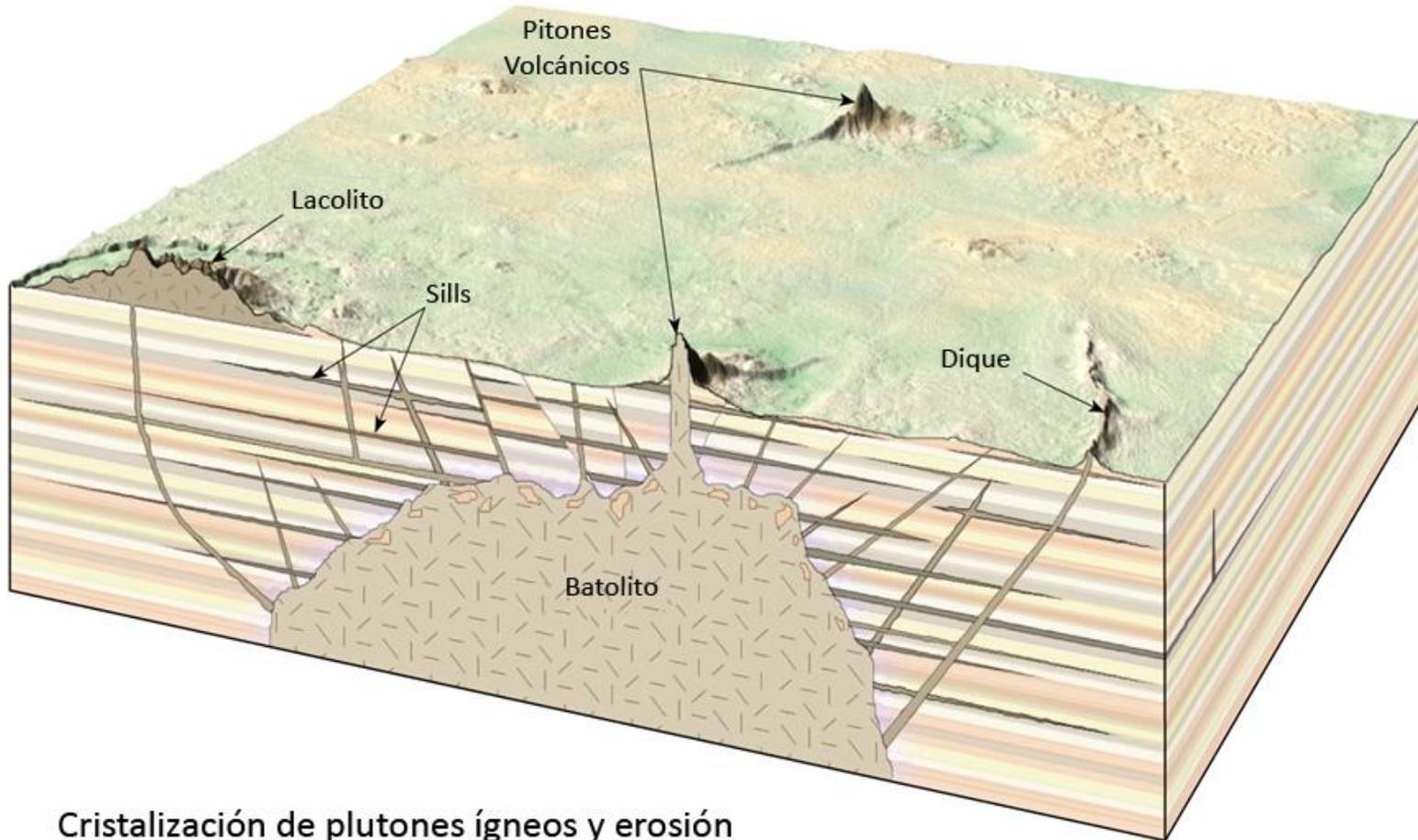


José Ramón Díaz de Terán Mira

Conjunto de diques atravesando una formación volcánica (Canarias)



Cuerpos intrusivos



Cristalización de plutones ígneos y erosión

Reelaborado a partir de: Pearson Pretice Hall

Pitones volcánicos (Roque Nublo, Gran Canaria)



Inclusiones y discontinuidades

Inclusiones

- Una inclusión es un fragmento de una unidad de roca que ha quedado encerrado dentro de otra roca.
- La roca que contiene la inclusión es más joven.

Discontinuidades

- Una discontinuidad es una ruptura en el registro litológico producida por la erosión y/o la no deposición de unidades de roca.

Inclusiones y discontinuidades

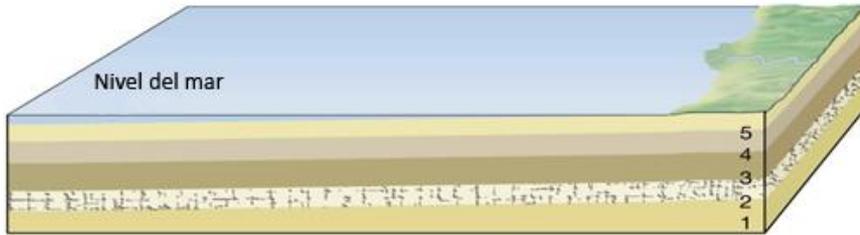
Discontinuidades.

Tipos de discontinuidades.

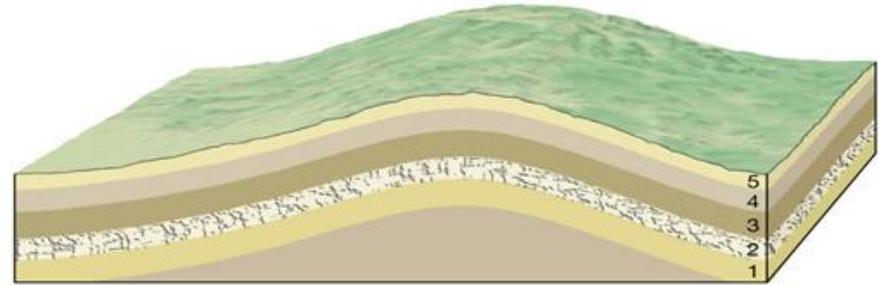
- **Discordancia angular** – rocas inclinadas sobre las que reposan estratos más planos y jóvenes.
- **Paraconformidad** – los estratos situados a ambos lados son en esencia paralelos.
- **Inconformidad** – rocas ígneas o metamórficas en contacto con los estratos sedimentarios.

