

Curso de posgrado

LA GEOMORFOLOGÍA Y *CAMBIO CLIMÁTICO*

SEPTIEMBRE 2022

Docentes: ***Gabriella M. Boretto (CICTERRA-CONICET-UNC)*** ***Marcela A. Cioccale (FCEfyN-UNC)***

Tema 2B

GEOMORFOLOGIA FLUVIAL



GEOMORFOLOGIA FLUVIAL

Estudio los procesos y geoformas asociadas a la acción de las aguas superficiales



Precipitaciones – Clima-----
Condiciona: el caudal y flujo
constante



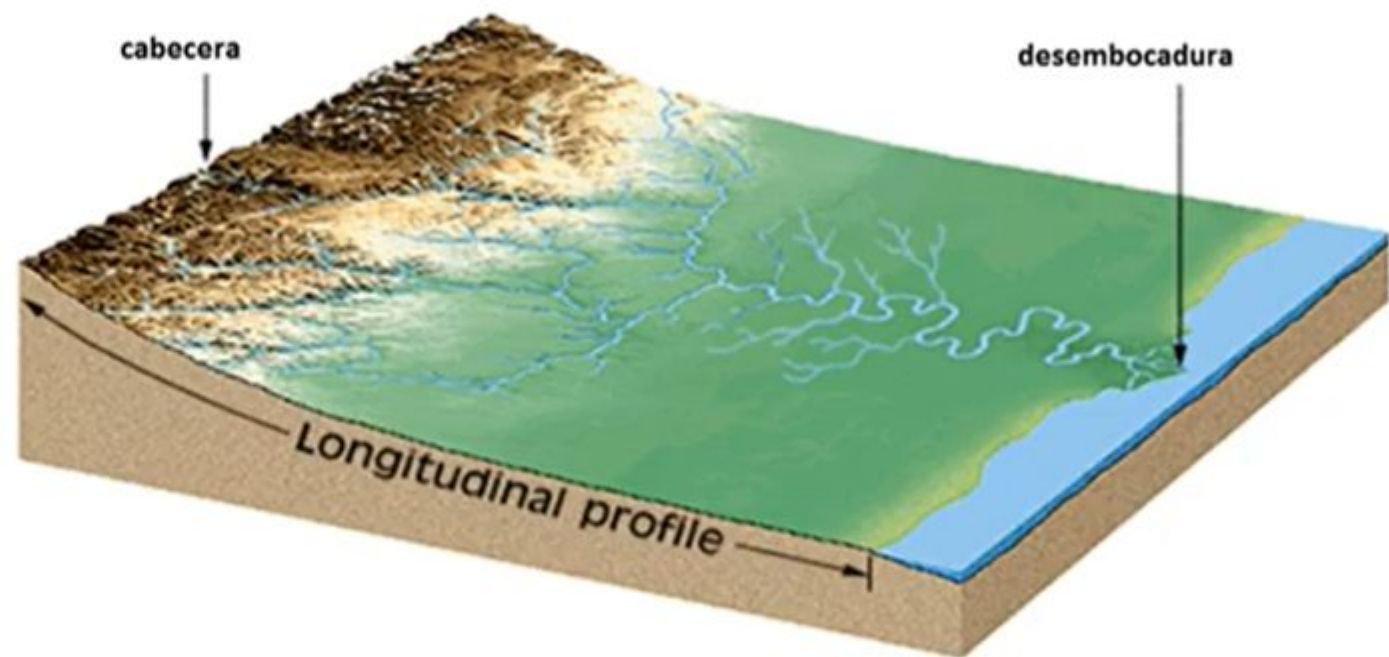
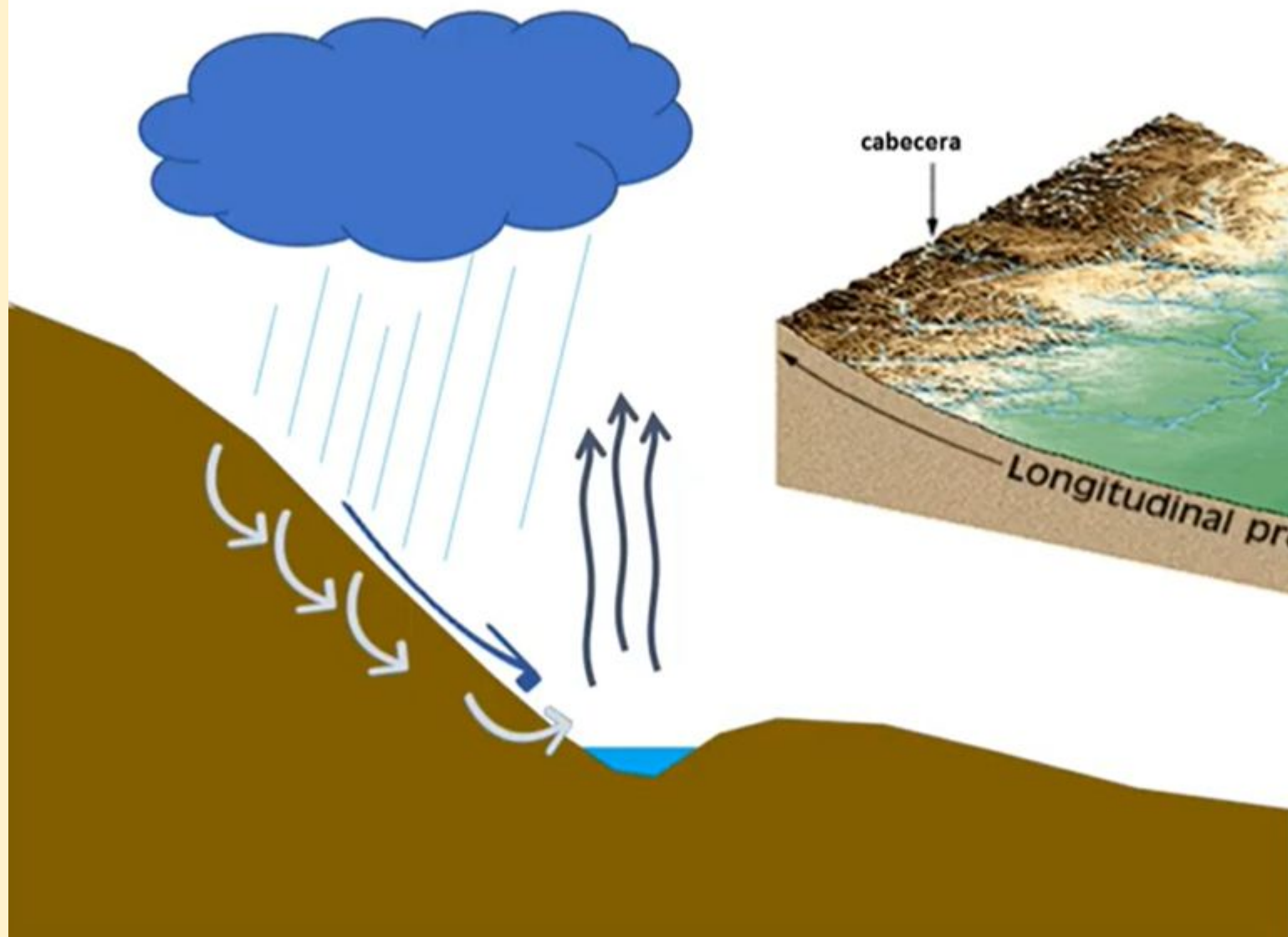
Relieve – determina la energía
del flujo ----- condiciona:
Erosión-Transporte-
Sedimentación

Cursos fluviales permanentes o ríos: flujo de agua corriente que fluye en continuidad. Los ríos de grandes caudales son frecuentes en regiones tropicales y templadas.

Cursos intermitentes: transportan agua en periodos de lluvia. Regiones áridas y semi-áridas.

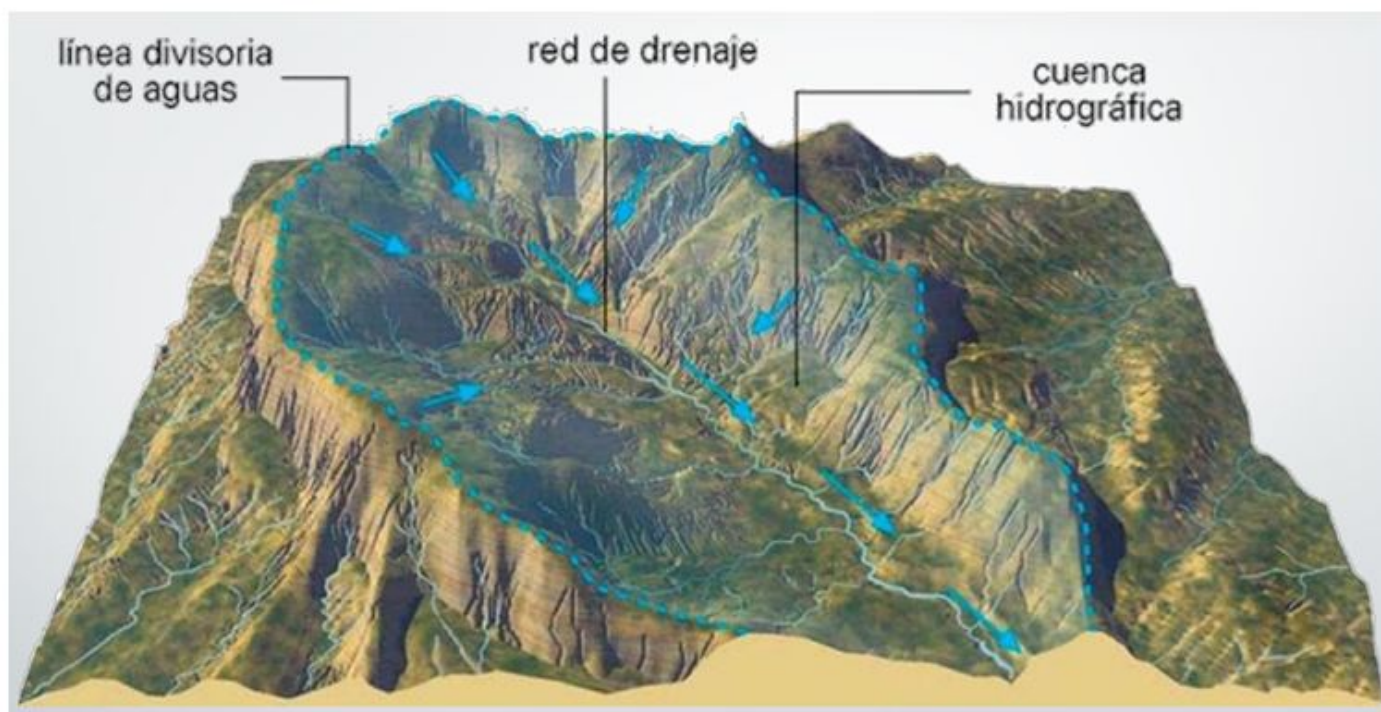
Sistemas fluvio-glaciares. Regiones frías y periglaciares.





Cuenca hidrográfica

- *La cuenca hidrográfica se define como una unidad territorial en la cual el agua que cae por precipitación se reúne y escurre a un punto común o que fluye toda al mismo río, lago o mar. En esta área viven seres humanos, animales y plantas, todos ellos relacionados (Sing, 1989).*



La cuenca hidrográfica es un sistema, es una unidad geográfica e hidrológica, formada por un río principal y todos sus territorios asociados entre el origen del río y su desembocadura.

Además, la cuenca hidrográfica incluye el área y los ecosistemas (territorios y ríos menores, aguas subterráneas o acuíferos, zonas costeras y su influencia en el mar), y sus interacciones que inciden en el curso de agua, tanto en su cantidad como en su calidad.

La cuenca se divide, en tres zonas, principalmente:

Cuenca Alta:

incluye la zona de las laderas y las montañas, en donde se ubica el nacimiento del río principal.

Cuenca Media:

constituida por las tierras onduladas y valles, generalmente donde el río empieza a zigzaguar.

Cuenca Baja:

donde se ubican las tierras bajas. Allí, el caudal del río pierde fuerza y los materiales sólidos se sedimentan, formando las llanuras.



Río principal

Afluente (tributario)

Efluente (emisario)

Divisoria de aguas

Los elementos de la cuenca son:

Río principal: corriente natural de agua que fluye ininterrumpidamente. Posee un caudal variable y desemboca en el mar, en un lago o en otro río.

