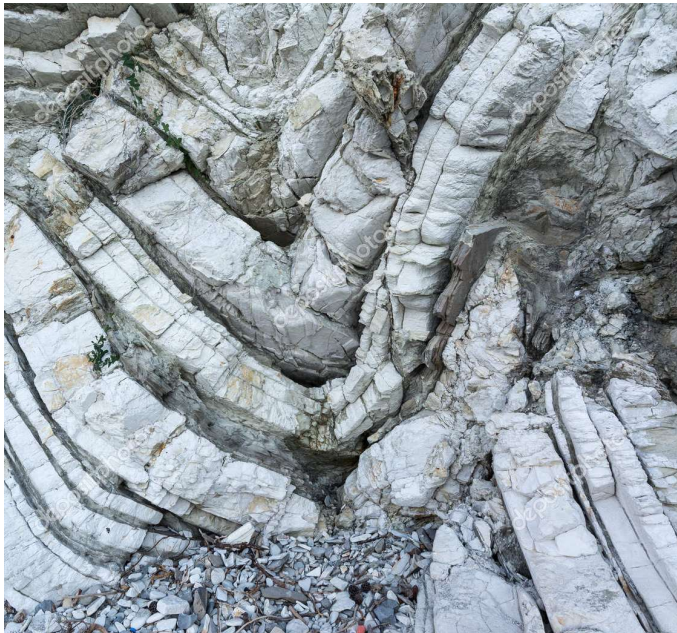


Geología estructural, geomorfología e hidrogeología



Mecánica de Suelos y Geología
Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires

Índice



- **Geología estructural**
- Geomorfología
- Hidrogeología

Geología estructural



- Análisis del **esfuerzo (tensión) y la deformación** en la corteza terrestre
- Análisis de la respuesta de las rocas frente al **esfuerzo (tensión)**

Intereses:

- Conocimiento científico
- Energías renovables y no renovables
- Minerales y metales estratégicos
- Aguas subterráneas
- Riesgo geológico
- **Fundaciones**



<http://estructural.materias.gl.fcen.uba.ar/>

Deformación



Acción de procesos endógenos: movimiento de placas tectónicas, vulcanismo, sismos

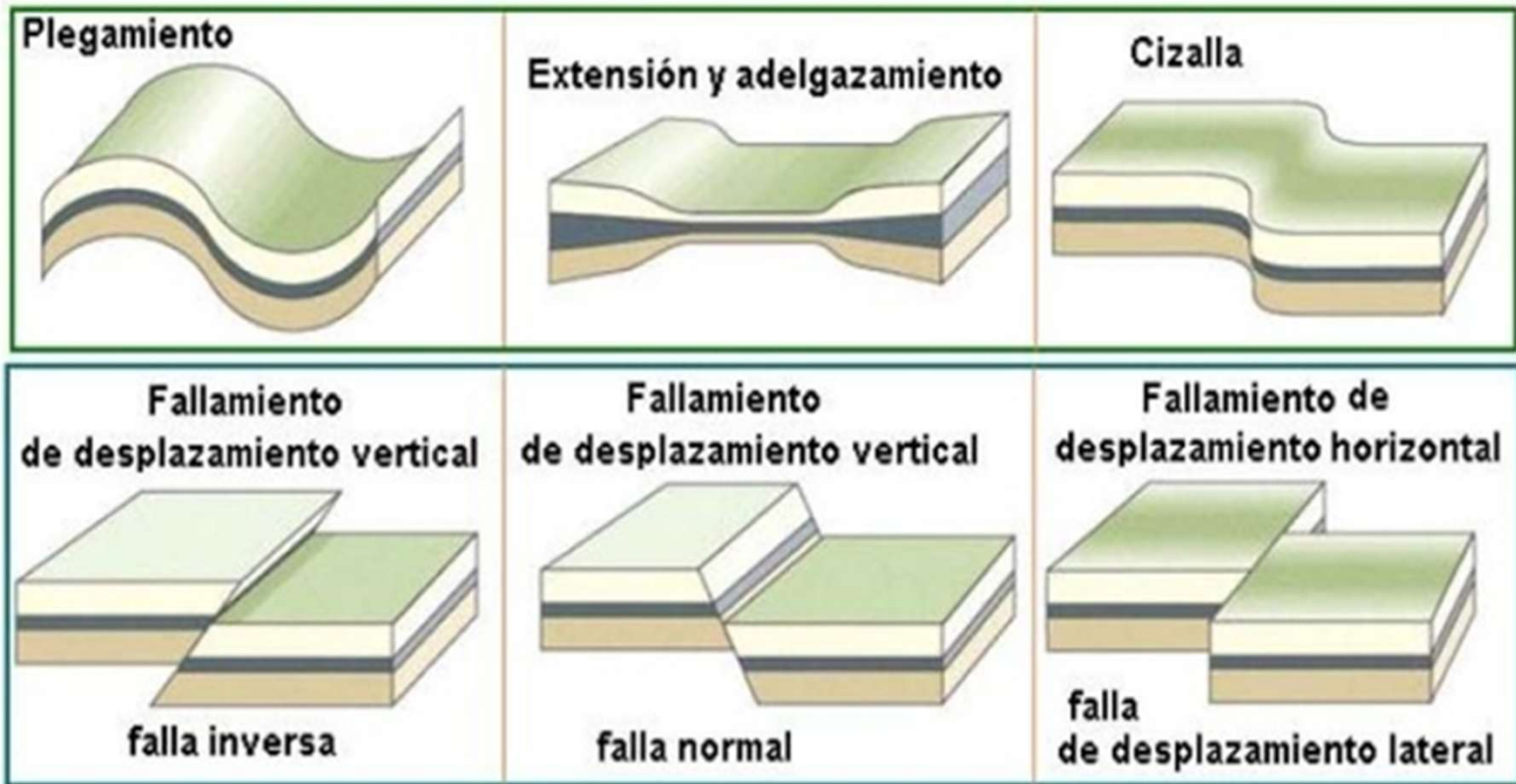
Factores que controlan la deformación:

- Tipo y magnitud de esfuerzos
- Tipo de roca
- Temperatura
- Presión de confinamiento
- Tiempo de aplicación de esfuerzos
- Presencia y presión de fluidos
- Anisotropías preexistentes