Formación de una discordancia

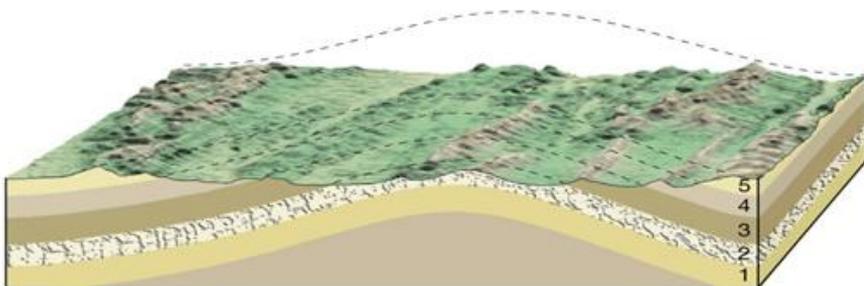
Reelaborado a partir de: Pearson Pretice Hall



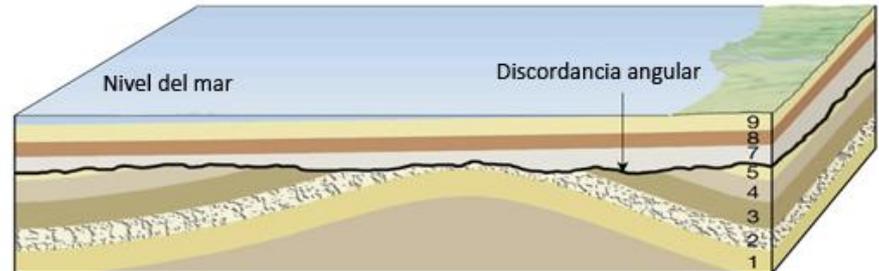
A. Deposición



B. Pliegue y elevación



C. Erosión



D. Hundimiento y deposición nueva

Discordancia angular

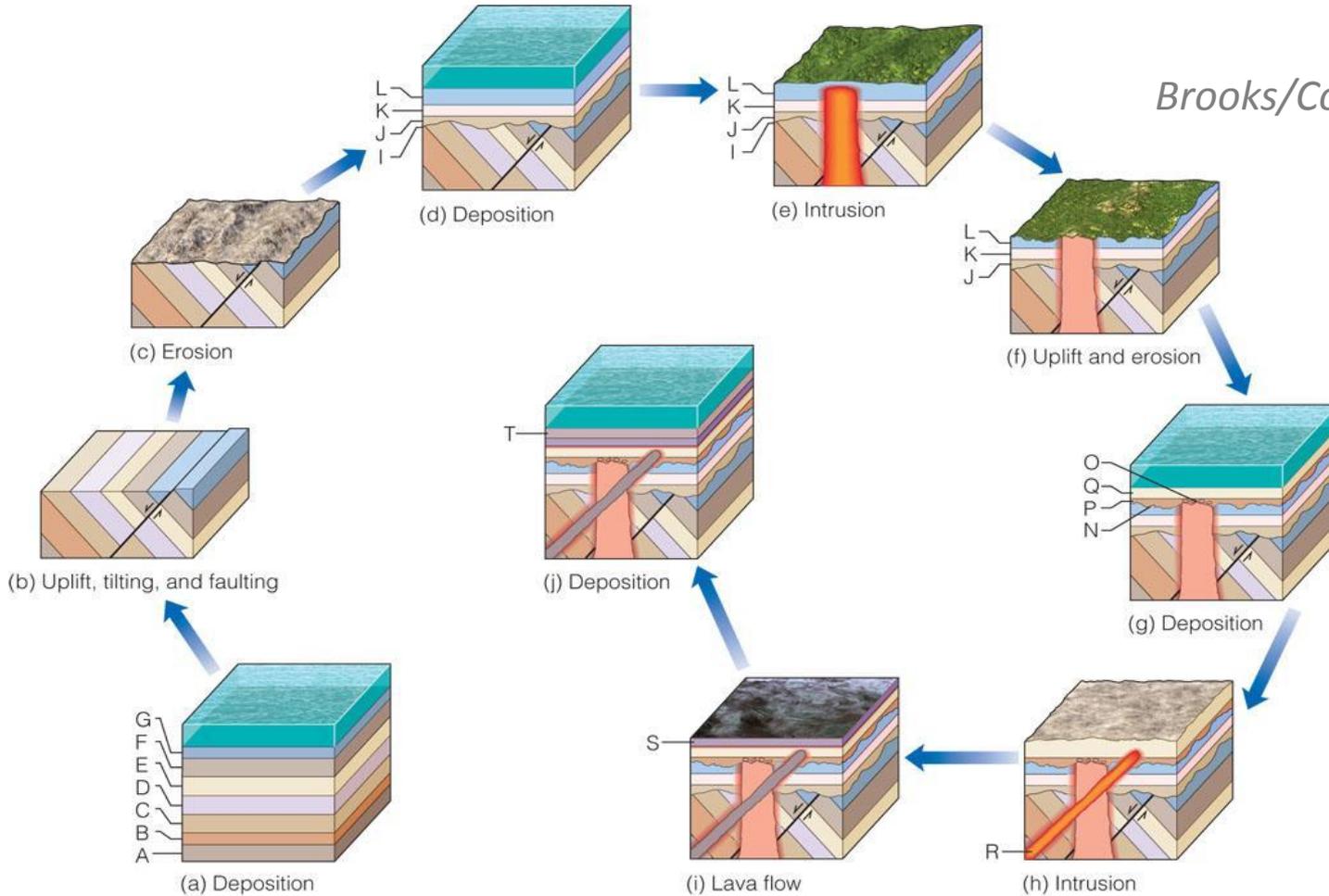


Discordancia angular



La sucesión de acontecimientos geológicos

Brooks/Cole - Thompson



Geología estructural

- Los geólogos estructurales estudian la arquitectura y el proceso responsable de la deformación de la corteza terrestre.
- Un conocimiento de las estructuras de las rocas es esencial para nuestra forma de vida actual.

Deformación

- **Deformación** es un término general que se refiere a todos los cambios de tamaño y/o forma de la masa rocosa.
- La mayor parte de la deformación de la roca tiene lugar a lo largo de los márgenes de las placas.
- La deformación implica:
 - **Fuerza** – es la que tiende a poner en movimiento los objetos estacionarios o a modificar los movimientos de los cuerpos que se mueven.

Deformación

La deformación implica:

- **Esfuerzo** – fuerza aplicada sobre un área determinada.
- Tipos de esfuerzo.
 - » **Esfuerzo compresivo** – acorta un cuerpo rocoso.
 - » **Esfuerzo tensional** – tiende a alargar o separar una unidad rocosa.
 - » **Esfuerzo diferencial** – produce un movimiento similar al deslizamiento que se produce entre los naipes de una baraja cuando la parte superior se desplaza en relación a la inferior.