Afluentes: pueden presentarse de dos formas:

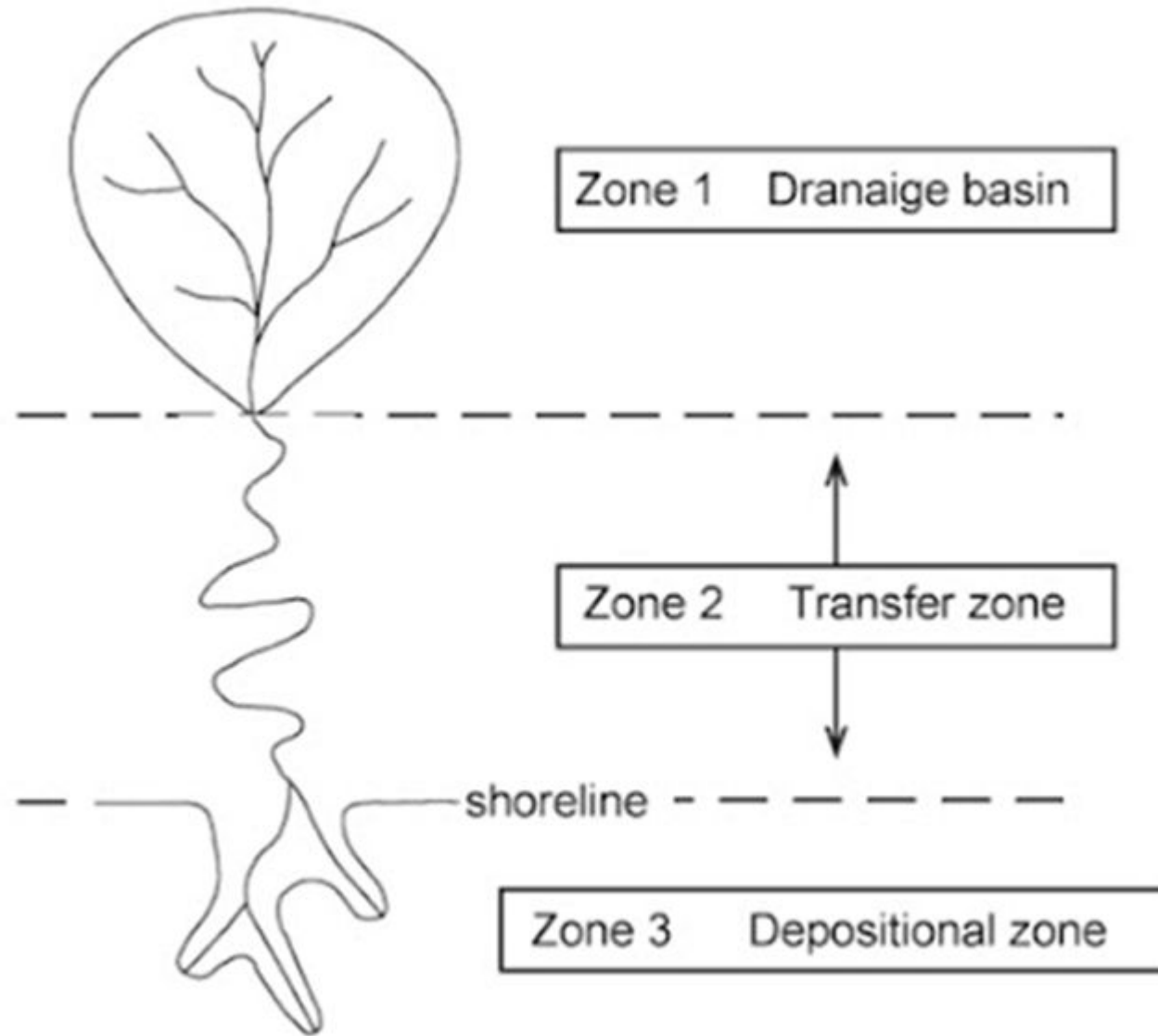
Afluente (tributario): alimenta el río principal de agua. Se une en un lugar llamado confluencia.

Efluente (emisario): son ríos que sacan agua de la corriente principal, pero no están presentes en todas las cuencas.

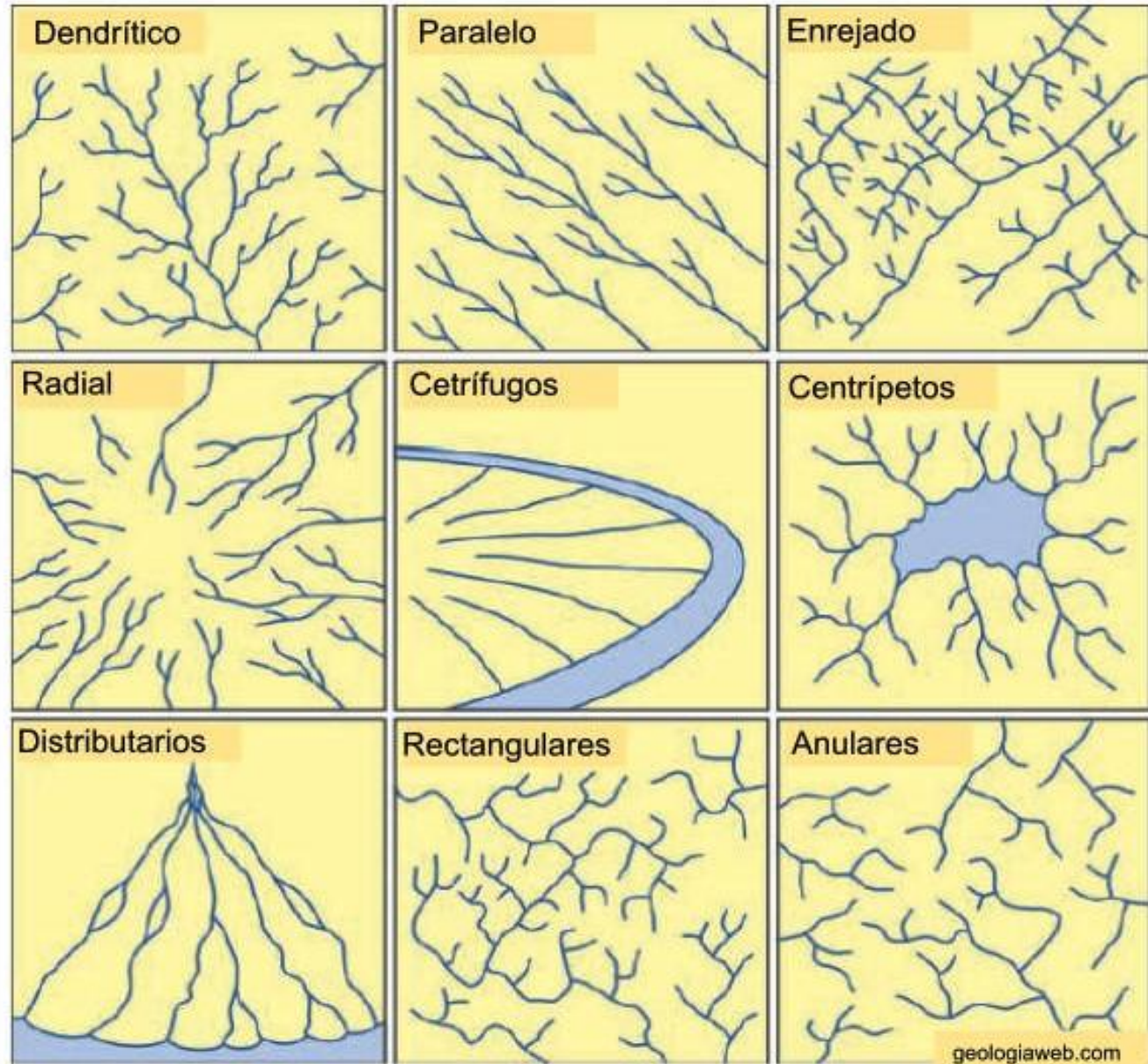
Divisoria de aguas: límite natural del agua que incluye toda la tierra que desemboca en un arroyo, río, lago o cuerpo de agua

Acuífero o aguas subterráneas: formaciones geológicas en las cuales se encuentra el agua y, debido a sus características permeables, permite el almacenamiento de agua en espacios subterráneos.