Tipo de esfuerzos



Estructuras resultantes de cada tipo de esfuerzos



<http://usuarios.geofisica.unam.mx/cecilia/cursos/33b-DEFORMACION.pdf>

Tipo de roca

En el mismo ambiente geológico distintas rocas se deforman de manera diferente



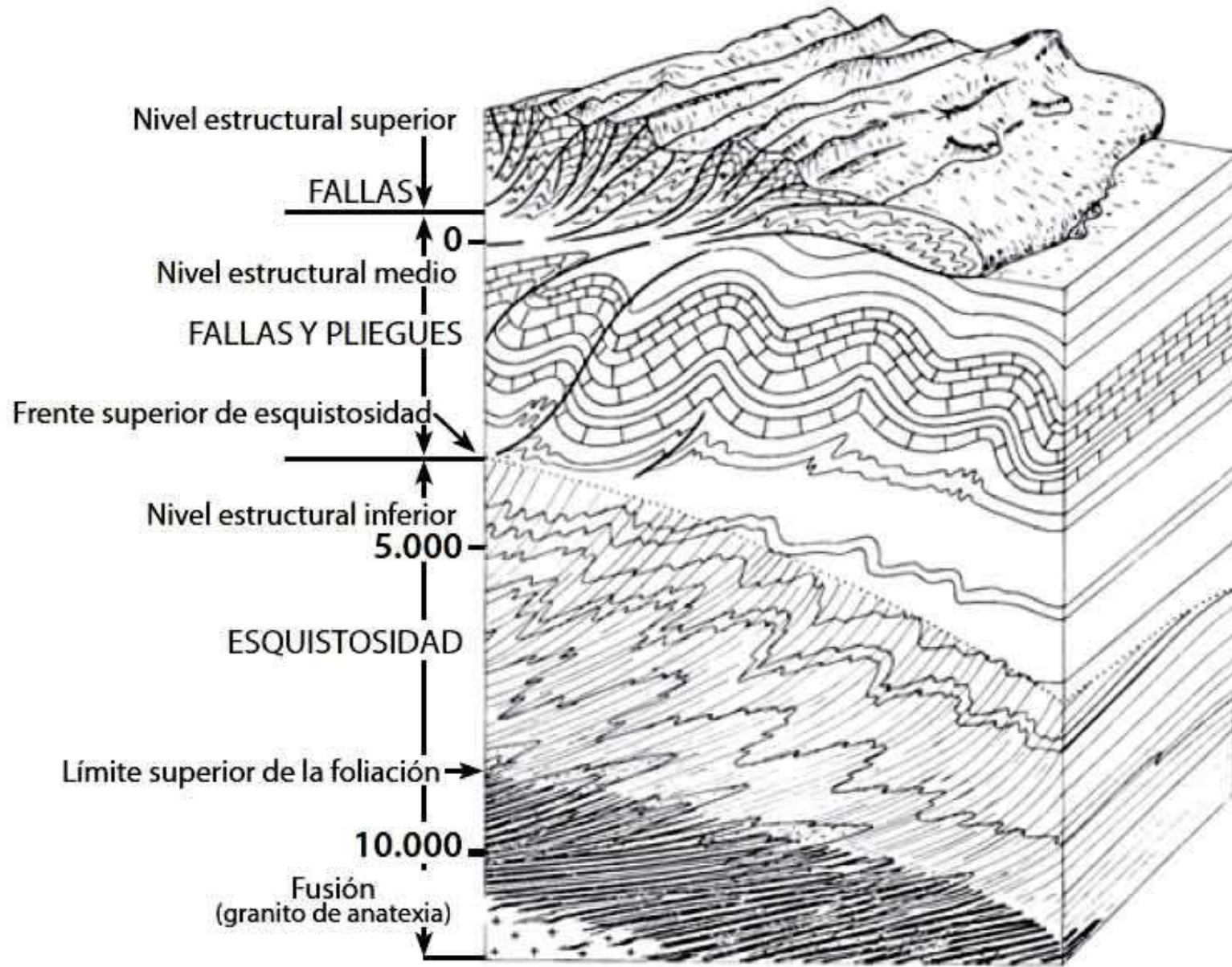
Rocas incompetentes: se deforman bajo acción de tensiones bajas a moderadas. (rocas arcillosas, deformación plástica)



Isla Blå Jungfrun, Suecia (M.V. Altinier, 2019)

Rocas competentes: se deforman por acción de grandes tensiones. (granitos, comportamiento frágil)

Temperatura y presión



Niveles estructurales de la corteza terrestre (Mattauer, 1976)

Temperatura y presión

Calizas plegadas



Calizas diaclasadas



<https://fernandobastida-ib.blogspot.com/p/fotos-geologia-diaclasas-joints.html>

Temperatura



Basalto en superficie → frágil



<https://www.rocasym minerales.net/basalto/#prettyPhoto>

Lava basáltica extruida
(700° C – 1200° C) → dúctil



<https://ingeoexpert.com/articulo/coladas-lava-tipos-caracteristicas/?v=5b61a1b298a0>

Pliegues

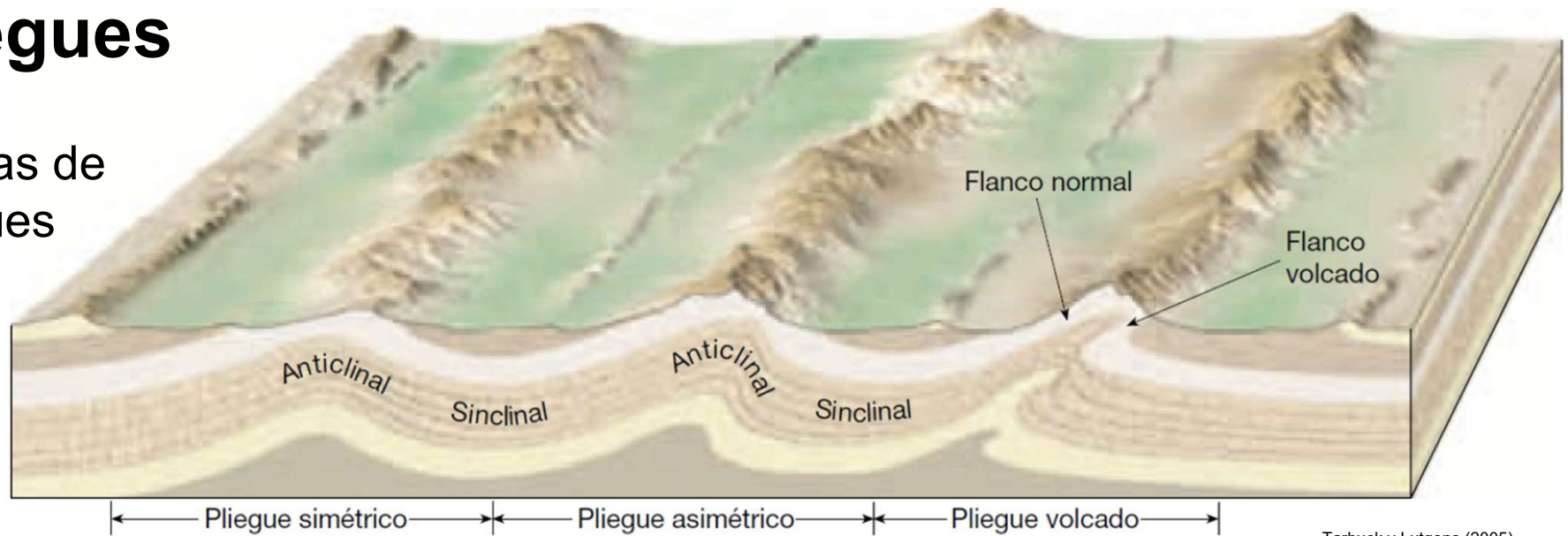
- Esfuerzos de compresión
- Deformación plástica
- Engrosamiento de la corteza terrestre
- Estado plástico: profundidad (P y T) depende del tipo de roca



▲ **Figura 10.3** Estratos sedimentarios deformados que afloraron al hacer la carretera de Palmdale, California. Además del plegamiento obvio, los estratos claros están desplazados a lo largo de una falla localizada en el lado derecho de la fotografía. (Foto de E. J. Tarbuck.)

Pliegues

Formas de pliegues



Tarback y Lutgens (2005)

- **Anticlinal:** pliegue convexo
- **Sinclinal:** pliegue cóncavo
- **Pliegue simétrico**
- **Pliegue asimétrico**
- **Pliegue volcado:** ángulo de inclinación entre superficie axial y horizontal $>45^\circ$
- **Pliegue recostado:** superficie axial y flancos horizontales

Pliegues anticlinales y sinclinales



<http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esobiologia/4quincena4/pliegues/pliegues/4.jpg>

Sinclinal



<http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esobiologia/4quincena4/pliegues/pliegues/6.jpg>

Anticlinal



<http://exa.unne.edu.ar/carreras/docs/02%20GEOLOGIA%20tema%202.pdf>

Fracturas



Diaclasas

- Desplazamiento paralelo al plano de fracturación nulo o imperceptible
- Desplazamiento de bloques perpendicular al plano de fracturación



https://www.flickr.com/photos/banco_imagenes_geologicas/albums/with/72157624907313759

Fallas

- Desplazamientos de bloques paralelo al plano de fracturación

Discontinuidades estrechas y planas
↔ comportamiento frágil de la roca.



https://www.flickr.com/photos/banco_imagenes_geologicas/albums/72157624907549475/with/5023987322/