Deformación

- **Deformación** – cambios en la forma o el tamaño de la masa rocosa causados por el esfuerzo.
- Cómo se deforman las rocas.
 - Cuando las rocas son sometidas a esfuerzos que superan su propia resistencia empiezan a deformarse, normalmente plegándose, fluyendo o fracturándose.

Deformación

Cómo se deforman las rocas.

- Características generales de la deformación de la rocas.
 - **Deformación elástica** – la roca vuelve a su tamaño y forma originales cuando cesa el esfuerzo.
 - Una vez sobrepasado el límite elástico (resistencia) de una roca, ésta fluye (**deformación dúctil**) o se fractura (**deformación frágil**).

Deformación

Cómo se deforman las rocas.

- Características generales de la deformación de las rocas.
 - Factores que influyen en la resistencia de las rocas y en cómo se deforman.
 - » Temperatura.
 - » Presión de confinamiento.
 - » Tipo de roca.
 - » Tiempo.

Cartografía de las estructuras geológicas

Cuando estudia una región, el geólogo identifica y describe las estructuras principales.

- Normalmente sólo está disponible un número determinado de **afloramientos** (lugares donde el sustrato de roca aflora en la superficie).
- Los avances acaecidos en fotografía aérea, en la obtención de imágenes a través de los satélites y en el desarrollo del sistema de posicionamiento global (GPS) han ayudado a este trabajo.

Cartografía de las estructuras geológicas

La creación de planos y la descripción de la orientación o la posición de las capas de la roca o las fallas de la superficie implica determinar las características.

Dirección (rumbo).

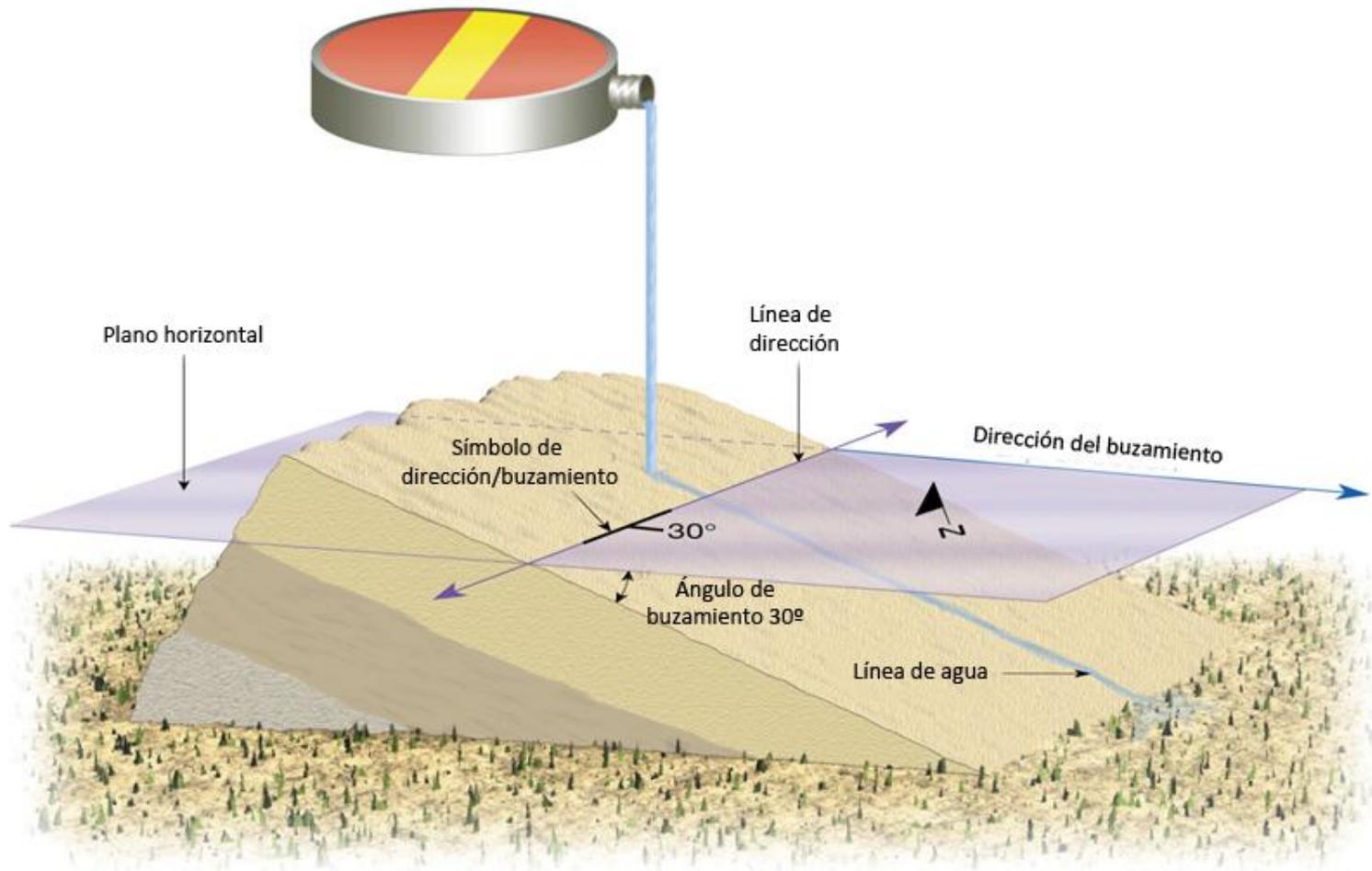
- El ángulo entre el norte magnético y una línea obtenida mediante la intersección de un estrato inclinado, o falla, con un plano horizontal.
- En general se expresa mediante un ángulo en relación con el norte.

Cartografía de las estructuras geológicas

Buzamiento (inclinación).