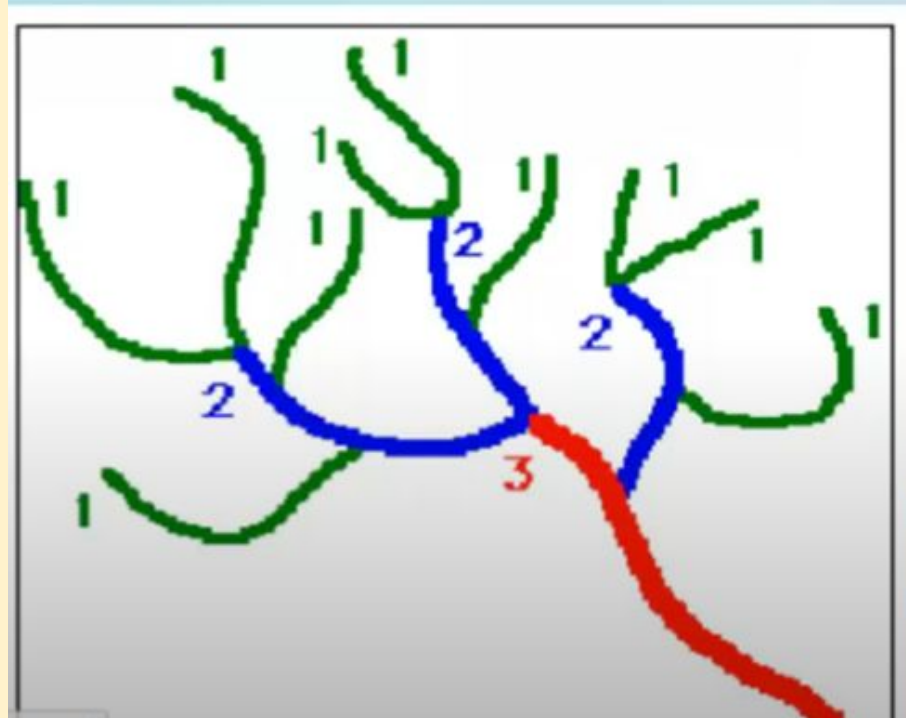
B



TIPOS DE REDES DE DRENAJE

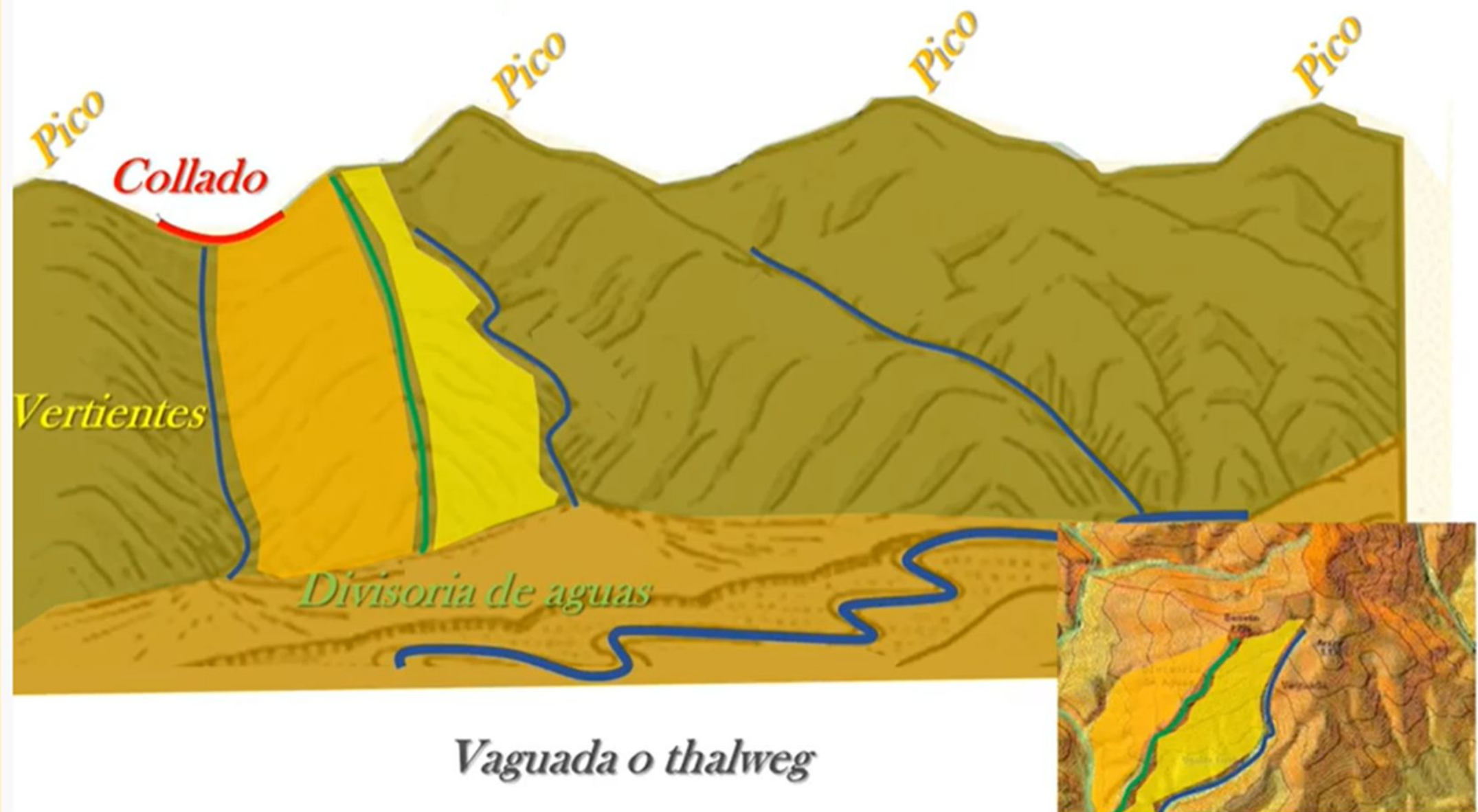


Orden de corrientes (Horton y Strahler), Indices de Horton u ordenes de Jerarquía de corrientes



Es una forma numérica que expresa la complejidad de una ramificación fluvial. Este número fue desarrollado por Robert Horton y por Arthur Strahler. Se usa para definir el tamaño de una corriente, basándose en la jerarquía de los afluentes.

Generalidades geomorfología fluvial



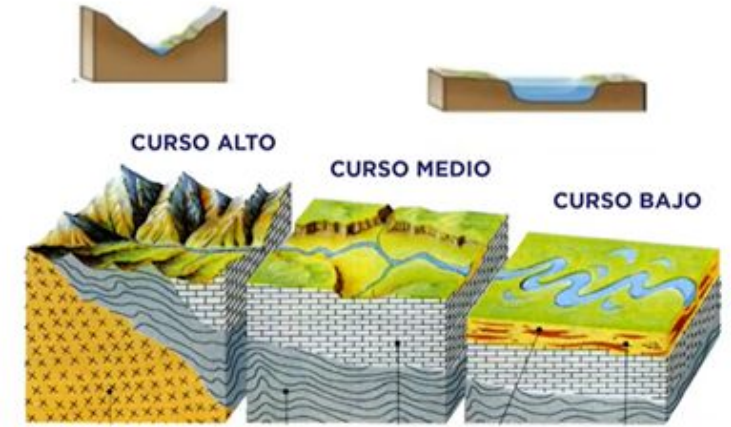
Perfil longitudinal de un río

Representa su curso desde el nacimiento (cabecera) hasta su nivel de base o desembocadura.

Tiende a evolucionar mediante procesos de erosión y sedimentación hacia su **perfil de equilibrio**, que es el estadio estacionario ideal del curso fluvial ya que no cambia en el tiempo.

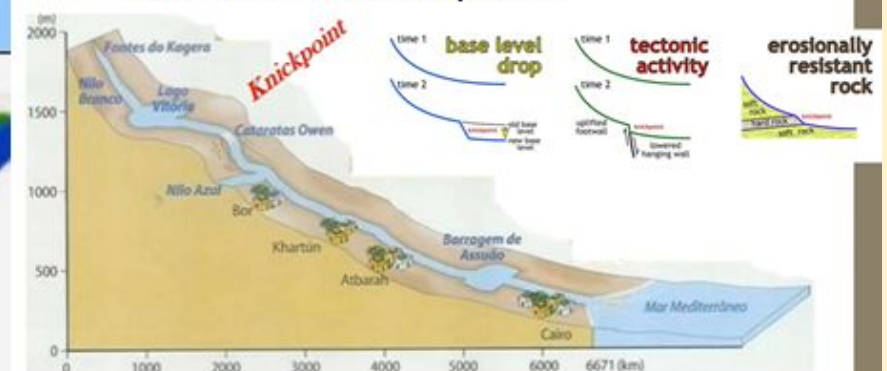


Perfil transversal de un río



Si el nivel de base cambia (natural o antrópico) el río cambia su perfil longitudinal.

Gráficamente el perfil long. es una curva cóncava que puede presentar quiebre en su pendiente que se denominan Knickpoint



Canal de estiaje



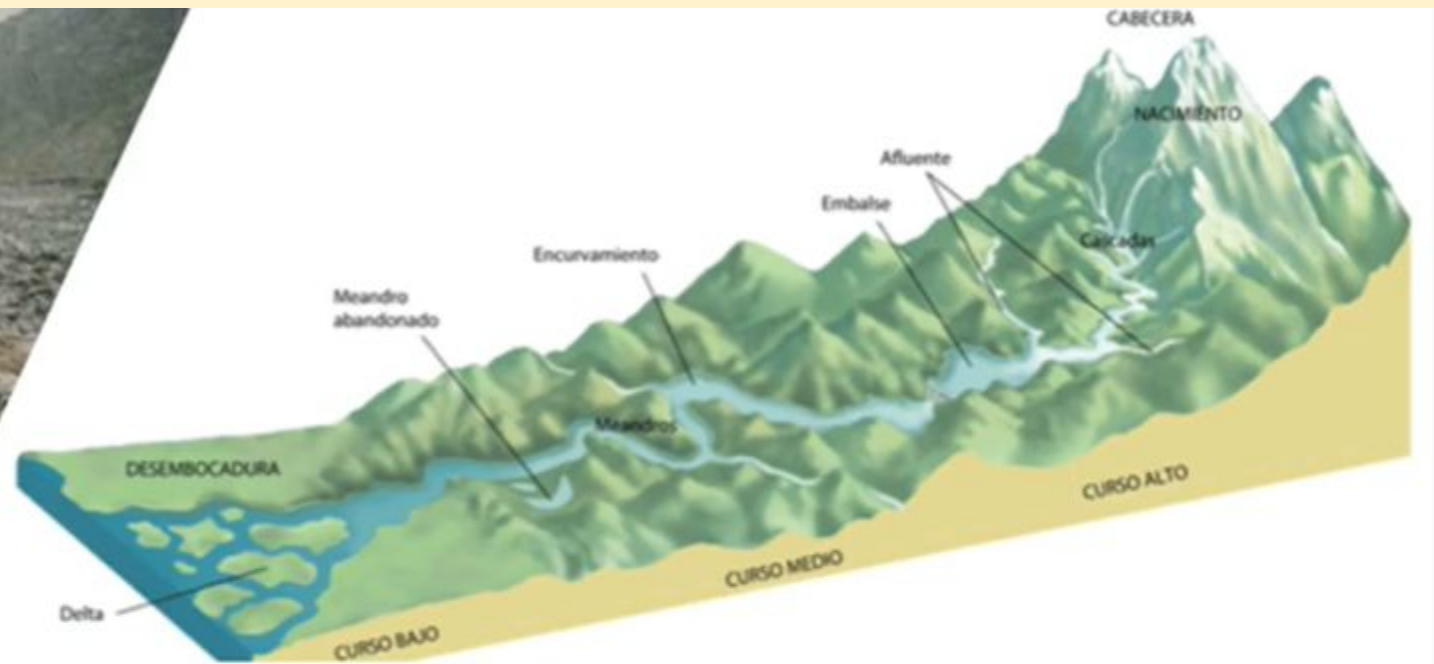
Llanura de inundación



Lecho menor



Erosión lateral

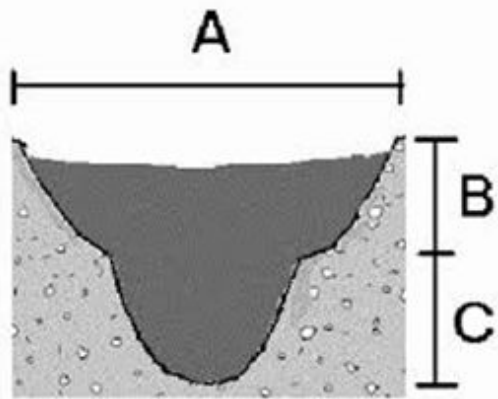


Transporte y sedimentación



Erosión vertical





Erosión transversal



Erosión vertical



Transporte y
Sedimentación



Marmitas o gnamas. Depresiones cóncavas generadas por abrasión por la acción de cantos rodados que son movilizadas por las aguas turbulentas generando una excavación vertical en la roca.

En cascadas o saltos de agua la base se va erosionando.

En la Cuenca alta por erosión se forman gargantas u ollas en el lecho.



Bedrock channel

Canales incididos en el lecho de roca/basamento, en la parte alta de la cuenca, carecen de una cubierta de depósitos aluviales.

Se caracterizan por: alto gradiente, suministro limitado de sedimentos y/o lecho de roca resistente.

Son estrechos y carecen de llanura de inundación

Predominan los procesos de meteorización y erosión:

- extracción de bloques (arrancado de bloques de roca)
- abrasión por partículas transportadas por rápidos flujos y disolución en rocas solubles.

El perfil longitudinal de los canales pueden mostrar ollas y escalones, con frecuencia controlado por la presencia de rocas con contrastes de resistencia.



Knickpoint, Cascada

Knickpoints son secciones de quiebre/cambio de pendiente de arroyos en el sector alto de la cuenca.

Las **cascadas** están asociadas a caídas subverticales en el perfil longitudinal del arroyo.

El desarrollo de knickpoints y las cascadas asociadas están relacionados con múltiples procesos como:

- (1) incisión/erosión diferencial controlada por rocas con contraste resistencia,
- (2) levantamiento tectónico o isostático (por ejemplo, valles colgantes en costas rocosas),
- (3) fallas por deslizamiento,
- (4) profundización glacial,
- (5) cambios en el nivel de base.

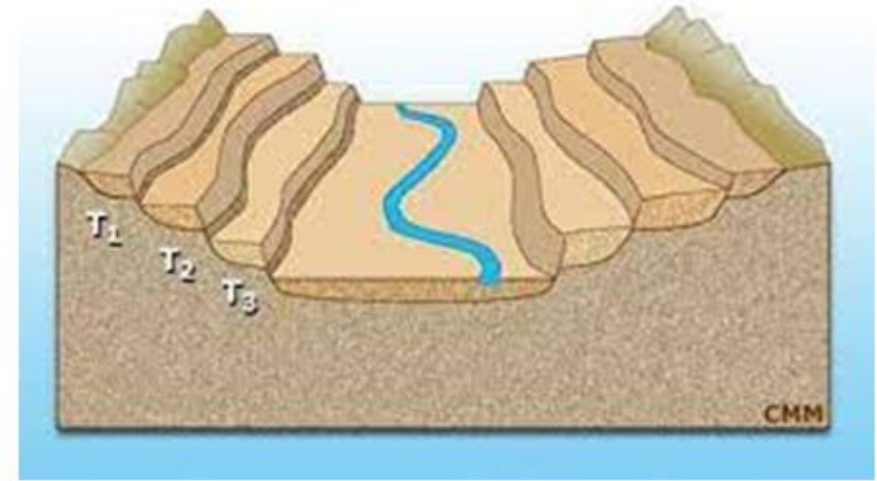


Depósitos aluviales



Un **abanico aluvial** o cono de deyección, geoforma originada cuando una corriente de agua que fluye rápidamente entra en una zona más tendida (pendiente cambia) y su velocidad disminuye, extendiéndose su cauce en abanico, en general a la salida de un cañón en una llanura plana.