Fallas

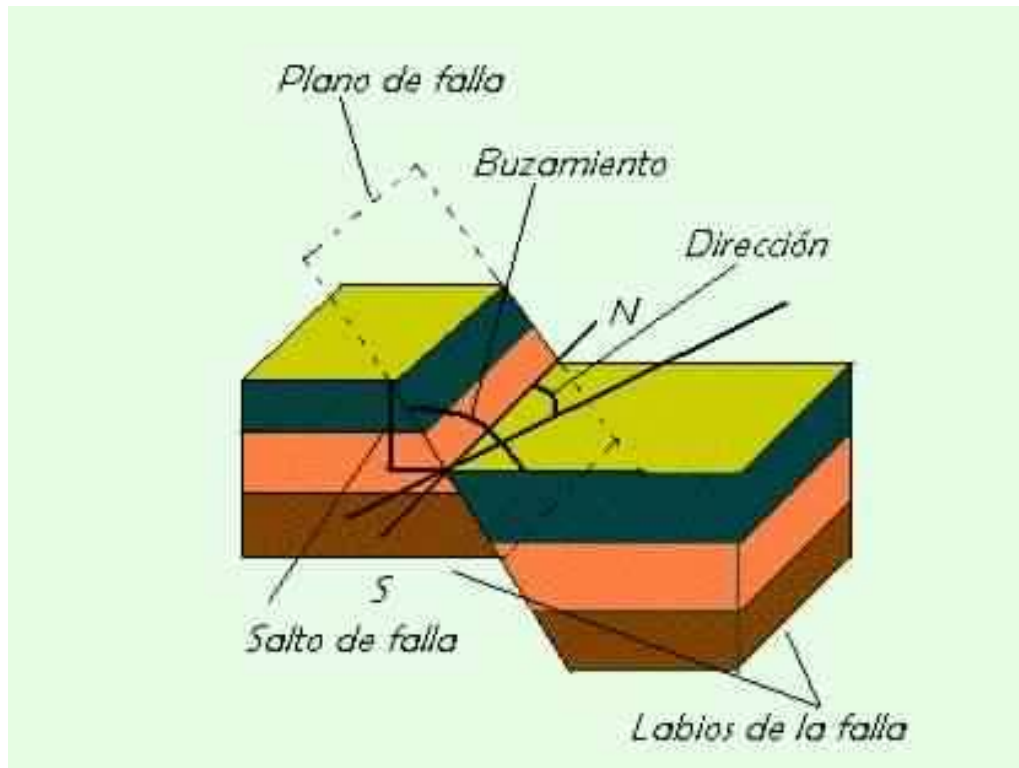


Esfuerzos tensionales, de cizalla o compresivos

Comportamiento frágil → formación de fracturas

Desplazamiento de bloques paralelo al plano de fracturación

Elementos de una falla

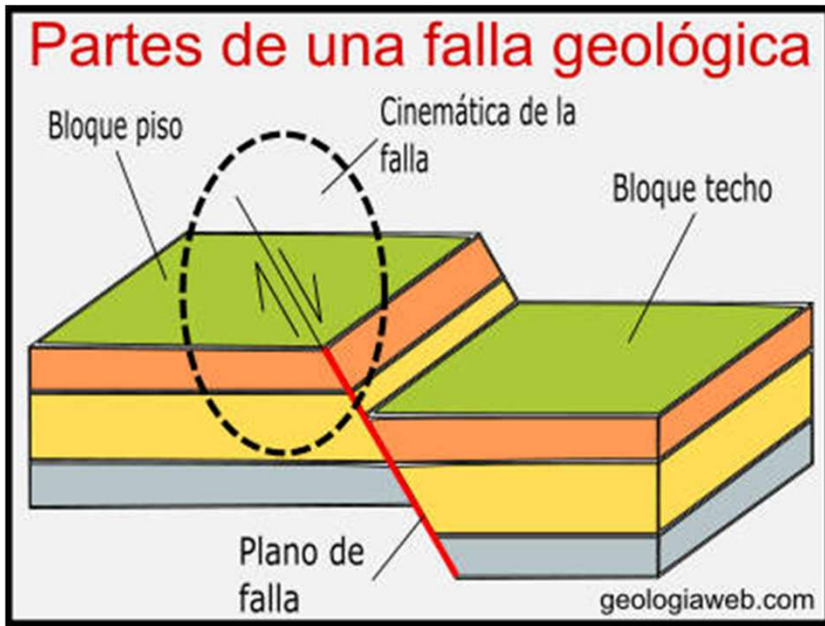


Plano de falla: superficie de rotura sobre la que se produce el desplazamiento de bloques.

Bloques de falla (Labios): cada uno de los bloques que se desplaza

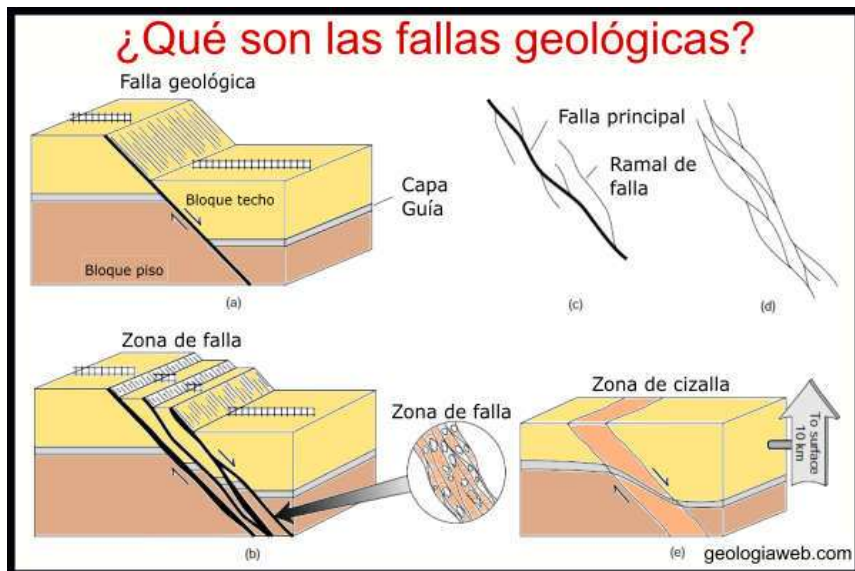
Salto de falla: desplazamiento de un bloque con respecto al otro medido en las componentes vertical y horizontal

Fallas



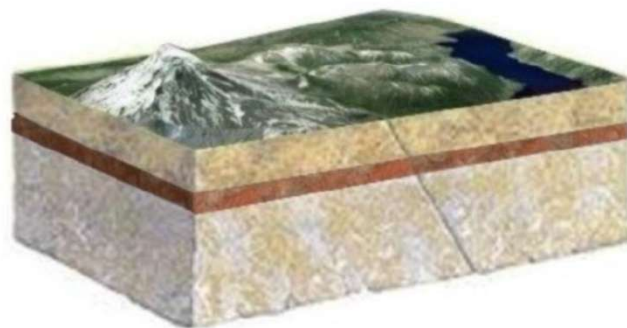
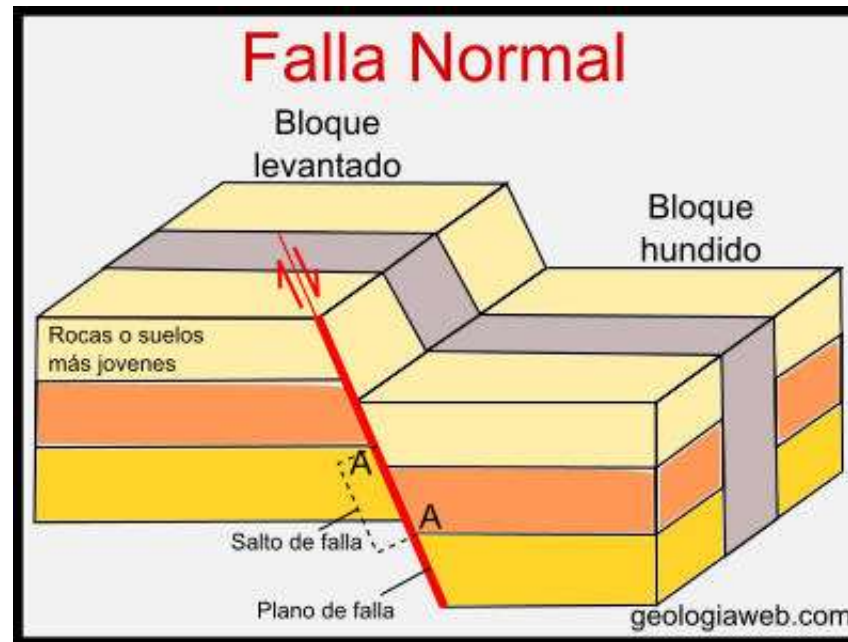
Bloque de piso o bloque inferior: bloque ubicado debajo del plano de falla