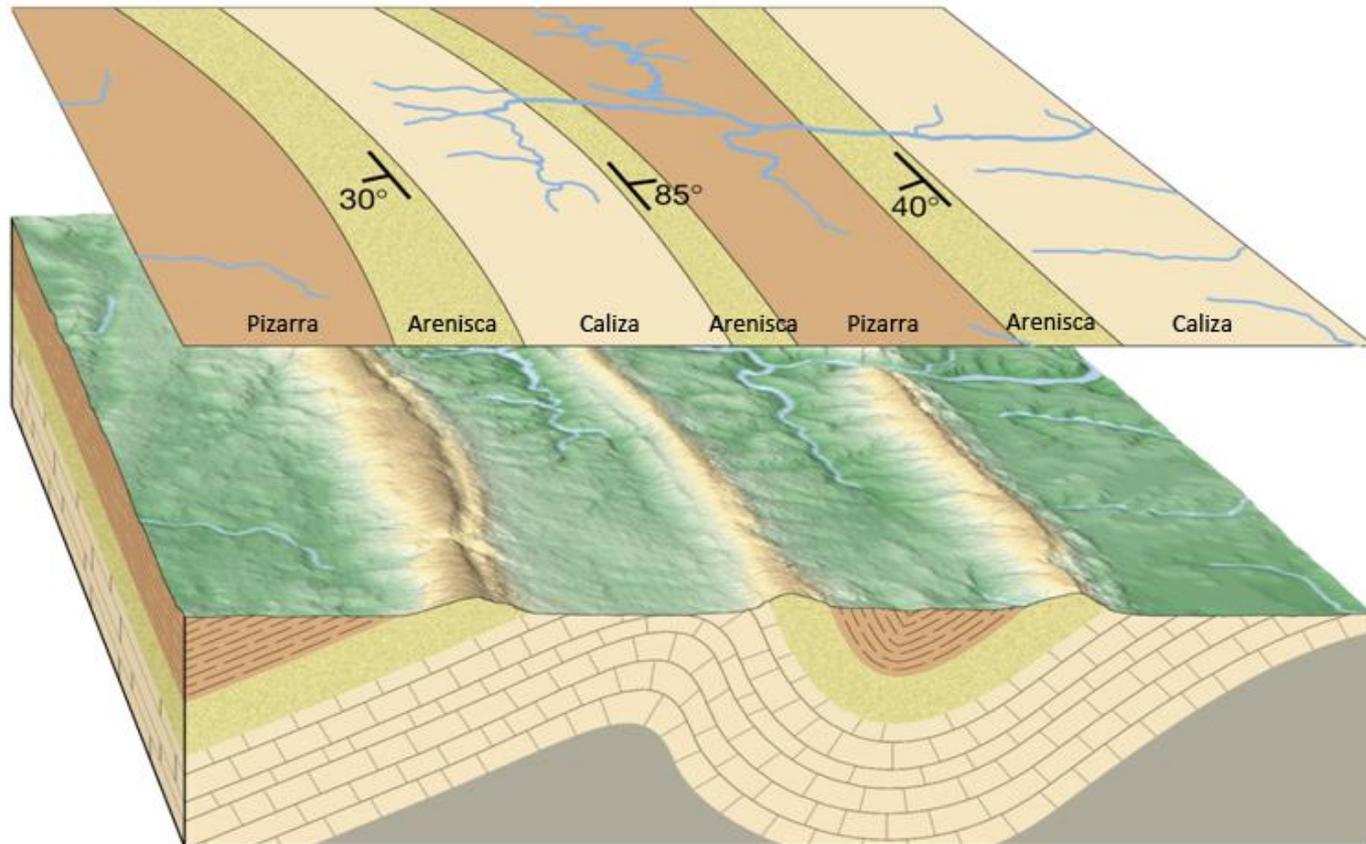
- El ángulo de inclinación de un plano geológico, como por ejemplo una falla, medido desde un plano horizontal.
- Incluye tanto el valor del ángulo de inclinación como la dirección hacia la cual la roca está inclinada.

Dirección y buzamiento de un estrato rocoso



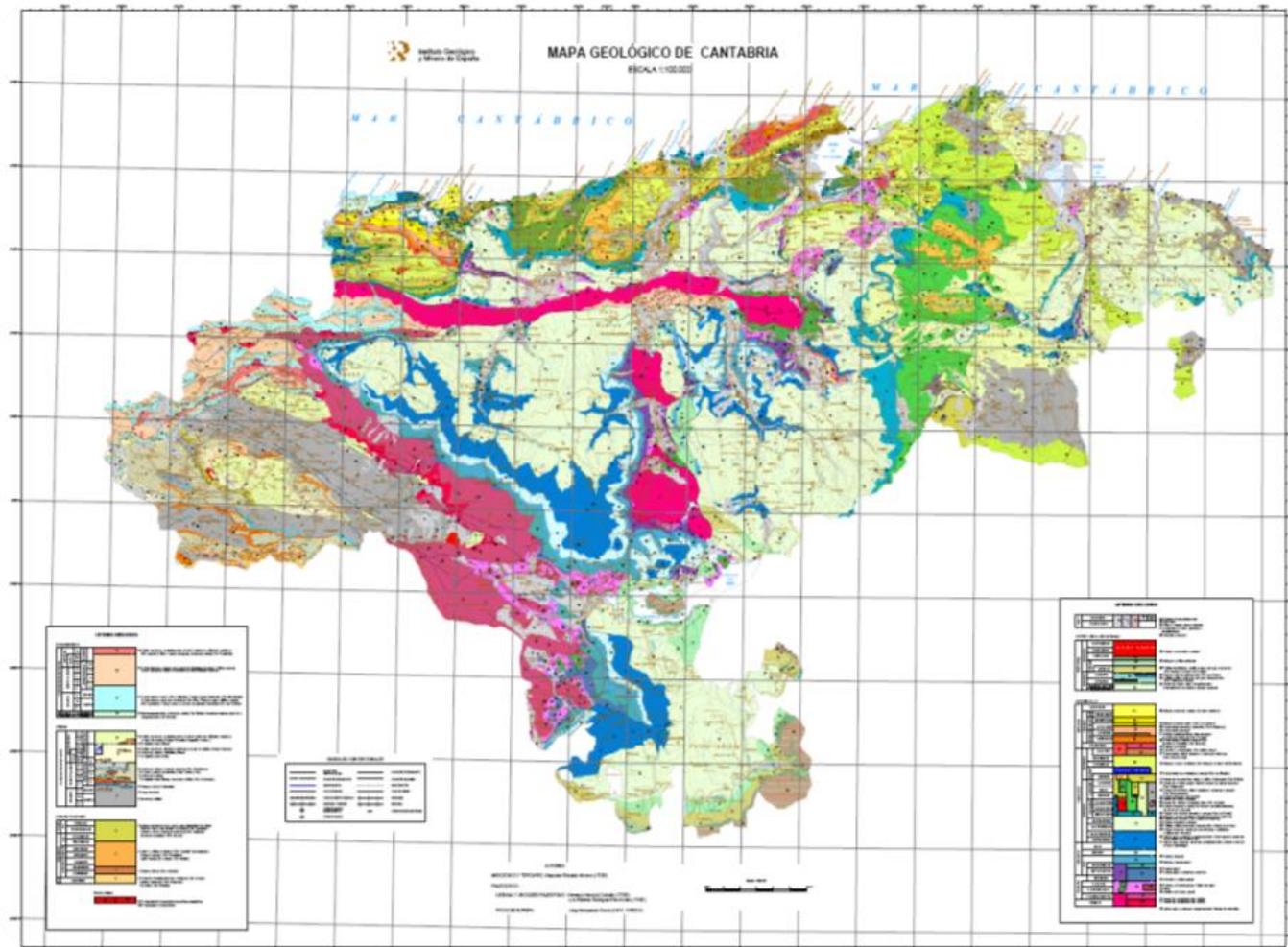
Un mapa geológico que muestra la dirección y el buzamiento de las estructuras