Curso medio



Llanura de inundación

Depósitos fluviales

Terrazas

Meandros



Terrazas fluviales



Depósitos fluviales

Llanura de inundación

LLANURA DE INUNDACIÓN

Lóbulo de derrame

LEVEÉ

Diques



Comportamiento fluvial en Curso Media



Rectilíneo

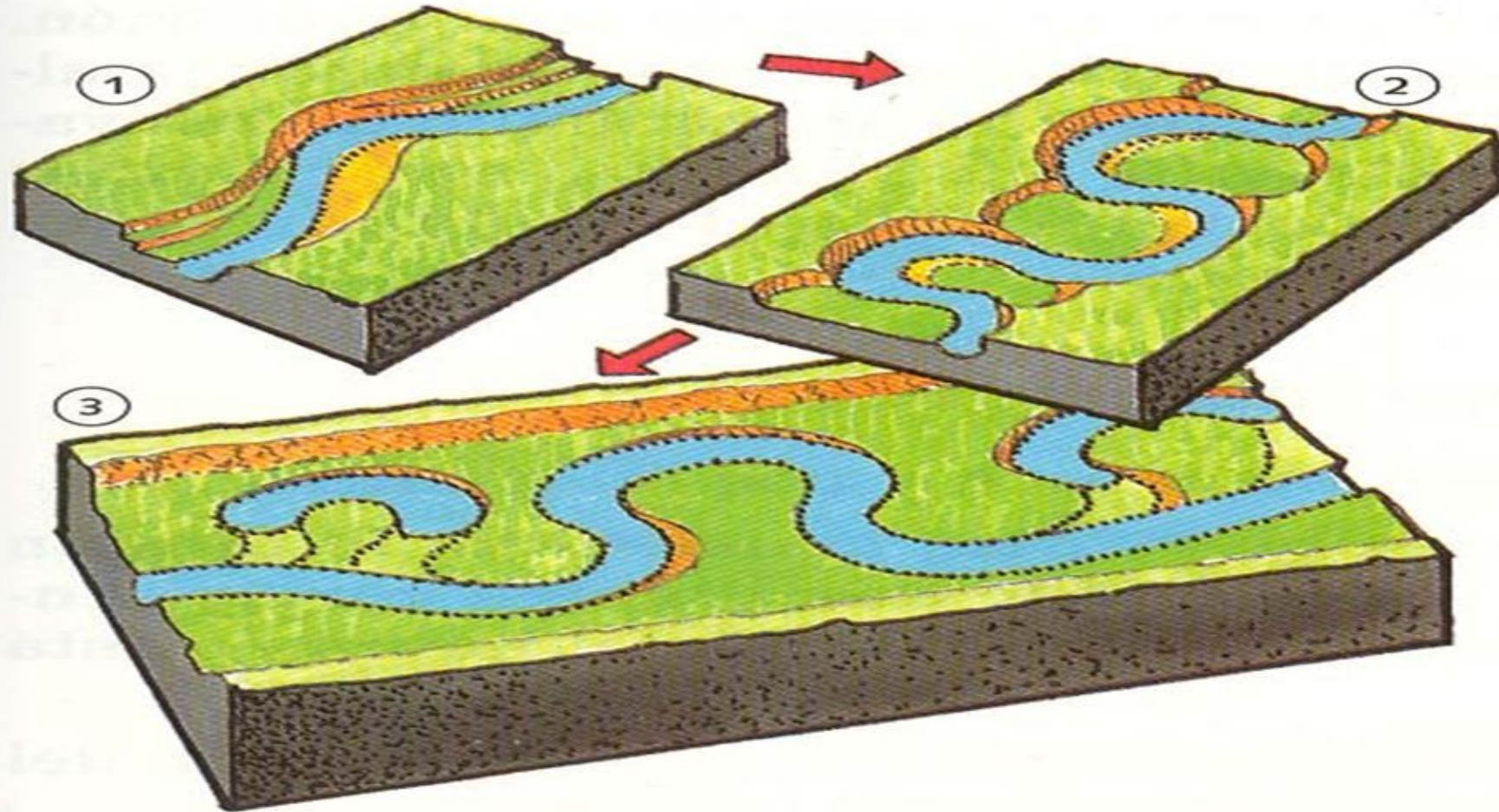
Anastomosado



Meadriforme



EVOLUCIÓN DE UN MEANDRO



En el primer momento, ①, el río excava en la zona cóncava y acumula sedimentos en la zona convexa del meandro.
② Los meandros aumentan su curvatura, con lo que pueden llegar a abandonarse ③.

Comportamiento fluvial en Curso Final

Estuario



Delta



<https://www.youtube.com/watch?v=EsFidWxXREc>

GEOMORFOLOGÍA Y AMBIENTE LACUSTRE

Geomorfología y ambiente lacustre

El 20% de las aguas de escorrentía culmina en lagos.

Un **lago** es un cuerpo de agua generalmente dulce que se encuentra en ambiente continental. El aporte de agua a todos los lagos viene de los ríos, esteros, de aguas freáticas y precipitaciones.

Los lagos se forman en depresiones topográficas asociadas a procesos:

- tectónicos
- volcánicos
- glaciares
- impactos de meteoritos
- artificiales, etc.



Una **laguna** es un depósito natural de agua, de menores dimensiones — principalmente respecto la profundidad— que un lago. Las lagunas que están separadas del mar por una barrera son conocidas como lagunas costeras, las que están conectadas con él como albuferas.

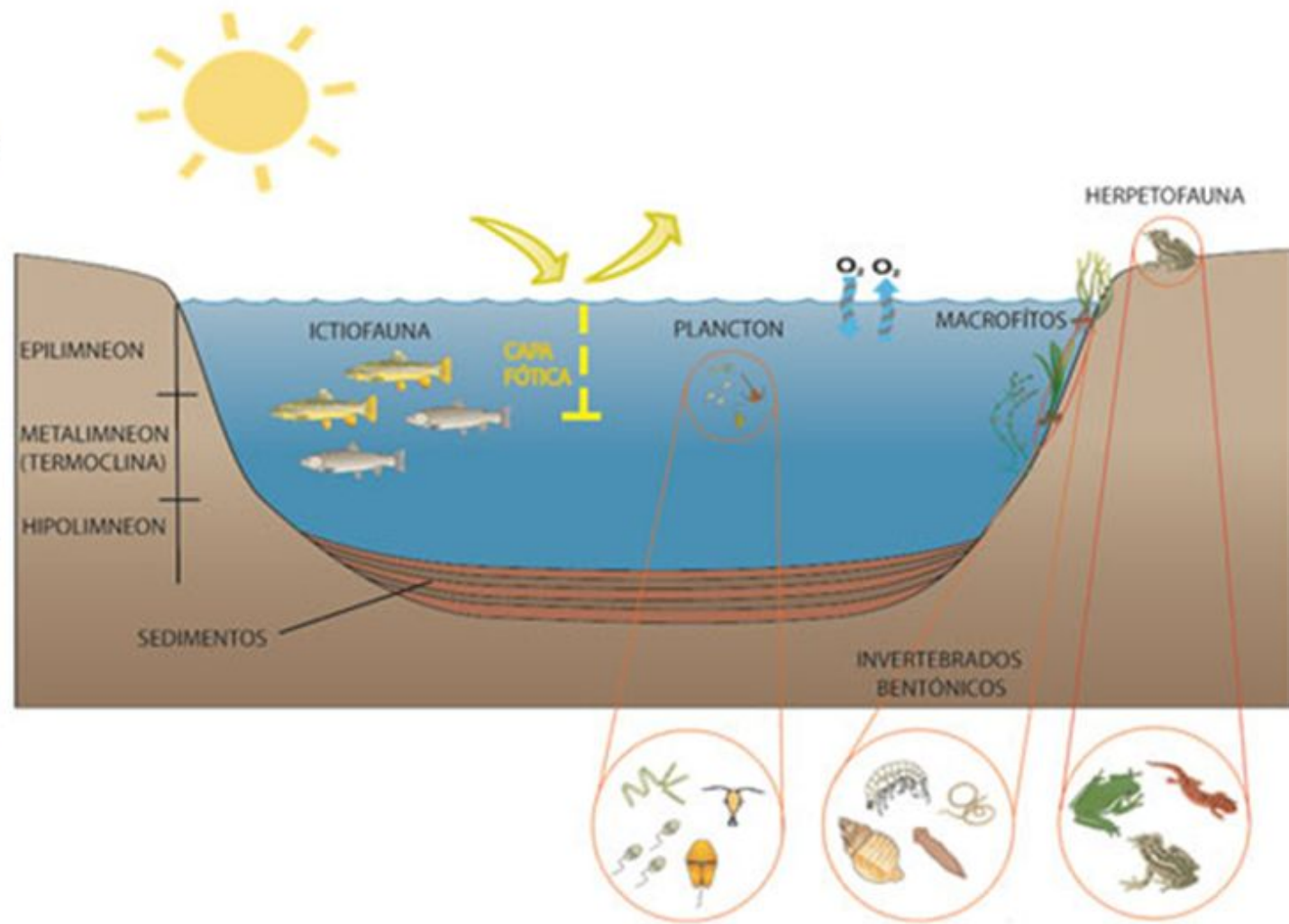
Dinámica del medio lacustre

Está controlada por una serie de factores como son la **geometría** del lago, el **clima** y las **características del agua**.

Geometría del lago

Los parámetros que definen la geometría son: área, volumen de agua, profundidad media y perímetro. Las áreas presentan de decenas a miles de km y las profundidades medias hasta 42 m.

La poca profundidad de la **laguna** es lo que mejor la diferencia del lago. Los metros de profundidad que diferencian a la laguna del lago varían según las condiciones ambientales de donde se halle y el grado de colmatación. Las diferencias de profundidades varían según doctrinas adoptadas por los países. Por ejemplo, en España el límite para diferenciar un lago de una laguna son los 15 m de profundidad, en Estados Unidos 3 m, en Argentina si bien no hay un límite establecido, sería de unos 10 metros, pues en latitudes templadas la termoclina (capa dentro de un cuerpo de agua donde la temperatura cambia rápidamente) se forma a esa profundidad.





LAGO

Cuerpo de agua que **tiene** una **entrada** o **desembocadura** en aguas pluviales, subterráneas y ríos.



LAGUNA

Cuerpo de agua estancada que tiene una entrada de ríos o arroyos, pero **carece de desembocadura**.

Clima

- Controla la circulación vertical, en todo lago existe, en principio una zona de agua más caliente y otra de agua más fría.
- En condiciones normales ocurre que el agua de mayor temperatura está arriba debido a su menor densidad y abajo está la de menor temperatura que es más densa. Si el agua de arriba se enfria, baja y se produce entonces una circulación del agua.
- También influyen las entradas y salidas de agua como las precipitaciones, la escorrentía, la evaporación y la salida en afluentes.
- Si la cantidad de las entradas es mayor que las salidas el lago mantiene su nivel, si las entradas son menores que las salidas el lago, éste pierde nivel.
- También controla el aporte de sedimentos, si es árido hay un mayor aporte, si es húmedo hay un menor aporte pues hay una mayor cubierta vegetal que impide una alta erosión.

Características del agua

Factores:

Salinidad, cantidad de sales disueltas. Tiene importancia para la precipitación de las sales y la presencia de organismos

Oxígeno y Nutrientes, La capa superior es la oxigenada y donde llega la luz solar, por lo tanto en la que puede crecer fitoplancton. Los restos de organismo muertos se ubican en el fondo, se descomponen por las bacterias y se oxidan. Se produce la eutrofización de un lago cuando hay abundancia anormalmente alta de nutrientes (actividades humanas), de forma que se produce una proliferación descontrolada de algas fitoplanctónicas y se pierde la biodiversidad.

Temperatura, está ligada a la **estratificación de lagos**. Se forman distintas capas en base a variaciones de temperatura.

IMPORTANCIA DE LAS LAGUNAS

Las lagunas y lagos cumplen un rol decisivo en la supervivencia de muchas especies e incluso para la vida del hombre.



Los lagos y lagunas son ecosistemas de enorme importancia por su valor ecológico, económico, social y cultural.