Bloque de techo o bloque superior: bloque ubicado encima del plano de falla

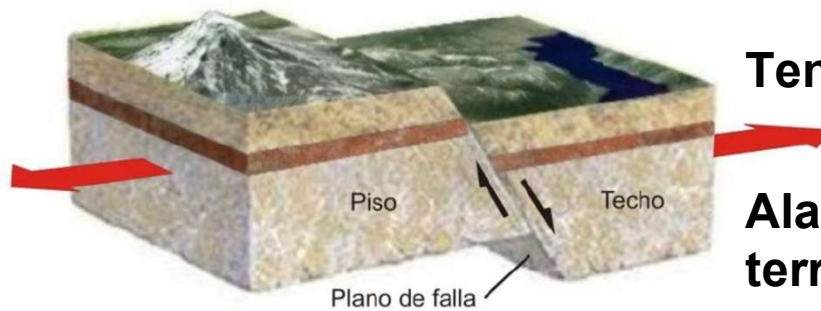


<http://contenidos.inpres.gov.ar/docs/Fallas%20Geol%C3%B3gicas.pdf>

Fallas normales



<http://contenidos.inpres.gov.ar/docs/Fallas%20Geol%C3%B3gicas.pdf>



Tensión horizontal

Alargamiento del terreno

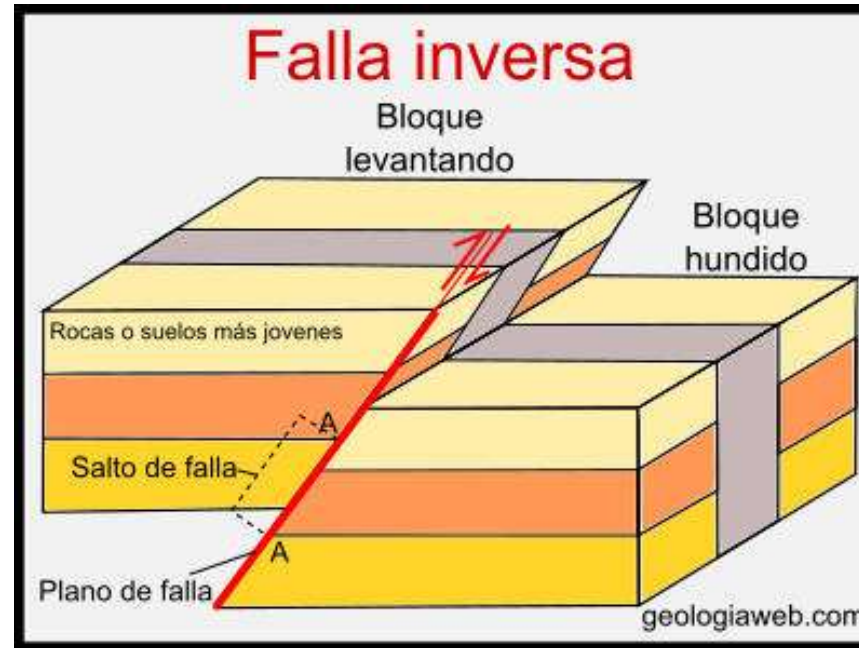
Bloque superior (techo): desliza hacia abajo, se hunde

Bloque inferior (piso): desliza hacia arriba, se levanta

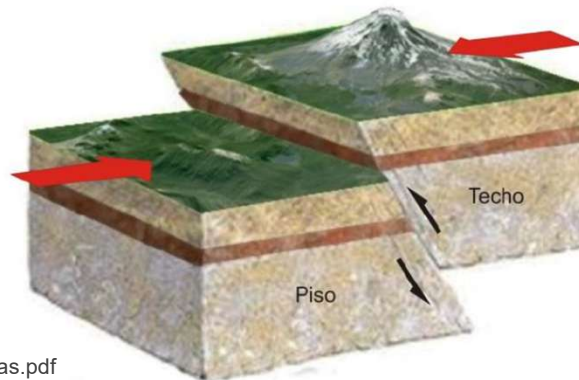
Falla normal



Fallas inversas



<http://contenidos.inpres.gov.ar/docs/Fallas%20Geol%C3%B3gicas.pdf>



Compresión horizontal

Acortamiento del terreno

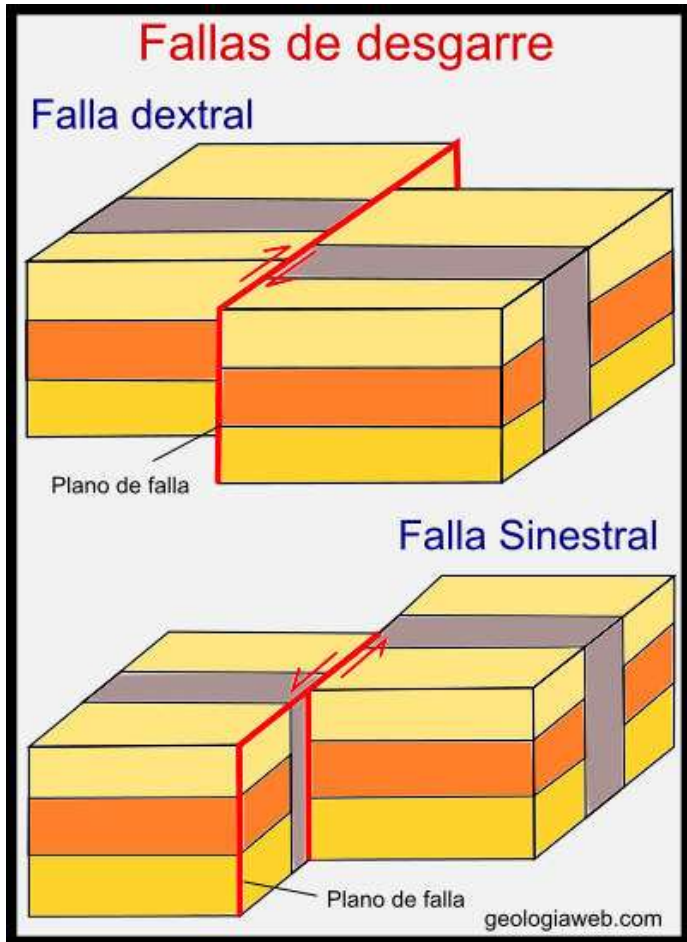
Bloque superior (techo): desliza hacia arriba, se levanta

Bloque inferior (piso): desliza hacia abajo, se hunde

Falla inversa



Fallas de desgarre o transcurrentes



Zonas de fallas → varios km

Planos de falla verticales

Esfuerzos de cizalla

Desplazamiento de bloques paralelo a la superficie del terreno



<http://contenidos.inpres.gov.ar/docs/Fallas%20Geol%C3%B3gicas.pdf>

Fallas de desgarre o transcurrentes



Falla de San Andrés (<https://static3.a24.com/images/2019/9/6/r1I9K7JUH-900x000.jpeg>)

Índice



- Geología estructural
- **Geomorfología**
- Hidrogeología

Geomorfología



Procesos geológicos

- Cambios físicos y químicos que modifican la superficie terrestre

Procesos endógenos formadores de relieve

- Movimientos tectónicos
- Vulcanismo
- Actividad sísmica

Procesos exógenos modeladores del relieve

- Meteorización (física, química, biológica)
- Erosión
- Transporte
- Depositación
- Procesos gravitacionales

Procesos exógenos



Meteorización

- Desagregación y alteración de materiales *in situ*
- Meteorización física: desagregación por procesos físicos
- Meteorización química: desagregación por alteración química de minerales
- Meteorización biológica: fracturación o alteración química por intervención de seres vivos

Erosión

- Remoción del material por acción de agentes geomórficos

Transporte

- Traslado de los materiales por medio de agentes geomórficos hasta su depositación

Procesos exógenos



Deposición

Acumulación de los materiales transportados en cuencas sedimentarias

Procesos gravitacionales

Movimiento pendiente abajo por acción de la gravedad

Agentes geomorfológicos

Incorporan y transportan material: ríos, glaciares, viento, precipitación, olas, corrientes marinas, etc.