Vista en planta (mapa)

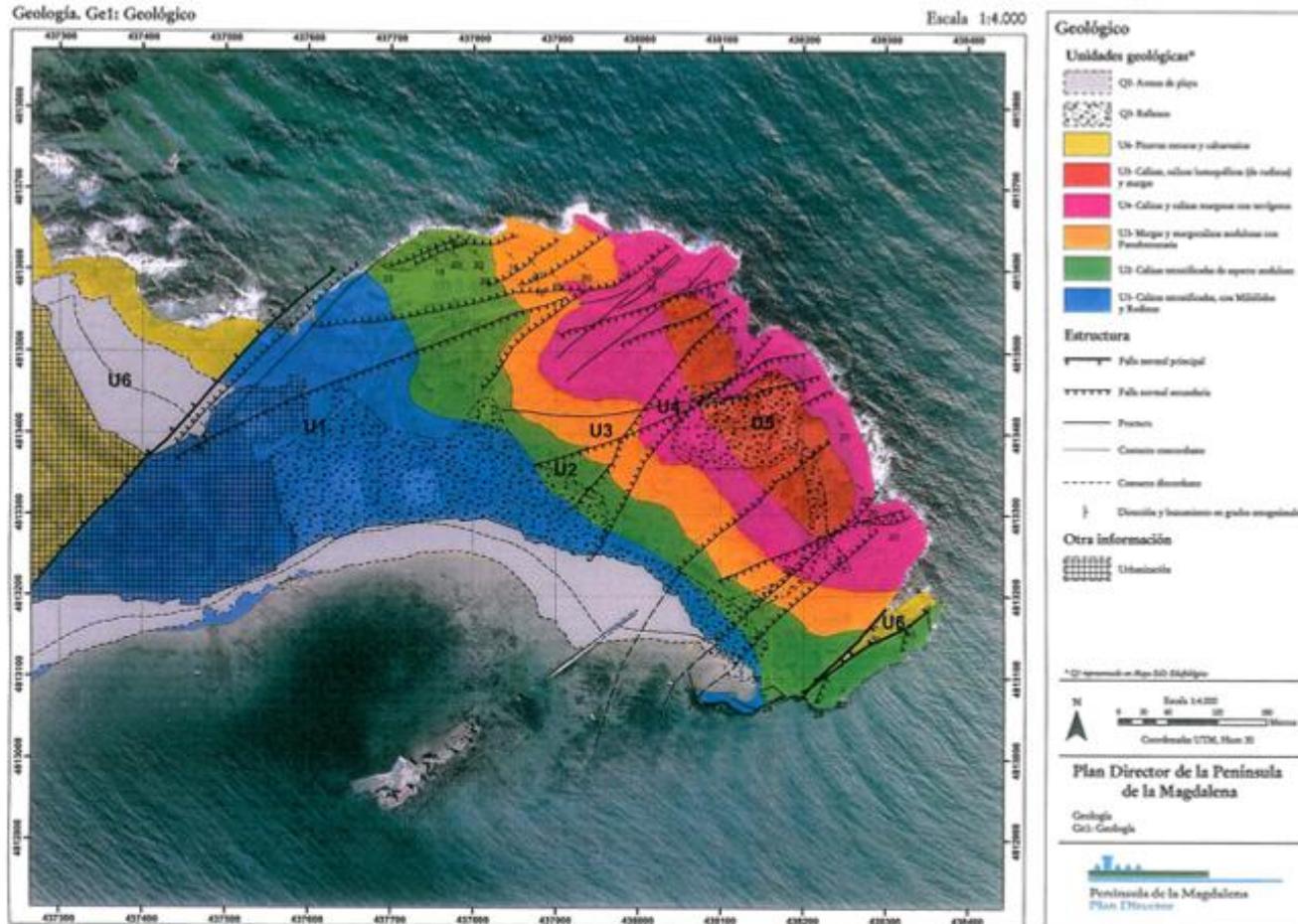


Bloque diagrama

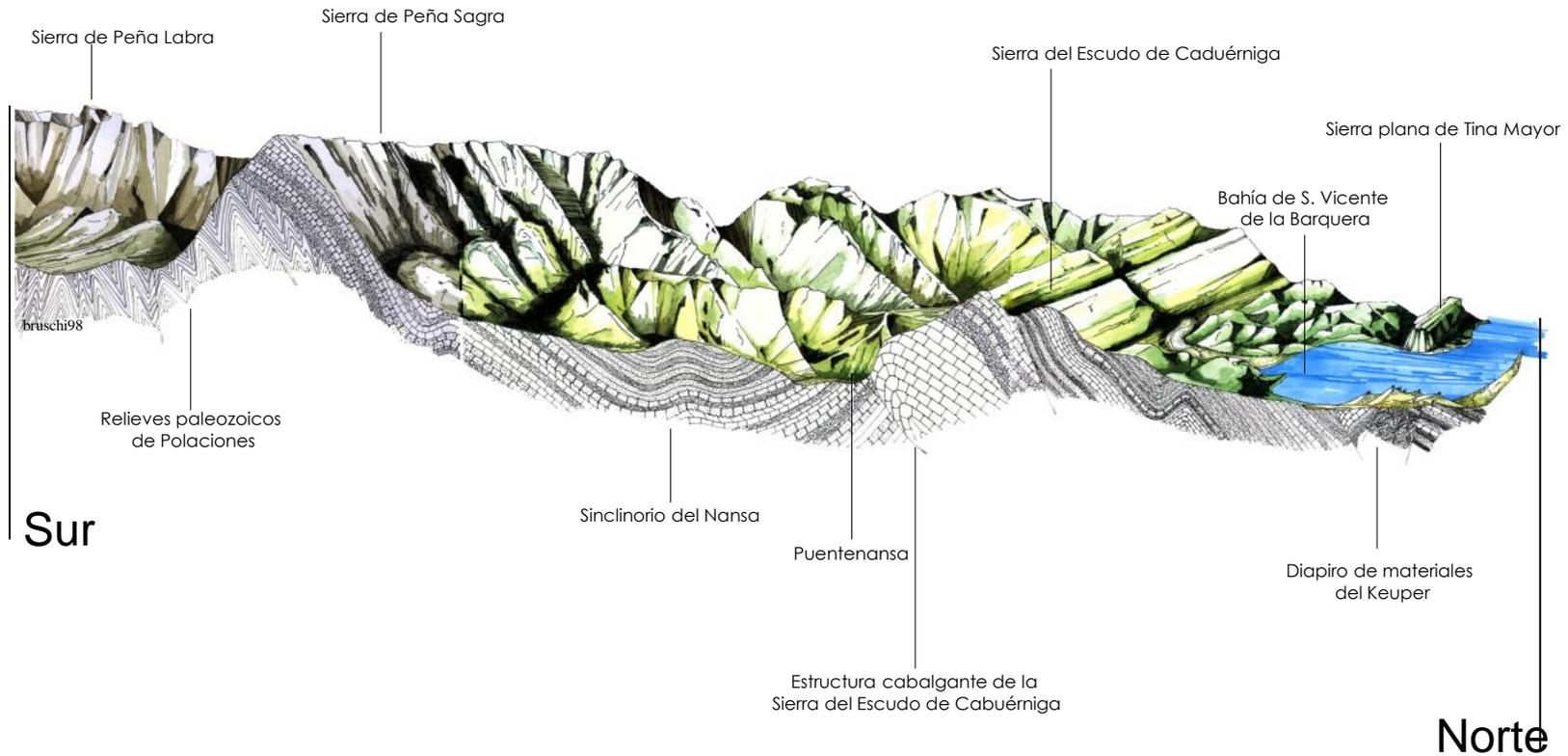
Mapa geológico de Cantabria



Mapa geológico de la Península de La Magdalena



Cortes geológicos



Pliegues

- Durante la deformación de la corteza las rocas suelen doblarse en una serie de ondulaciones semejantes a ondas denominadas pliegues.
- Características de los pliegues.
 - La mayoría de los pliegues se produce como consecuencia de esfuerzos compresivos que provocan el acortamiento y engrosamiento de la corteza.

Pliegues

Características de los pliegues.

Partes de un pliegue.

- **Flancos** – los dos lados de un pliegue.
- **Charnela** – una línea trazada a lo largo de los puntos de máxima curvatura de cada estrato.
- **Plano axial** – una superficie imaginaria que divide un pliegue de la manera más simétrica posible.

Pliegues

Tipos de pliegues.

- **Anticlinal** – plegamiento convexo o arqueamiento de las capas de roca.
- **Sinclinal** – pliegues cóncavos o surcos.
- Según su orientación los anticlinales y los sinclinales se describen como.
 - **Simétricos, asimétricos, recumbentes (volcados) o con inmersión**

Plegamientos en areniscas y lutitas carboníferas (Puerto San Glorio, Cantabria)



Pliegues en areniscas y lutitas carboníferas (Puerto de Piedras Luengas, Cantabria)



Anticlinal de Santa Justa, Cantabria (Calizas cenomanienses)



Pliegue sinclinal (Somiedo)



Pliegues

Tipos de pliegues.

- **Monoclinales** – grandes pliegues en forma de escalón situados en estratos sedimentarios horizontales.

Otros tipos de pliegues.

- **Domo.**
 - Movimiento ascendente de las rocas.