En todo lago estratificado térmicamente se distinguen tres zonas:

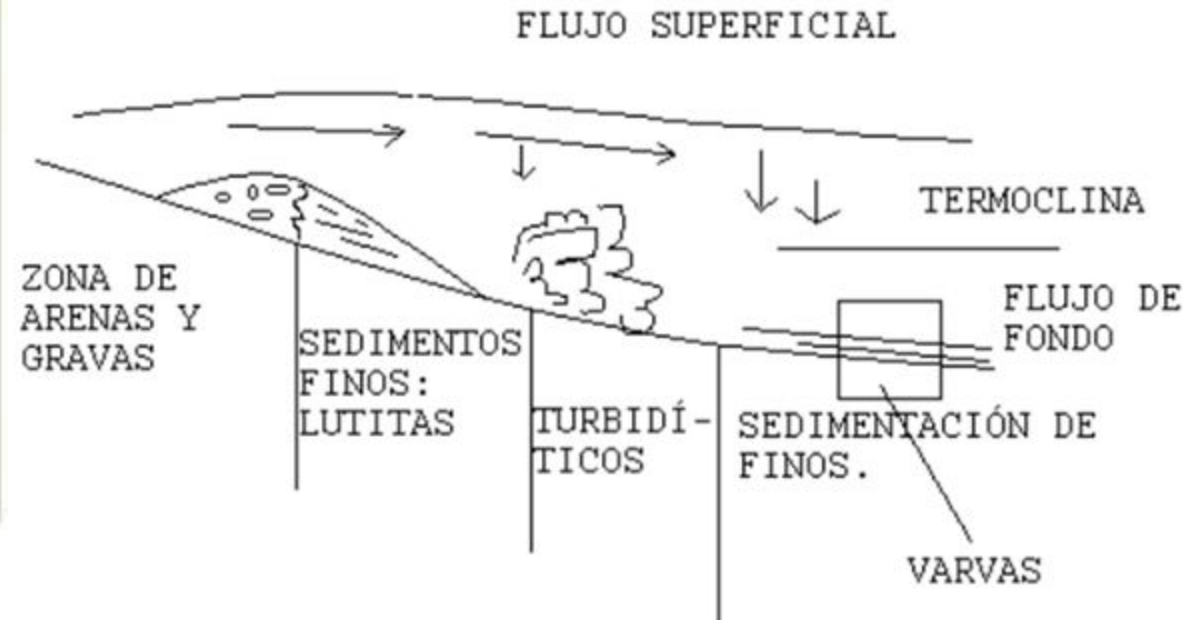
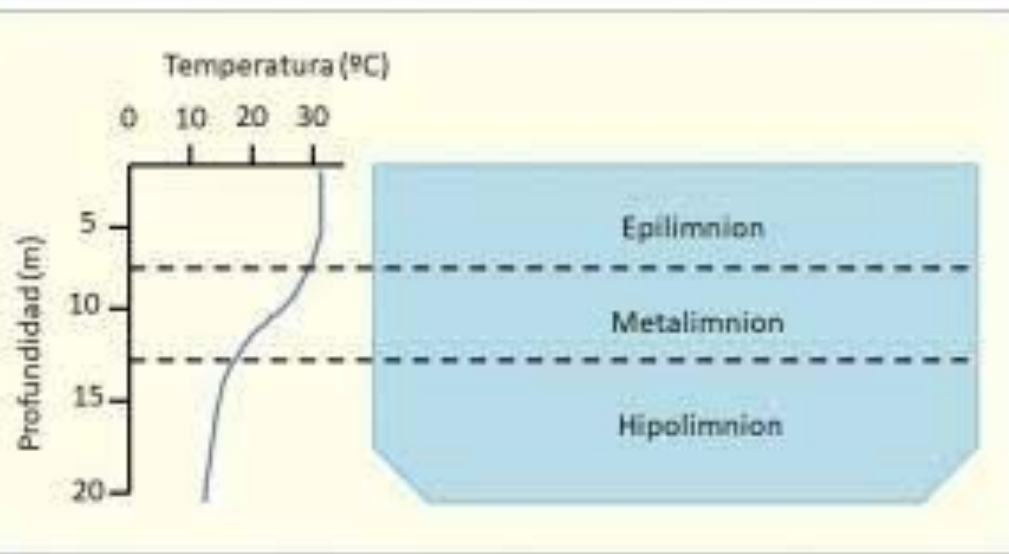
•**Epilimnion**: La zona superior de temperatura más elevada.

•**Metalimnion**: La zona intermedia de transición entre la zona superior más caliente y la inferior más fría. Normalmente aquí es en donde se encuentra la termoclina cuyo límite es 4°C.

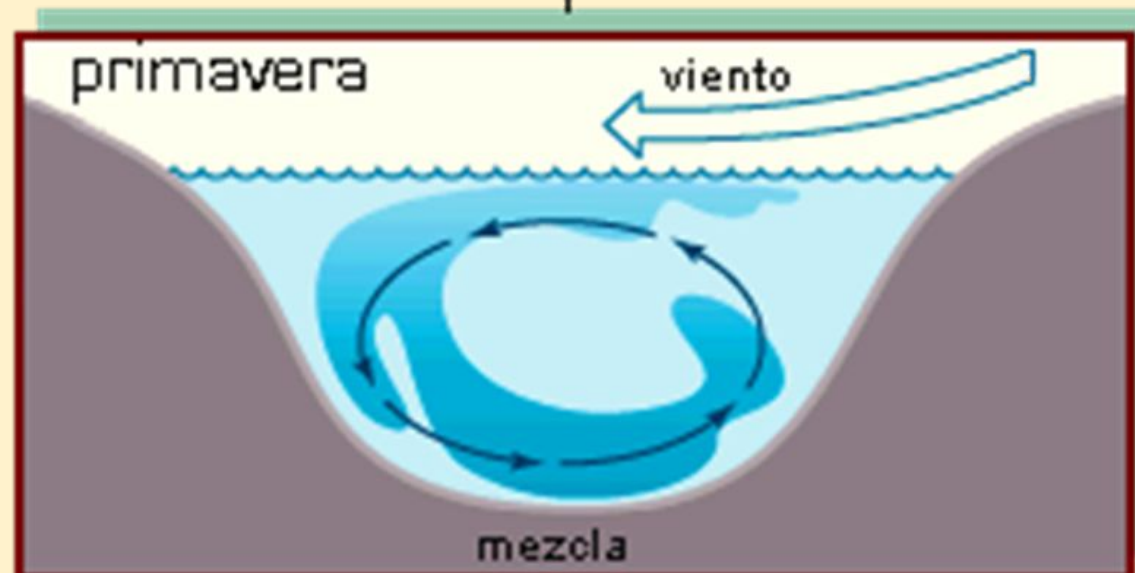
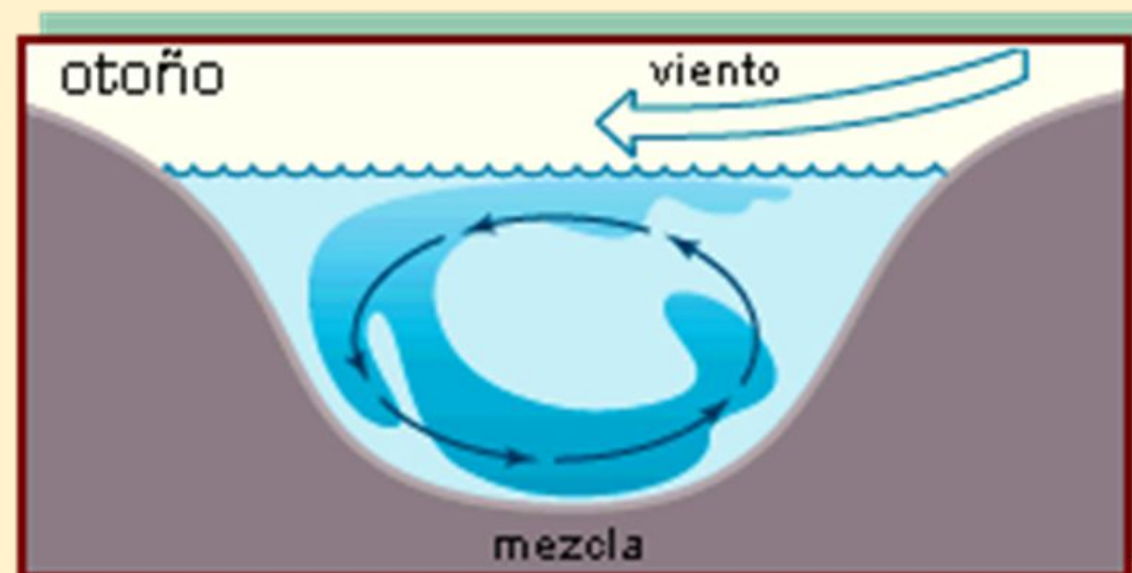
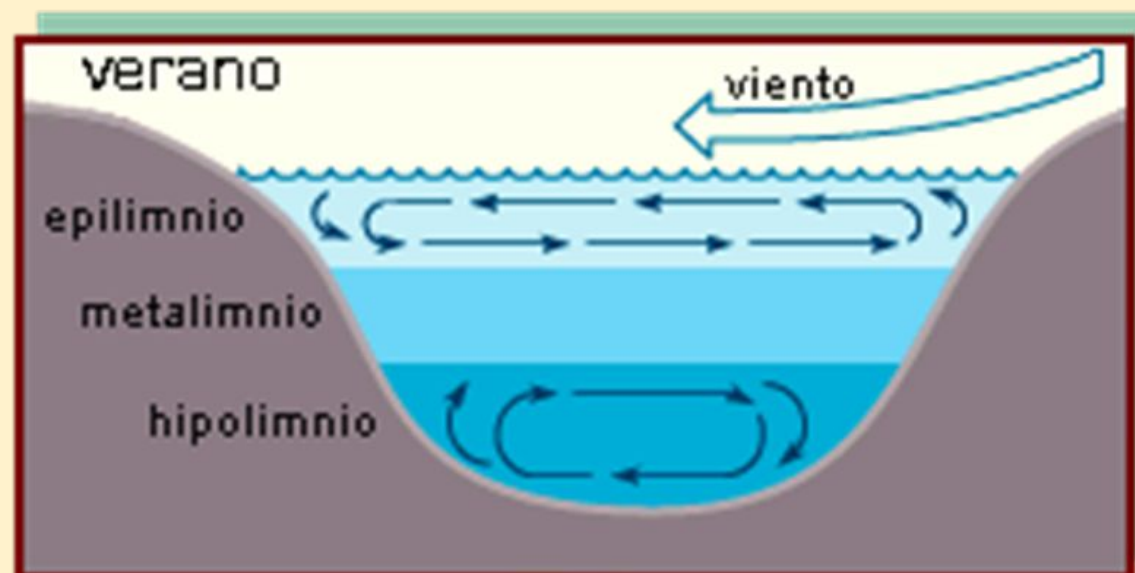
•**Hipolimnion**: La zona profunda de temperatura más fría, de 4°C.

Clasificación de los lagos

- Holomícticos
- Dimícticos
- Amícticos
- Polimícticos

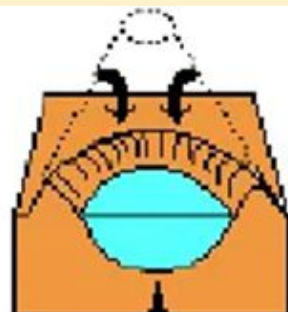


Zona fótica, esta profundidad es muy variable en función de la turbidez del agua. Puede terminar a sólo unos decímetros de la superficie en aguas muy turbias o acercarse a 20 m.



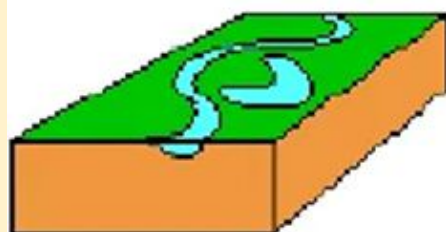
LAGO TECTÓNICO.-

Generado como consecuencia de movimientos tectónicos. Nuestros lagos son una combinación de este tipo y de los de origen glaciar.



LAGO DE CALDERA.- Formado como resultado del derrumbe de un cráter después de una erupción volcánica. Ej.: Crater Lake en USA

LAGO GLACIAR.- Creado por la erosión resultante del movimiento de los glaciares. Son formados por un dique de sedimentos acumulados como consecuencia del derretimiento de los glaciares, la morrena glaciar. Caso de los lagos chilenos.



LAGO ALUVIAL.-

Son creados por sedimentos acumulados por el río.



LAGO EMBALSADO.- Son creados por estancamiento natural con materiales arrastrados por glaciares, lava o deslizamiento de tierras.



LAGO REGRESIVO.- Formados por la reducción del nivel del mar.