Factores determinantes en el modelado del relieve

- Agente geomórfico actuante
- Estructura geológica
- Clima ↔ procesos, agentes y vegetación
- Litología
- Cubierta vegetal
- Tiempo
- Procesos exógenos y endógenos
- Acción antrópica

Deforestación: erosión, degradación y pérdida de suelo por acción antrópica



<https://elpais.com/internacional/2021-04-24/el-superpoder-de-la-soja-en-brasil.html>

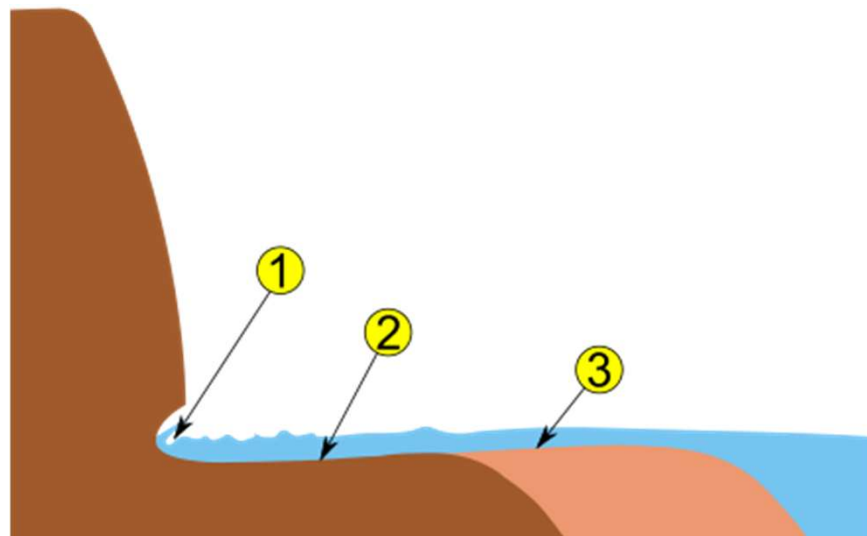
Deforestación del Amazonas (Brasil) por malas prácticas agrícolas asociadas al cultivo de soja

Geoformas marinas



Erosión

- Acantilados
- Arcos
- Pilares
- Plataformas de abrasión



1. Socavón (**inestabilidad acantilado**)
2. Plataforma de abrasión
3. Plataforma de acumulación

Acantilados



Acantilados de Mar del Plata

Plataforma de abrasión



Península Valdés, Chubut

Planicies de mareas y marismas



Punta Rasa, Provincia de Buenos Aires Argentina)

Geoformas fluviales



Acción de cursos superficiales de agua

- Formas erosivas:

- Valle
- Canal
- Escarpa fluvial

- Formas de acumulación:

- Planicies aluviales
- Abanicos aluviales
- Barras
- Deltas



Deltas (suelos “blandos”)



Desloîtres, MODISRapid Response Team, NASA/GSFC

Delta del Paraná: Cuenca del Plata

Abanico aluvial



Geoformas glaciarias

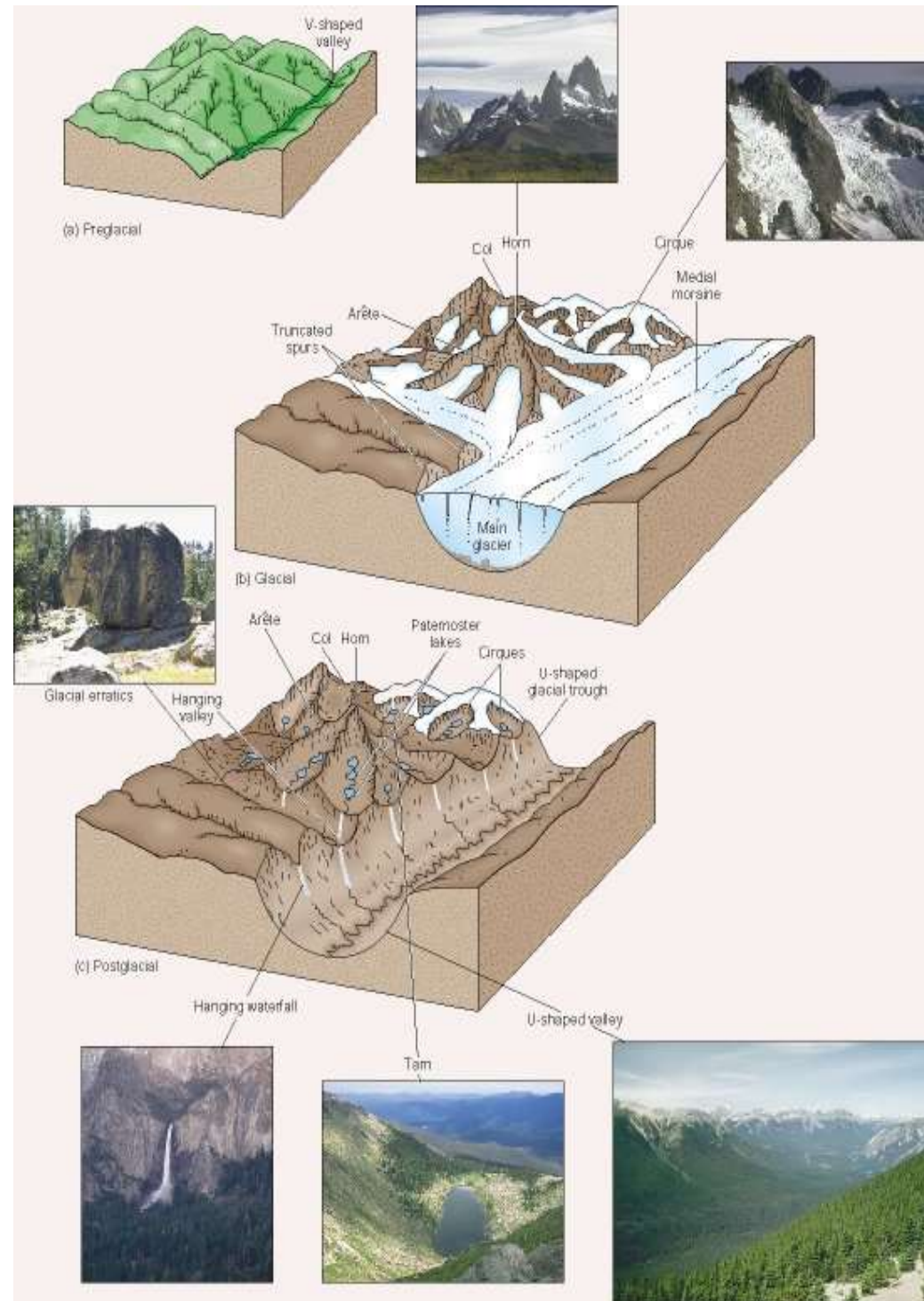
- Casquetes polares
- Glaciares de valle

Erosión

- Valle
- Valles colgados
- Circos
- Agujas
- Lagos en rosario

Acumulación

- Morenas
- Bloques erráticos
- Rocas aborregadas



Valle glaciario



Morenas



Figura 1. El glaciar Vincoigüerra presenta una superficie de aproximadamente 0,6 km². En la imagen se puede observar la abrupta pared posterior del anfiteatro (circo) que contiene al glaciar. Por delante del glaciar se observa una colina alargada de rocas y sedimentos (morena frontal) depositados por el frente del glaciar durante una fase de avance, posiblemente unos 150 a 200 años atrás.