 - Estructura circular o ligeramente alargada.
 - Las rocas más antiguas en el centro, las más jóvenes en los flancos.

Pliegues

Otros tipos de pliegues.

- **Cubeta.**
 - Estructura circular o ligeramente alargada.
 - Movimiento descendente de las rocas.
 - Las rocas jóvenes se sitúan cerca del centro y las más antiguas en los flancos.

Sinclinal colgado (Australia)



Fallas

- Las fallas son fracturas en la corteza a lo largo de las cuales ha tenido lugar un desplazamiento apreciable.
- Los movimientos súbitos a lo largo de las fallas son la causa de la mayoría de los terremotos.
- Se clasifican según su movimiento relativo que puede ser.
 - Horizontal, vertical u oblicuo.

Fallas

Tipos de fallas.

Fallas con desplazamiento vertical.

- El movimiento es fundamentalmente paralelo a la inclinación de la superficie de la falla.
- Pueden producir pequeños resaltes denominados **escarpes de falla**.
- Las partes de una falla con desplazamiento vertical son el **techo** (superficie rocosa por encima de la falla) y el **muro** (superficie de roca inferior).

Plano de falla (falla normal)



Espejo de falla



Fallas

Tipos de fallas con desplazamiento vertical.

» **Fallas normales.**

- El bloque de techo se desplaza hacia abajo en relación con el bloque de muro.
- Acomodan el alargamiento o la extensión de la corteza.
- La mayoría son pequeñas con desplazamientos más o menos de un metro.
- Las fallas normales a gran escala se asocian con estructuras denominadas **montañas limitadas por fallas.**

Bloque pinzado de Linto en calizas urgonianas (Valle del Miera, Cantabria)



Falla normal



Falla normal activa (Andalucía)