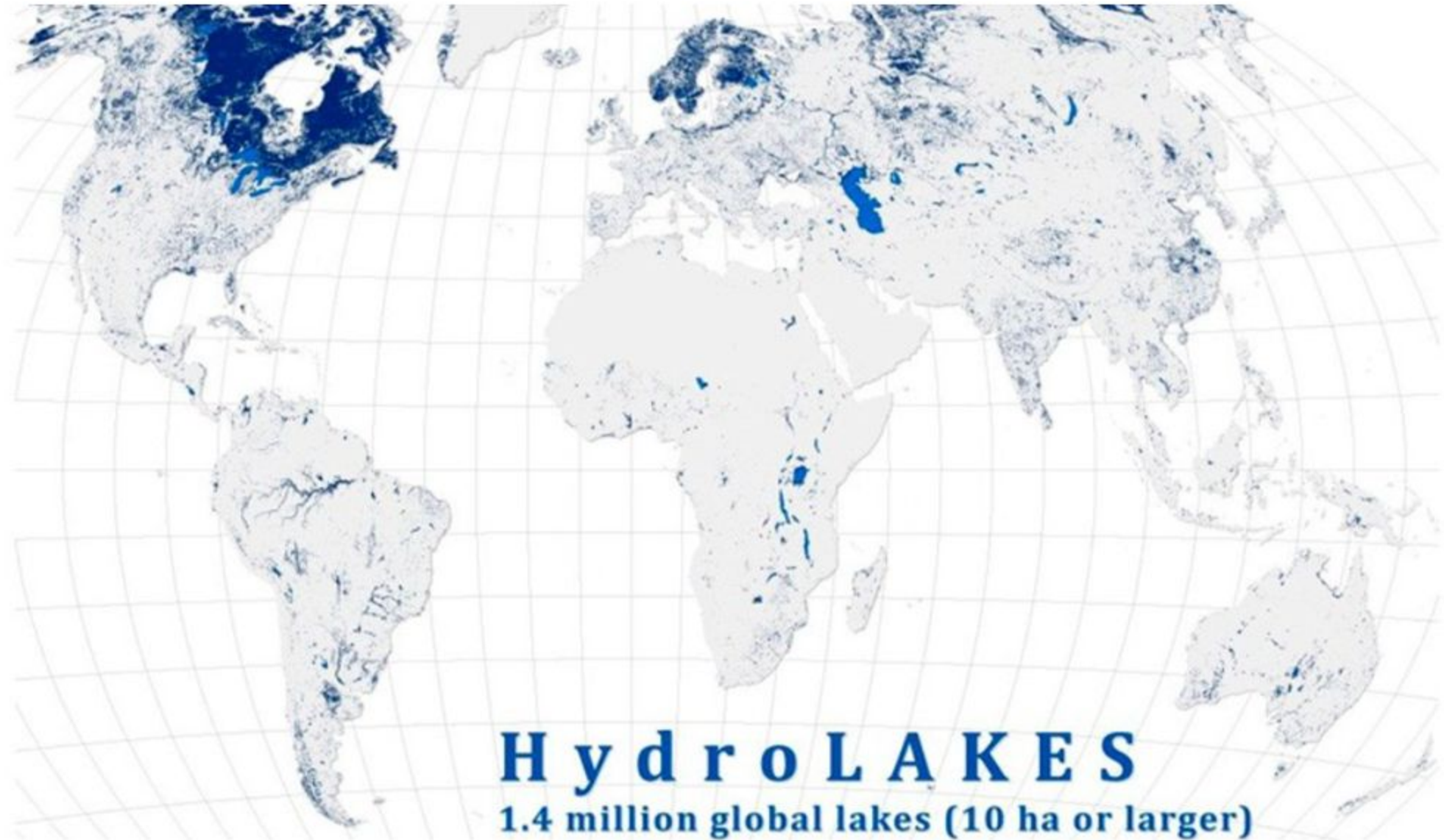
LAGUNA .- Son creados por acción de arena a la deriva en áreas planas de la playa.



LAGO ARTIFICIAL.-

Son los creados por una presa que embalsa un río.

Rasgo geomorfológico más destacable del lago es la **costa**: zona de transición entre la masa continental y el cuerpo de agua.



Una investigación publicada en 'Nature Communications', puede ayudar a los científicos a comprender mejor el importante papel de los lagos en los complejos sistemas ambientales de la Tierra, desde el ciclo hidrológico y los patrones climáticos hasta el transporte, la distribución o el almacenamiento de contaminantes y nutrientes a lo largo del paisaje.

<https://www.iagua.es/noticias/ep/16/12/15/costa-lagos-cuatro-veces-mayor-que-oceanos>

"Los lagos están cambiando en un mundo cambiante", afirma el autor principal, Bernhard Lehner, profesor asociado en el Departamento de Geografía de la Universidad de McGill. "Algunos están desapareciendo porque hay menos agua para mantenerlos llenos y otros se crean o crecen en regiones donde hay más lluvias. Por lo tanto, necesitamos un buen inventario de la situación actual de los lagos para entender y controlar sus cambios y los efectos que esto puede tener para nuestro entorno global".

Los diez lagos más grandes del mundo contienen aproximadamente el 85 por ciento del agua de lago de la Tierra y el 15 por ciento restante está en más de 1,4 millones de lagos, la mayoría de ellos en Canadá. **Con cerca de 900.000 lagos que cubren más de 10 hectáreas, Canadá representa el 62 por ciento del total mundial**, lo cual es un legado de la erosión de los glaciares y su posterior fusión al final del último periodo glacial, hace unos 10.000 años.

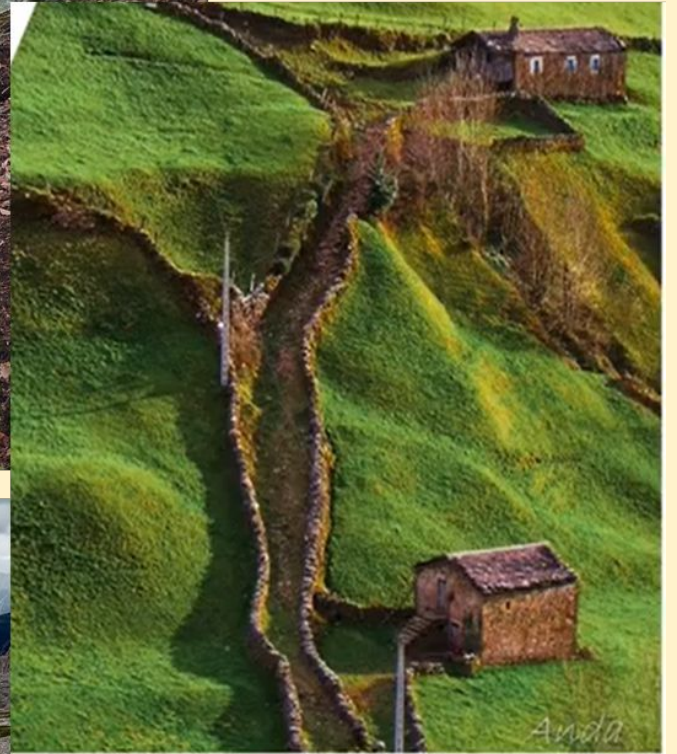
El equipo de McGill está poniendo su nueva base de datos a disposición de investigadores de todo el mundo y trabajando en nuevas características que podrían añadirse a su base de datos, como información sobre las cuencas circundantes que alimentan los lagos.

Aplicando geomorfometría básica para medir arealmente el territorio que ocupa un lago y confrontarlo con imágenes temporales se puede tener a priori una estima de su dinámica y asociarla a la cuestión climática. Por esto la importancia de la costa lacustre.

GEOMORFOLOGIA Y PROCESO DE LADERAS

PROCESOS DE LADERAS





Clasificación de las laderas en base a su pendiente

2 – 5°

SUAVES

5 – 15°

TENDIDAS

15 – 35°

MEDIA

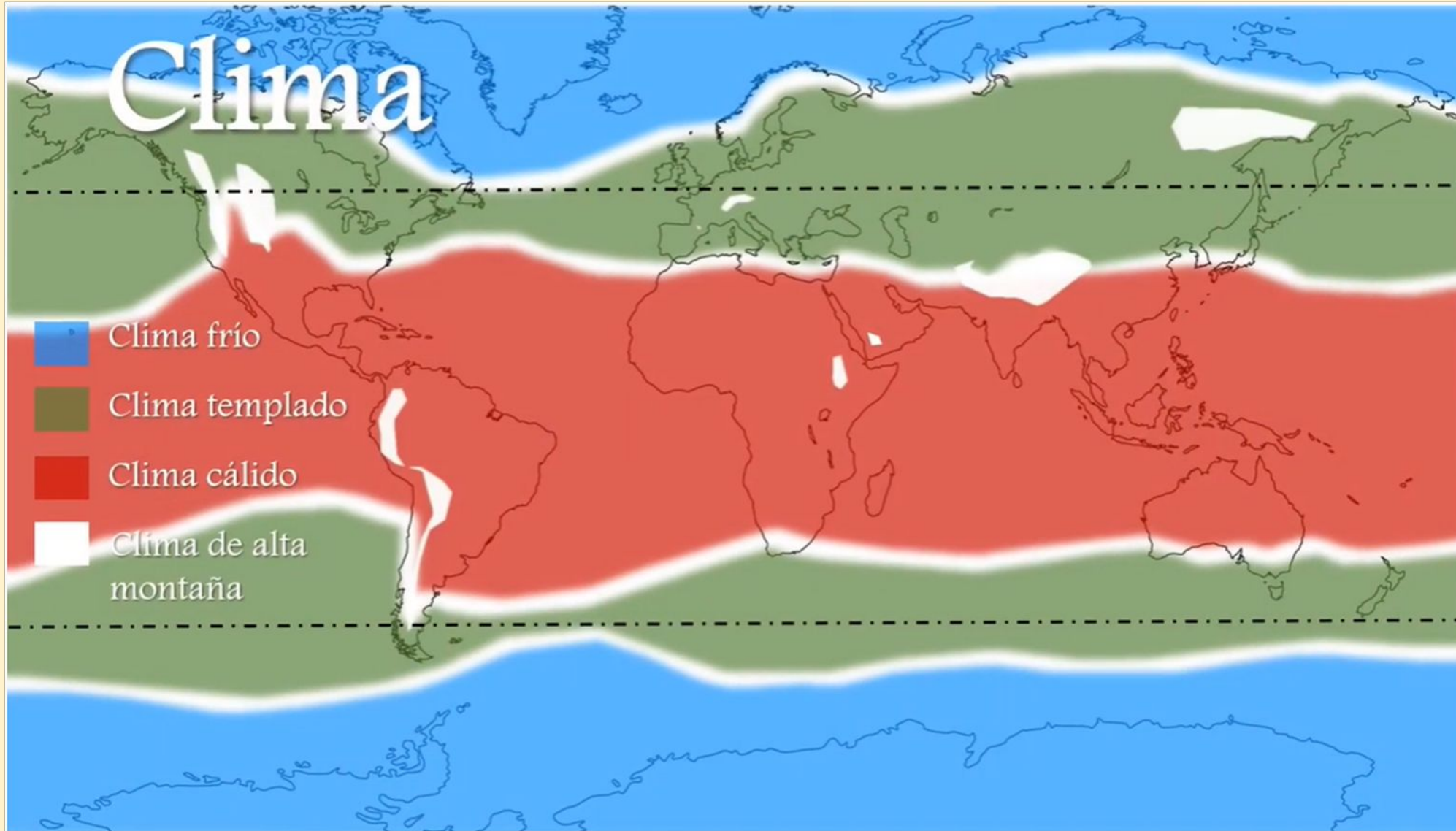
35 – 45°

ABRUPTAS

≥ 45°

ESCARPES

TIPO DE METEORIZACION Y EROSION PREDOMINANTE EN LADERAS VA A DEPENDER DEL CLIMA



Principales procesos que modelan las LADERAS:

- Escorrentía superficial
- Procesos fluviales
- Movimientos gravitacionales

ARROYADA



- Arroyada en Hilos

Se caracteriza por la existencia de infinidad de hilos cambiantes, que se extienden a lo largo de la vertiente.