<http://coleccionlalupa.com.ar/1764-2/>

Geoformas eólicas



Acción del viento muy importante en áreas poco o nada vegetadas

Formas erosivas

- Pavimento rocoso
- Hoyos de deflación

Formas de acumulación

- Dunas
- Loess



Pavimento del desierto

Concentración superficial de material grueso por erosión del material fino (arenas, limos y arcillas) debido a la acción del viento



https://www.flickr.com/photos/banco_imagenes_geologicas/5013519435/in/album-72157624884384307/



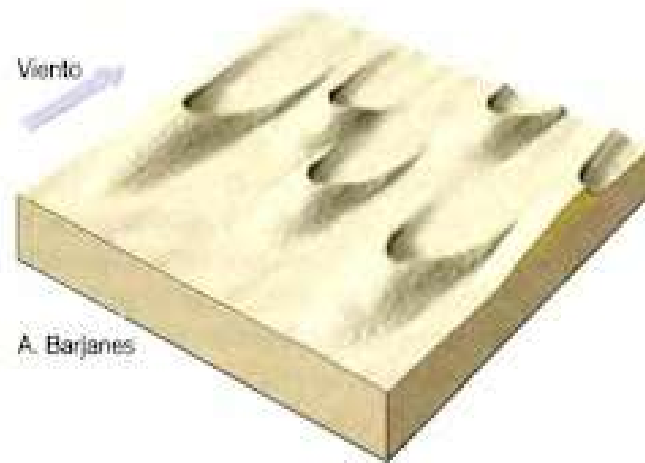
https://www.flickr.com/photos/banco_imagenes_geologicas/5013519265/in/album-72157624884384307/



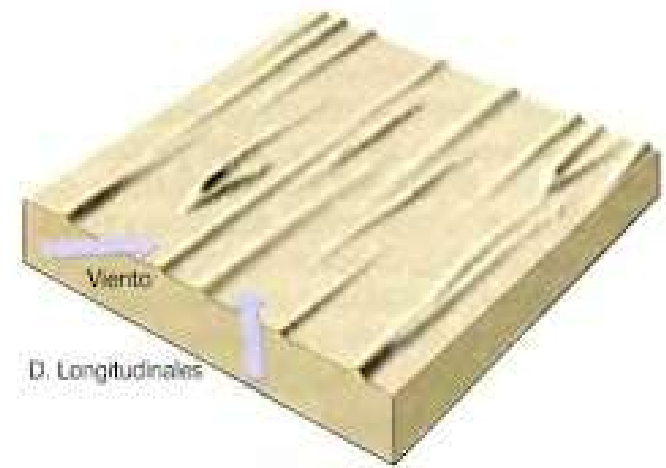
https://www.flickr.com/photos/banco_imagenes_geologicas/5014123632/in/album-72157624884384307/

Dunas

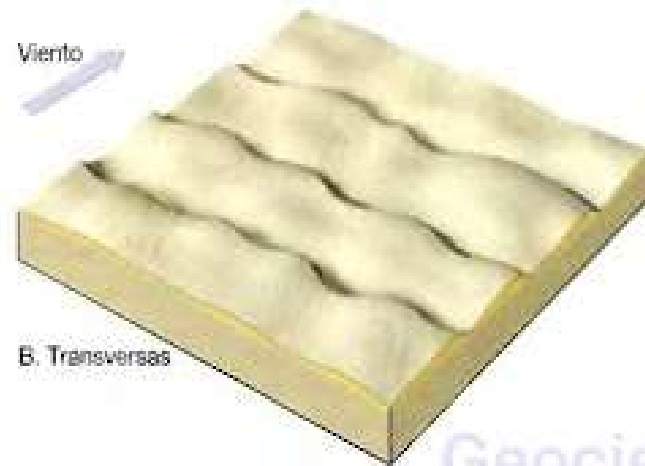
Tipos de duna:
disponibilidad
de arena e
intensidad y
dirección
de vientos



A. Barjanes



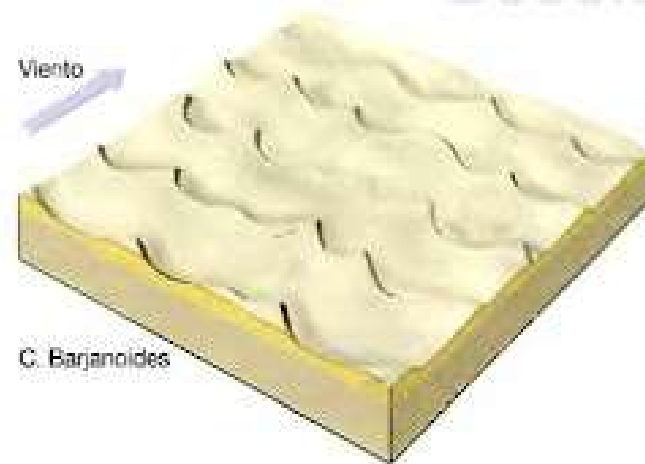
D. Longitudinales



B. Transversas



E. Parabólicas



C. Barjanoides



F. En estrella

Geociencia.org

Loess (Pampeano=loess modificado)



Acumulación de sedimentos=suelos finos (limos y arcillas) de material transportado por viento

Procesos gravitacionales o de remoción en masa



Movimientos de roca, regolito o suelo pendiente abajo por influencia de la gravedad

- No necesita agente de transporte
- Disparadores
 - Terremotos
 - Pérdida de cobertura vegetal
 - Lluvias torrenciales
 - Deshielo
 - Variación en el nivel freático



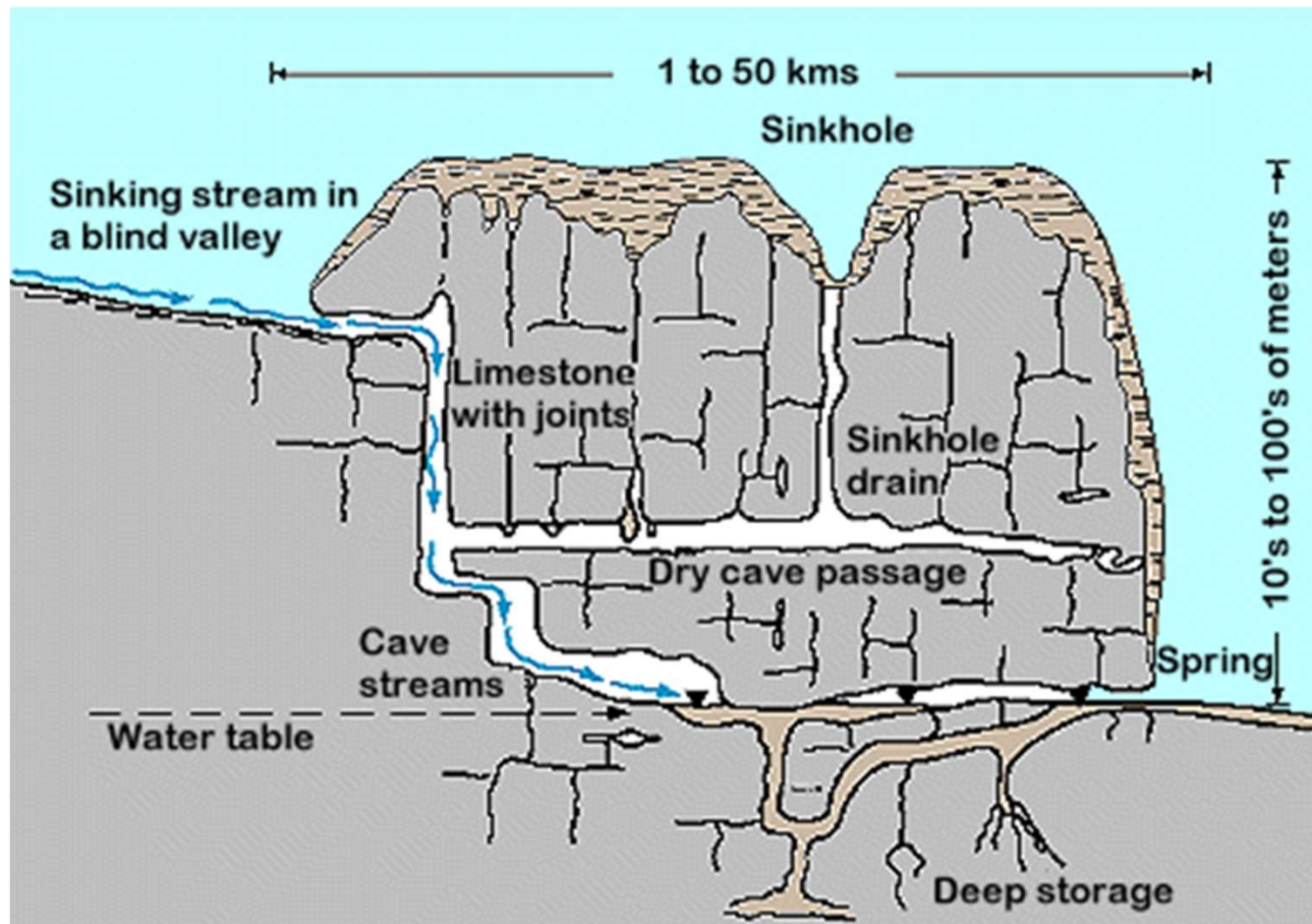
<https://www.geotecnia.online/wp-content/uploads/2017/03/landslide3-1024x683.jpg>