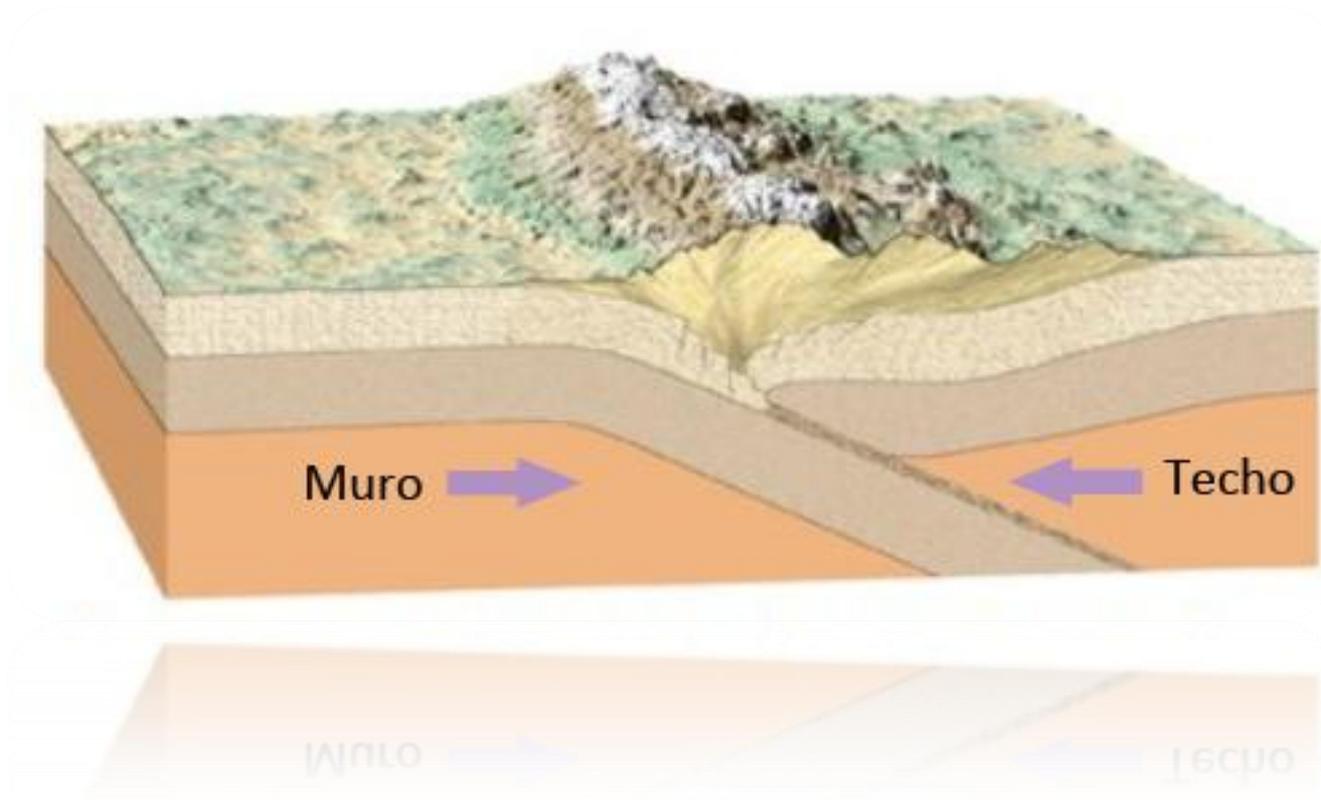
Fallas

Tipos de fallas con desplazamiento vertical.

Fallas inversas y cabalgamientos.

- El bloque de techo se mueve hacia arriba con respecto al bloque de muro.
- Las fallas inversas tienen buzamientos superiores a 45° y los cabalgamientos tienen buzamientos inferiores a 45°
- Acomodan el acortamiento de la corteza.
- Fuertes esfuerzos compresivos.

Falla inversa



Falla inversa



Cabalgamiento



Cabalgamiento

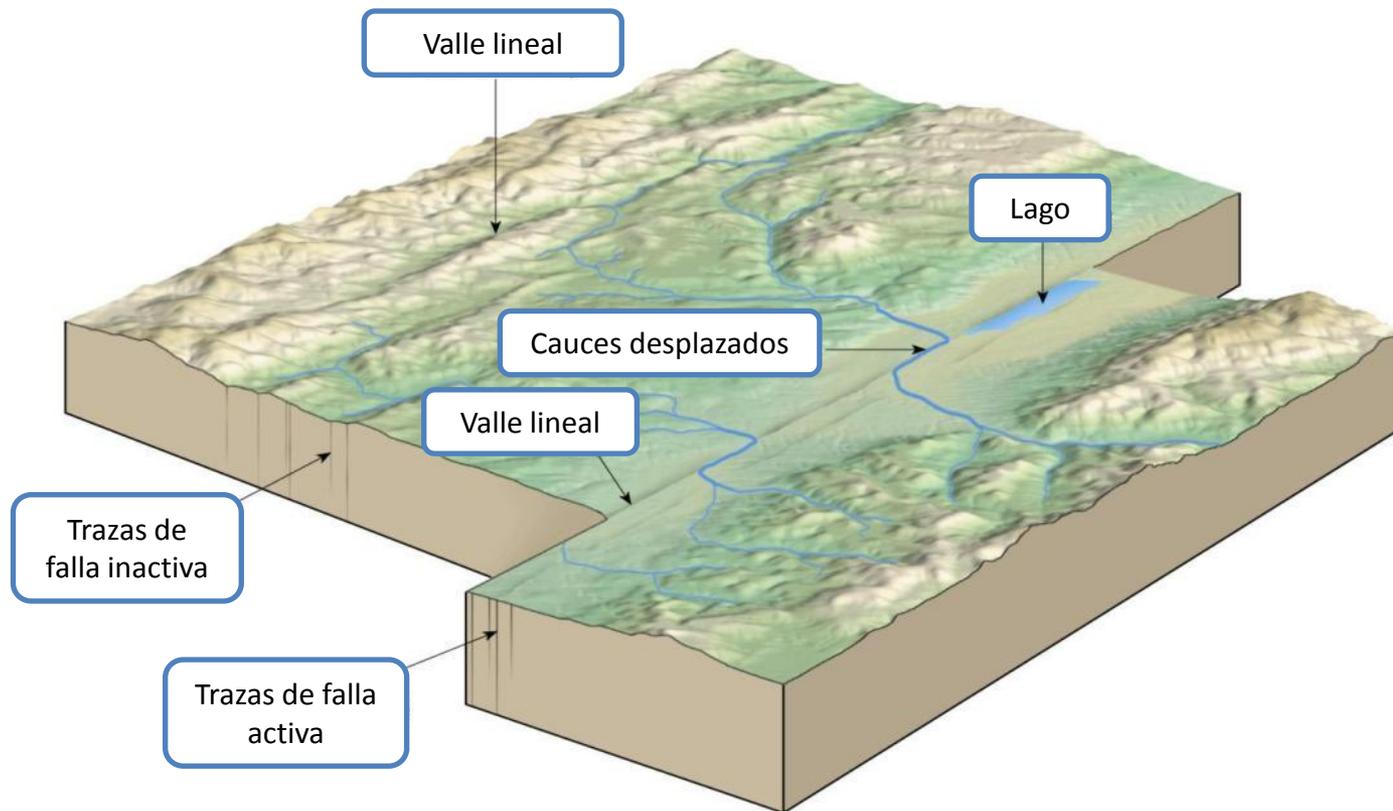


Fallas

Fallas de desplazamiento horizontal.

- El desplazamiento dominante es horizontal y paralelo a la dirección de la superficie de la falla.
- Tipos de fallas de desplazamiento horizontal.
 - **Falla direccional con movimiento dextral** – según se mira hacia la falla el lado opuesto se mueve a la derecha.
 - **Falla direccional con movimiento sinistral** – según se mira hacia la falla el lado opuesto se mueve a la izquierda.

Una falla con movimiento horizontal dextral



Fallas

Fallas de desplazamiento horizontal.

Falla transformante.

- Falla de desplazamiento horizontal que atraviesa la litosfera.
- Acomoda el desplazamiento entre placas continentales.

Diaclasas

Se encuentran entre las estructuras más comunes.

Técnicamente, una **diaclasa** es una fractura sin movimiento.

La mayoría se produce en grupos aproximadamente paralelos.