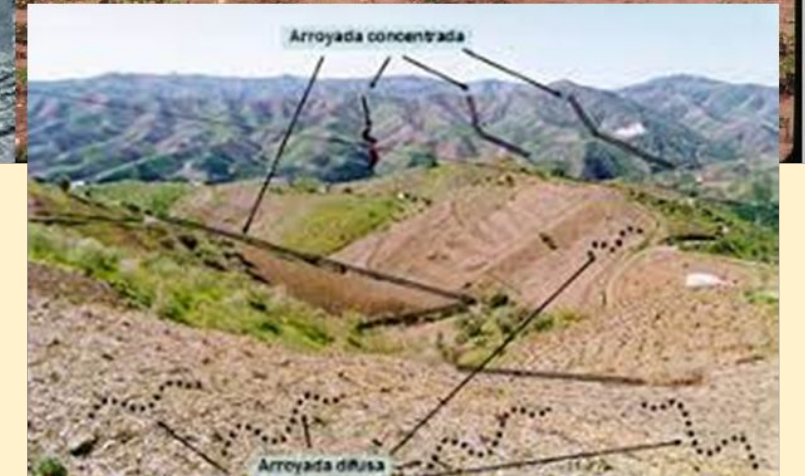
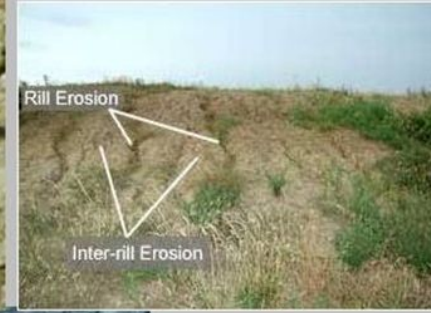
- Arroyada laminar o en manto.

Cuando los volúmenes de agua en circulación son apreciables, y se supera la capacidad de infiltración, los hilos se fusionan hasta desaparecer. La arroyada laminar arrastra grandes cantidades de fragmentos en suspensión.

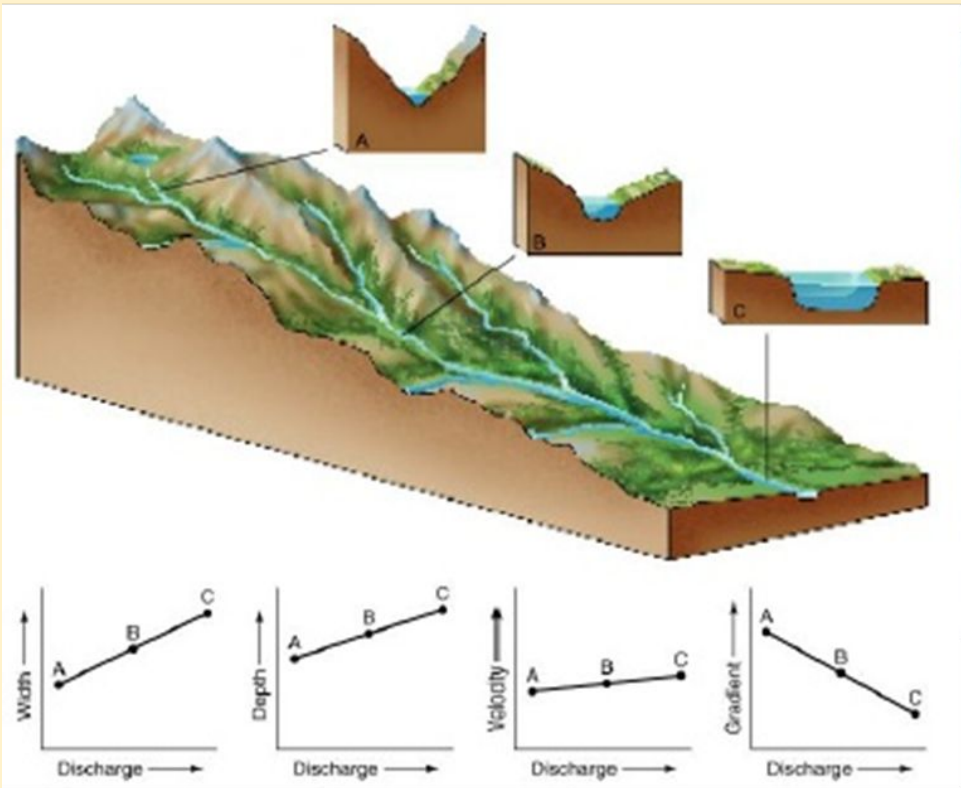
AGUAS DE ARROYADA O AGUAS SALVAJES

(surface runoff or wild waters)

Erosión laminar (sheet erosion) y surcos (rills)



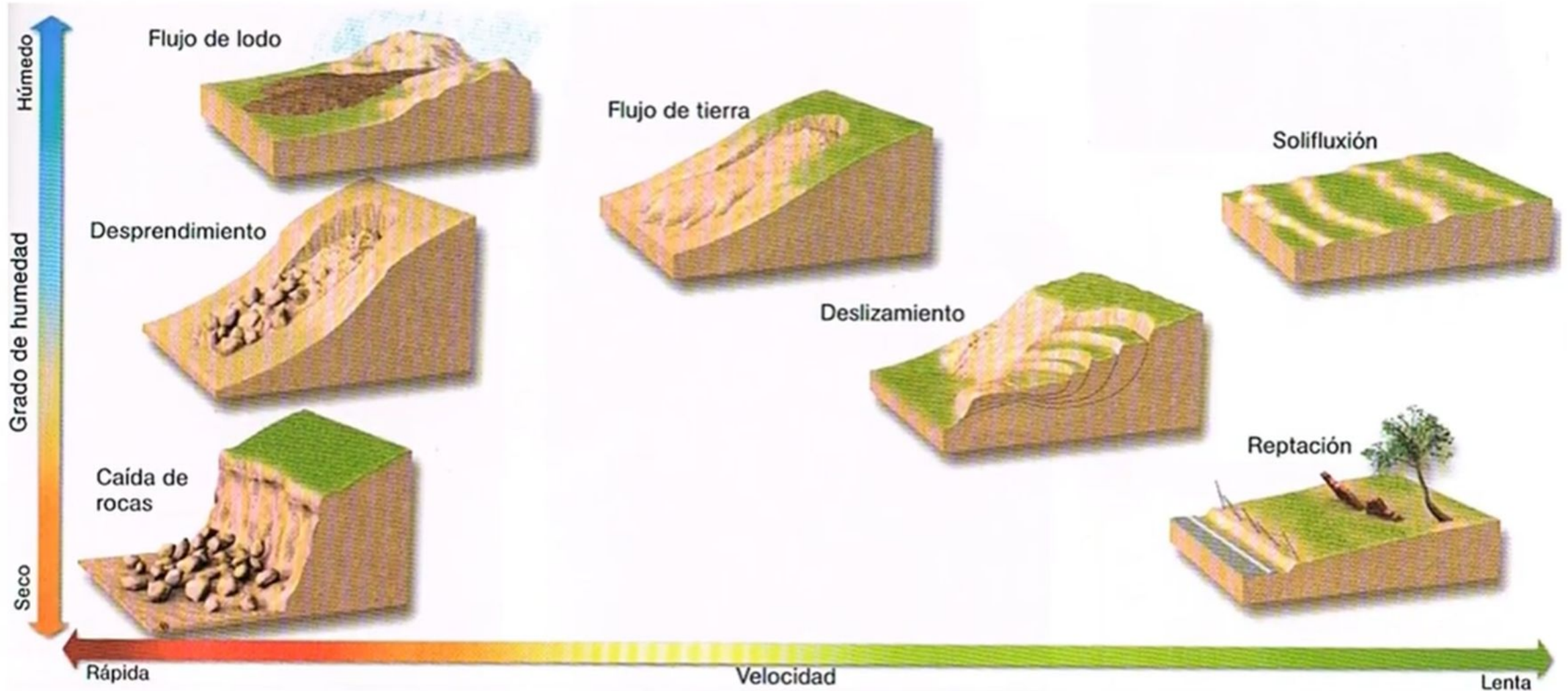
Modelado Fluvial



PROCESOS FLUVIALES



Movimientos gravitacionales



DEPOSITOS DE LADERAS

COLUVIALES

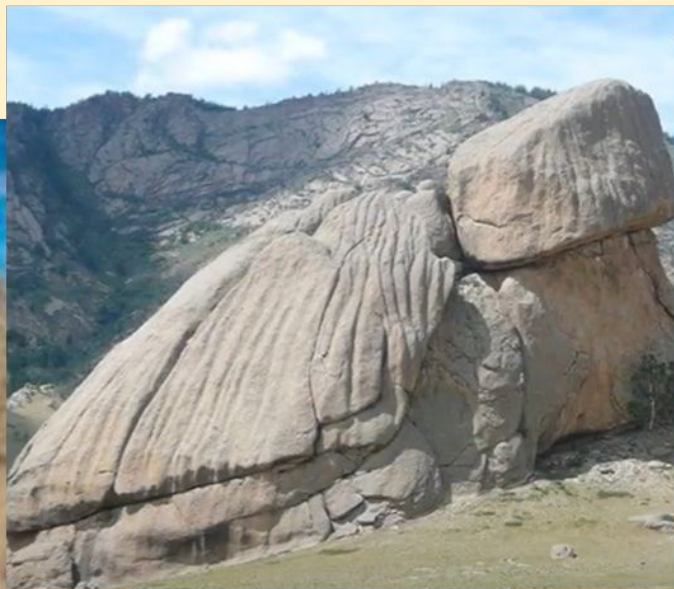
ELUVIALES



ALUVIALES

GEOFORMAS ASOCIADAS A LOS PROCESOS

Regueros e inter-regueros



Acanaladuras

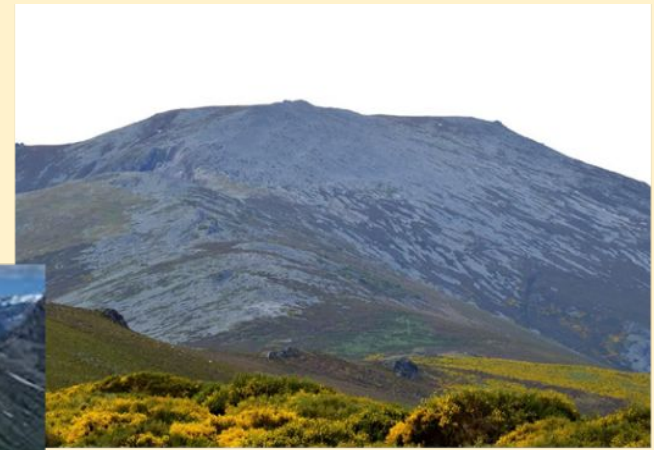


Cárcavas



Barrancos

CREEP o REPTACION



SOLIFLUXION Y GELIFLUXION



DESLIZAMIENTOS DE TIERRA (LANDSLIDES)