Geoformas Kársticas



Disolución y precipitación de la roca

- Roca soluble (calizas, halita, yeso)
- Diferencias de resistencia y solubilidad
- Lluvias intensas
- Lluvias estacionales
- Aguas pH ácido



Índice



- Geología estructural
- Geomorfología
- **Hidrogeología**

Ciclo hidrológico



Circulación del agua desde los océanos a la atmósfera, de la atmósfera a los continentes y de los continentes al océano

- Interacción de todos los componentes de la hidrósfera
- Motor del ciclo hidrológico: energía solar
- Flujo del agua en la tierra en todos sus estados físicos
- Procesos: evaporación, condensación, precipitación, transpiración de plantas, etc.



Aguas subterráneas

Del total de agua dulce en el planeta:

- Agua subterránea ~ 14%
- Glaciares y casquetes polares ~ 85%
- Aguas superficiales ~ 1%

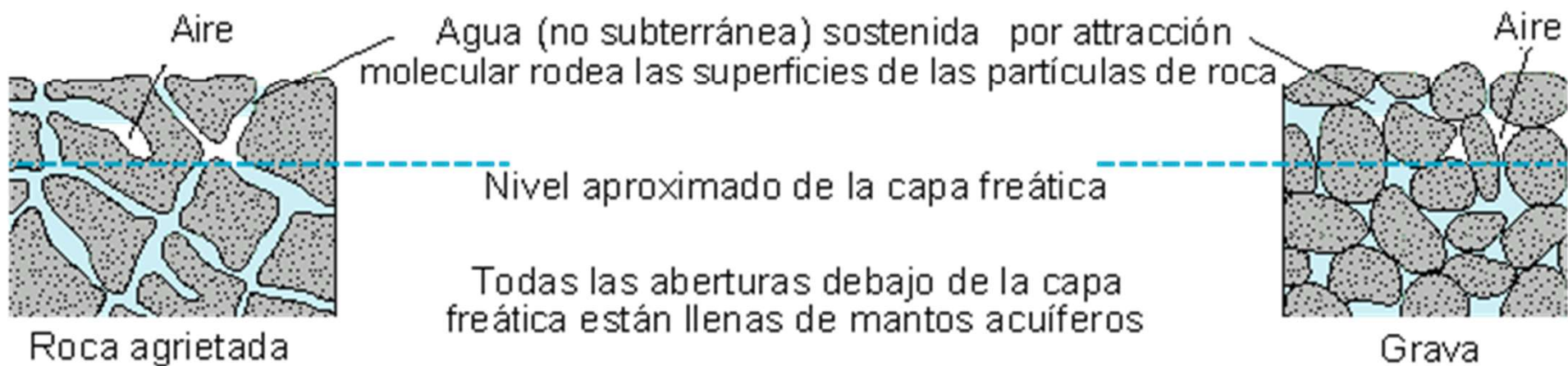
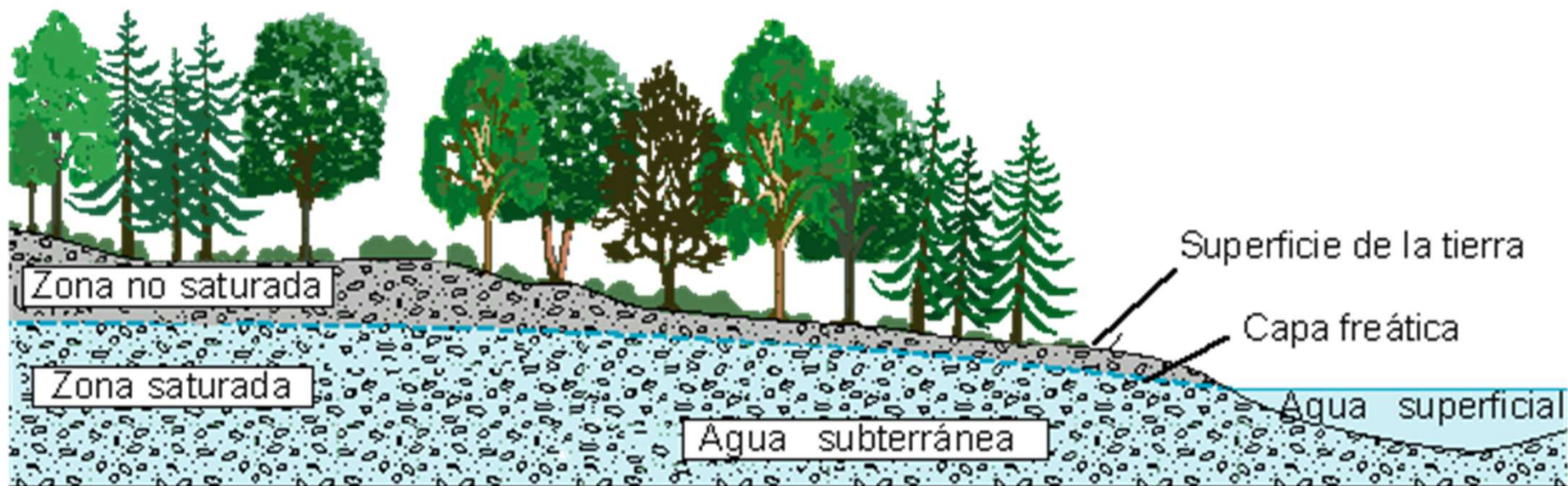