Importancia de las diaclasas.

- La meteorización química tiende a concentrarse a lo largo de diaclasas.

Diaclasas de distensión en Cabo Mayor, Cantabria



Red de diaclasas (Cabo Ajo, Cantabria)



Basaltos con disyunción columnar (diaclasado) Islandia



Joints

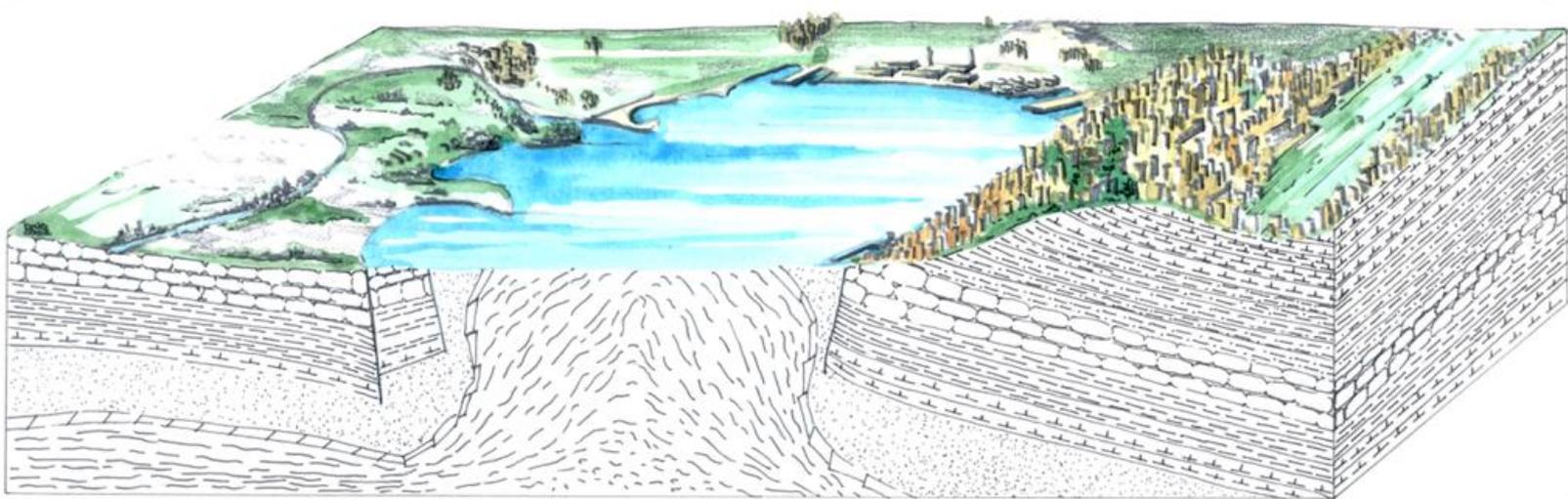
Importancia de las diaclasas.

- Algunos de los depósitos minerales más importantes se encuentran a lo largo de sistemas de diaclasas.
- Las rocas con muchas diaclasas suelen representar un riesgo para las grandes construcciones de ingeniería.

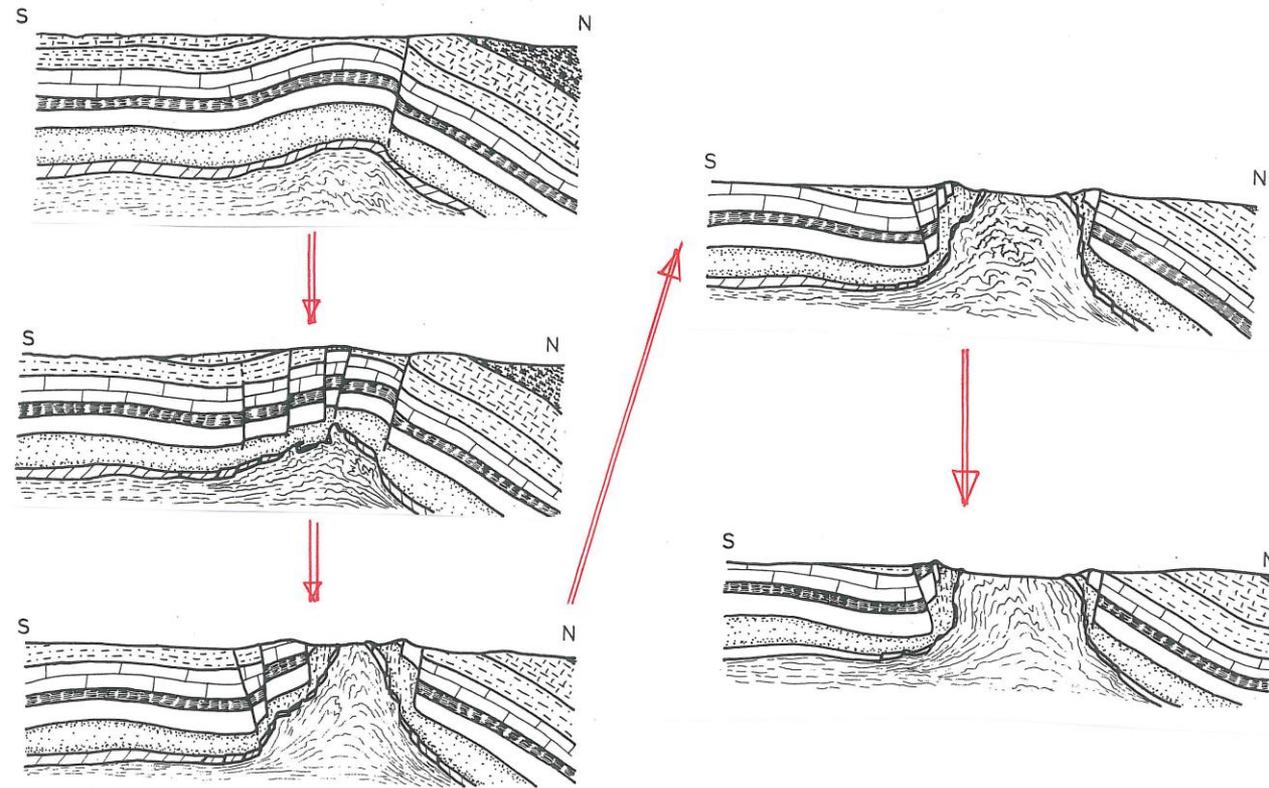
Otro tipo de estructuras

Estructuras halocinéticas (Diapiros)

El diapiro que da origen a la bahía de Santander



El origen de la Bahía de Santander por erosión de un diapiro



Diapiro de San Julián (Liendo, Cantabria)