Aguas subterránea mejor calidad química que superficial ↔ filtrado natural

Aguas subterráneas



Geología aplicada



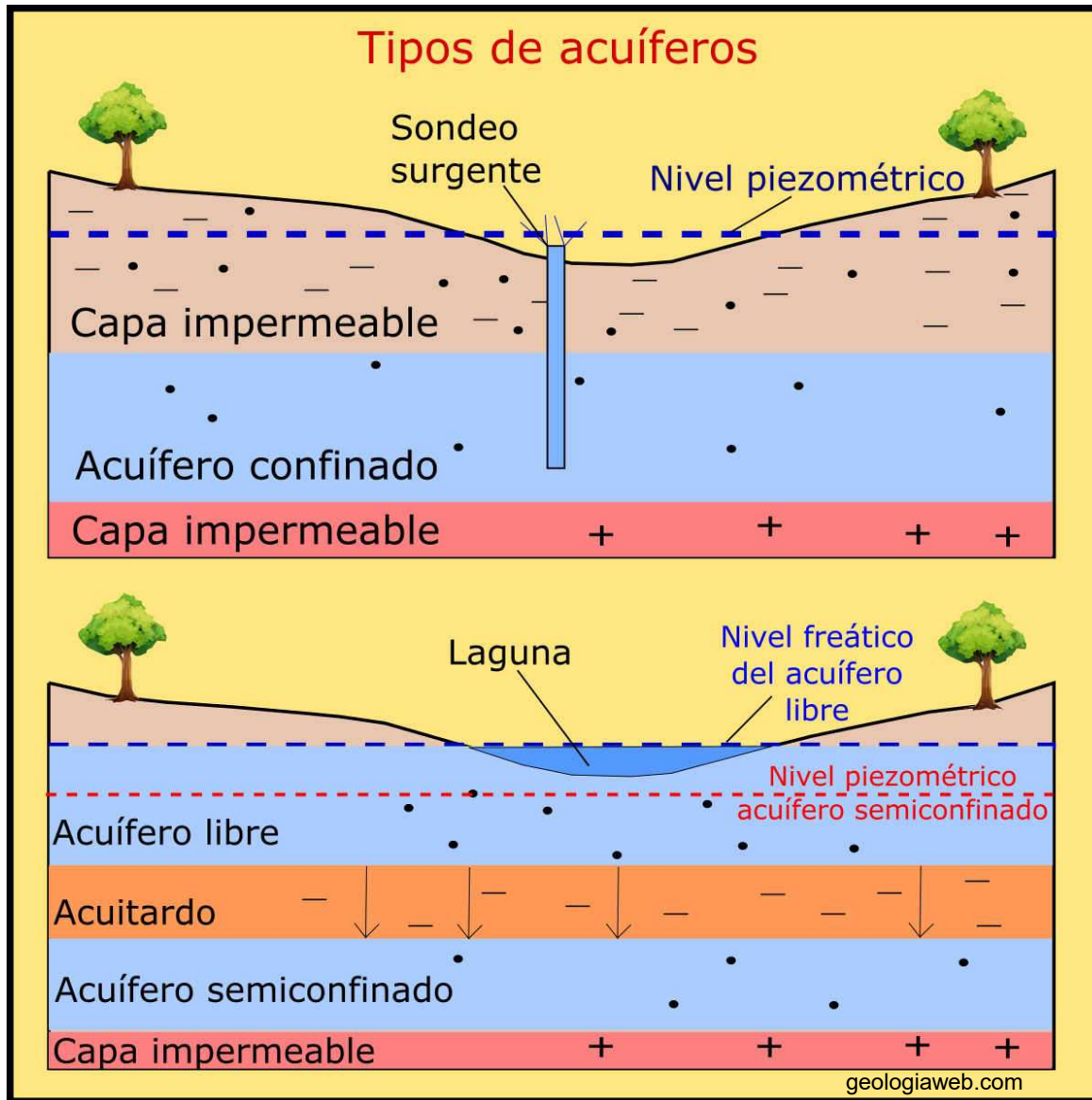
Agua subterránea



Los estratos de roca o sedimentos pueden actuar como:

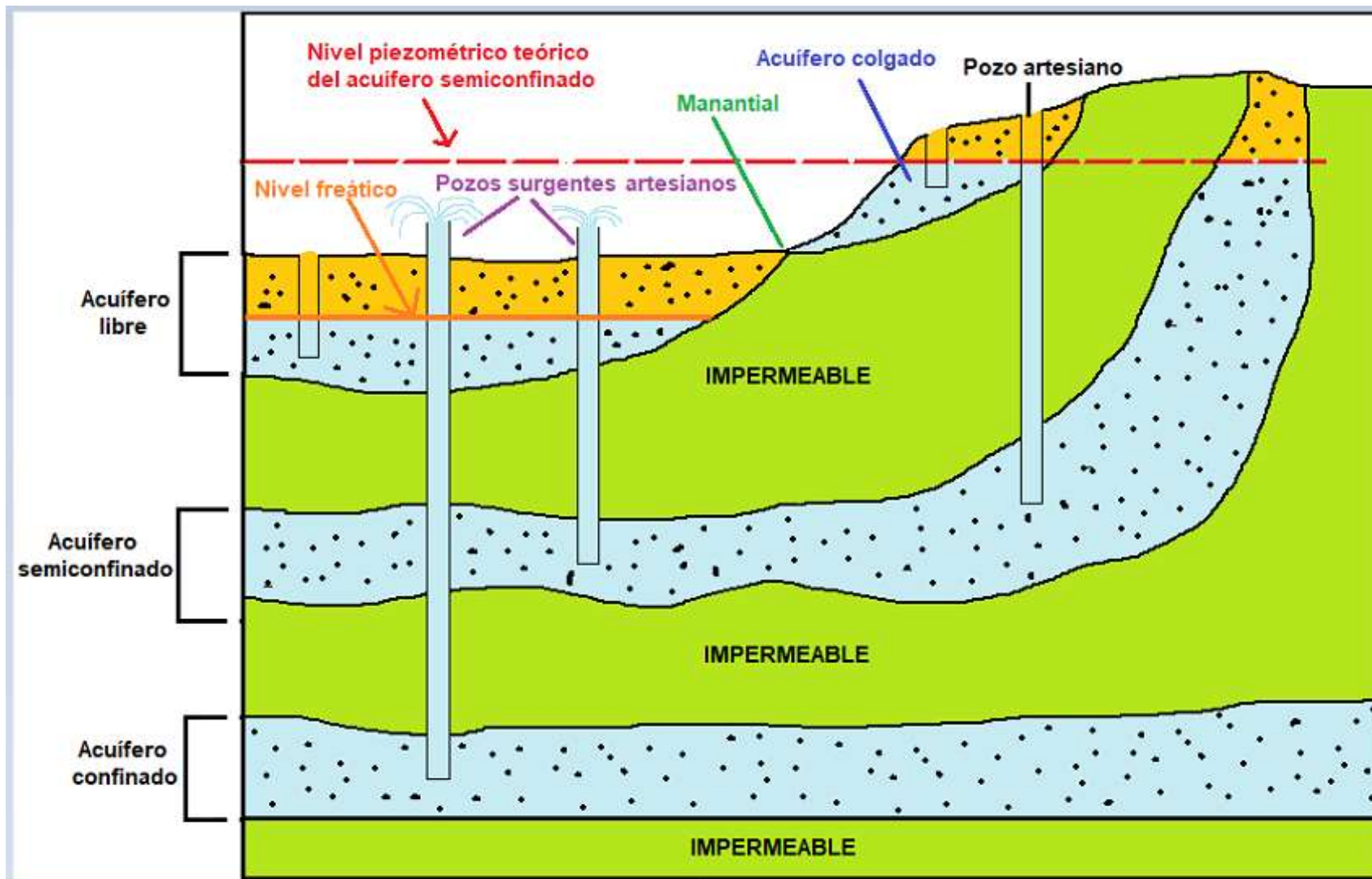
- **Acuífero:** capacidad de recibir, almacenar y transportar agua. Alta permeabilidad y porosidad primaria o secundaria e importante interconexión de poros o fracturas. Explotable (arenas, gravas, granitos fracturados o cualquier otra roca compacta con fracturación)
- **Acuitardo:** capacidad de almacenar agua y moderada a baja permeabilidad. Transmiten agua lentamente a acuíferos adyacentes (arenas arcillosas, arenas limosas, limos, rocas compactas poco fracturadas)
- **Acuícludo:** muy baja permeabilidad, aunque contiene agua. No explotables. (arcillas, arcillas limosas).
- **Acuífugo:** unidades que no contienen ni transmiten agua, baja proporción de vacíos interconectados (granitos y otras rocas compactas).

Agua subterránea



- **Acuífero libre o freático:** límite superior (techo) coincide con la superficie freática $\rightarrow P_{\text{agua}} = P_{\text{atm}}$
Espesor varía con las oscilaciones de la superficie freática: espesor saturado
- **Acuífero confinado:** limitado en su base y techo por formaciones impermeables $\rightarrow P_{\text{agua}} > P_{\text{atm}}$ Nivel de agua coincide con el nivel piezométrico
Espesor fijo = espesor de la formación geológica que lo constituye
- **Acuífero semiconfinado:** limitado por un acuitardo en el techo y un acuicludo en la base. Recarga desde el acuitardo $\rightarrow P_{\text{agua}} > P_{\text{atm}}$ Nivel de agua corresponde al nivel piezométrico

Agua subterránea



http://agrega.juntadeandalucia.es/repositorio/07022019/78/es-an_2019020712_9084331/42acuferos_estructura_y_tipos.html

Donde la superficie piezométrica está por encima de la topográfica hay surgencia de agua: manantiales y, en caso de perforaciones, pozos surgentes

Bibliografía



Básica

- **Tarbuck. Ciencias de la Tierra. Pearson***
- **Walthan. Foundations of Engineering Geology. Spon Press**

Complementaria

- Bell. Engineering Geology. Elsevier
- Blyth. A Geology for Engineers. Elsevier
- Goodman. Engineering Geology. Wiley
- Price. Engineering Geology. Springer

***Cap.: 1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 17**