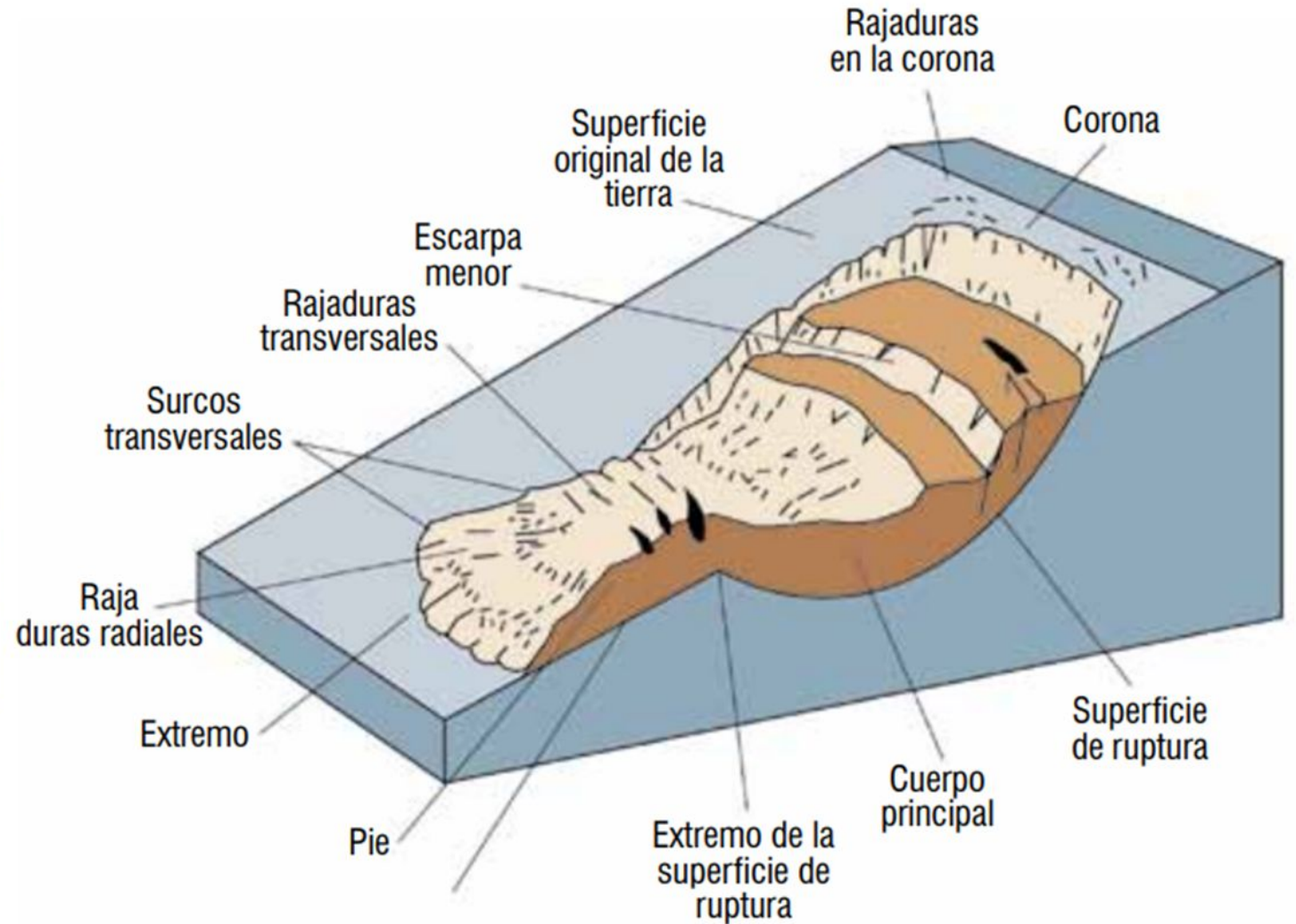


Figura 2. Una ilustración simple de un deslizamiento rotacional que se ha convertido en una corriente de tierra. La imagen ilustra las etiquetas de uso general para las partes de un deslizamiento de tierra (tomado de Varnes, 1978, Referencia 43).

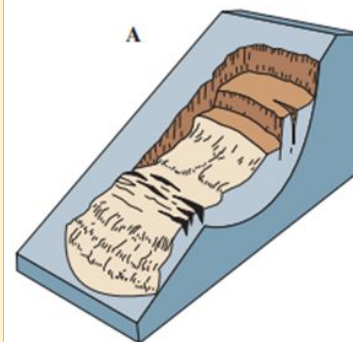
TYPE OF MOVEMENT		TYPE OF MATERIAL		
		BEDROCK	ENGINEERING SOILS	
			Predominantly coarse	Predominantly fine
FALLS		Rock fall	Debris fall	Earth fall
TOPPLES		Rock topple	Debris topple	Earth topple
SLIDES	ROTATIONAL	Rock slide	Debris slide	Earth slide
	TRANSLATIONAL			
LATERAL SPREADS		Rock spread	Debris spread	Earth spread
FLOWS		Rock flow (deep creep)	Debris flow (soil creep)	Earth flow
COMPLEX		Combination of two or more principal types of movement		

Figure 2. Types of landslides. Abbreviated version of Varnes' classification of slope movements (Varnes, 1978).

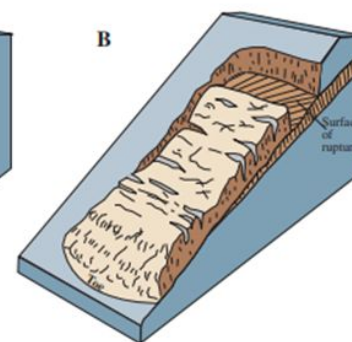
Manual de derrumbes: Una guía para entender todo sobre los derrumbes

Lynn M. Highland
Servicio Geológico de los Estados Unidos

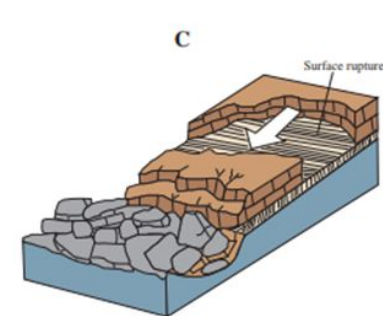
Peter Bobrowsky
Servicio Geológico del Canadá



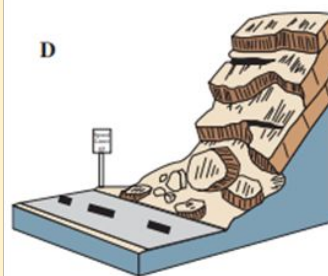
Rotational landslide



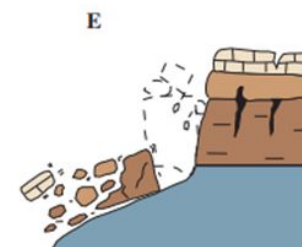
Translational landslide



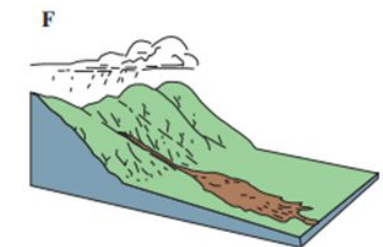
Block slide



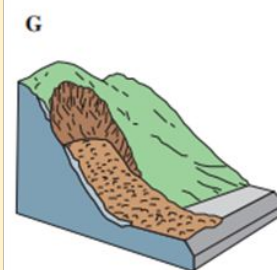
Rockfall



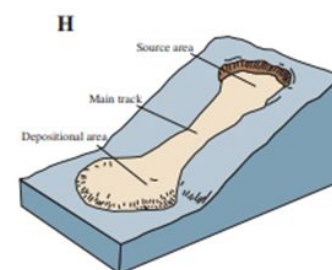
Topple



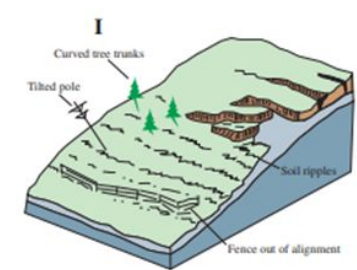
Debris flow



Debris avalanche



Earthflow



Creep



Lateral spread



Rockfall, caída de roca



Deslizamiento rotacional



Figura 12. Fotografía de los daños causados por una extensión lateral en una carretera como consecuencia del terremoto de Loma Prieta, California, EE.UU., en 1989. (Fotografía de Steve Ellen, Servicio Geológico de los Estados Unidos).

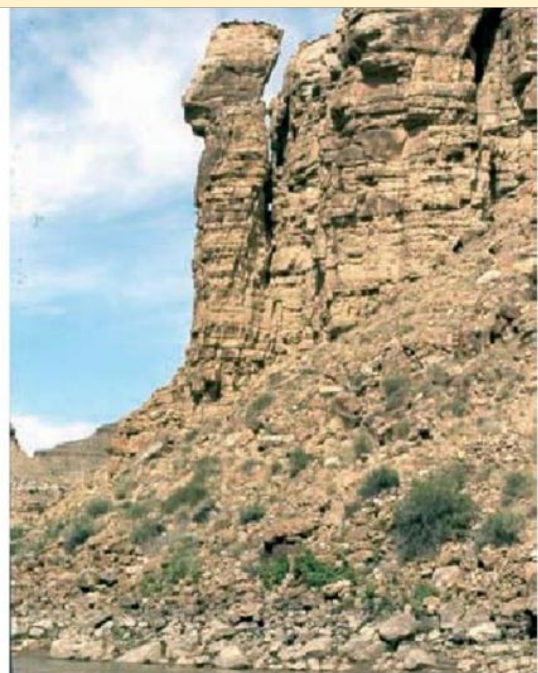
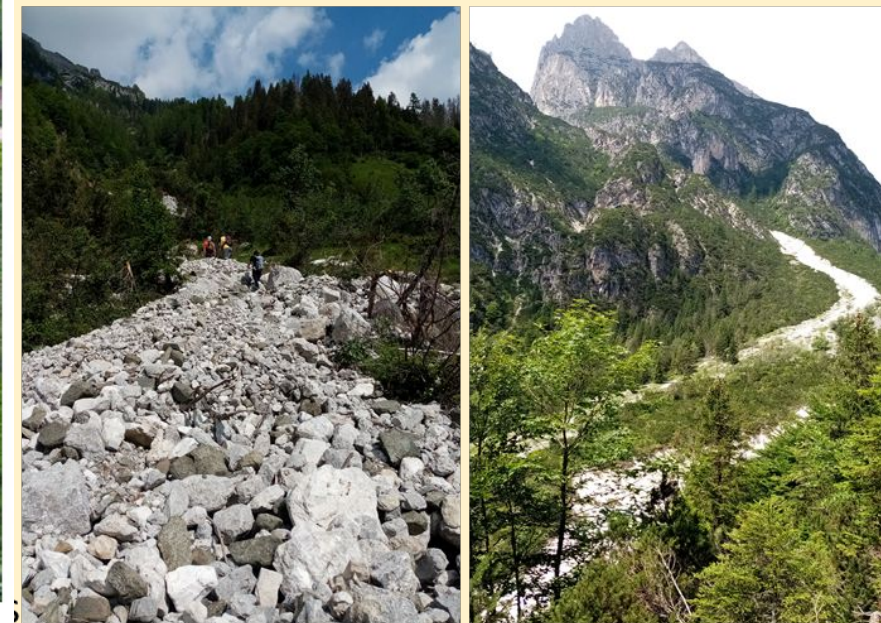


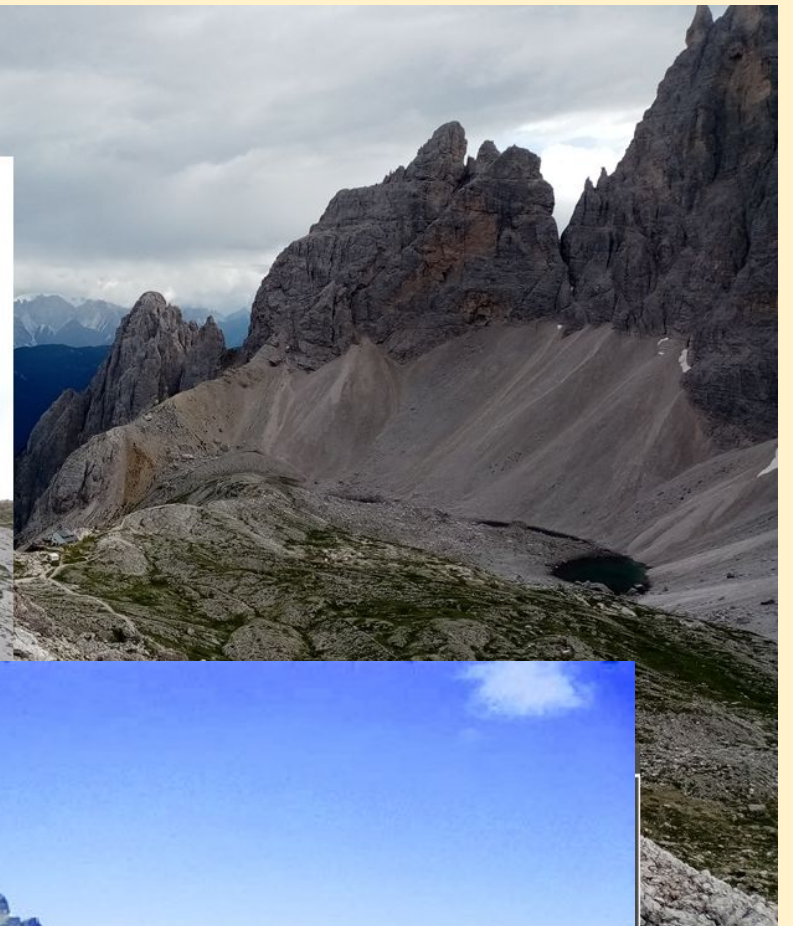
FIGURA 7.13 Vuelco en areniscas, denominado Nefertiti. Green River. Gray Canyon. Utah. Estados Unidos. Foto F. Gutiérrez

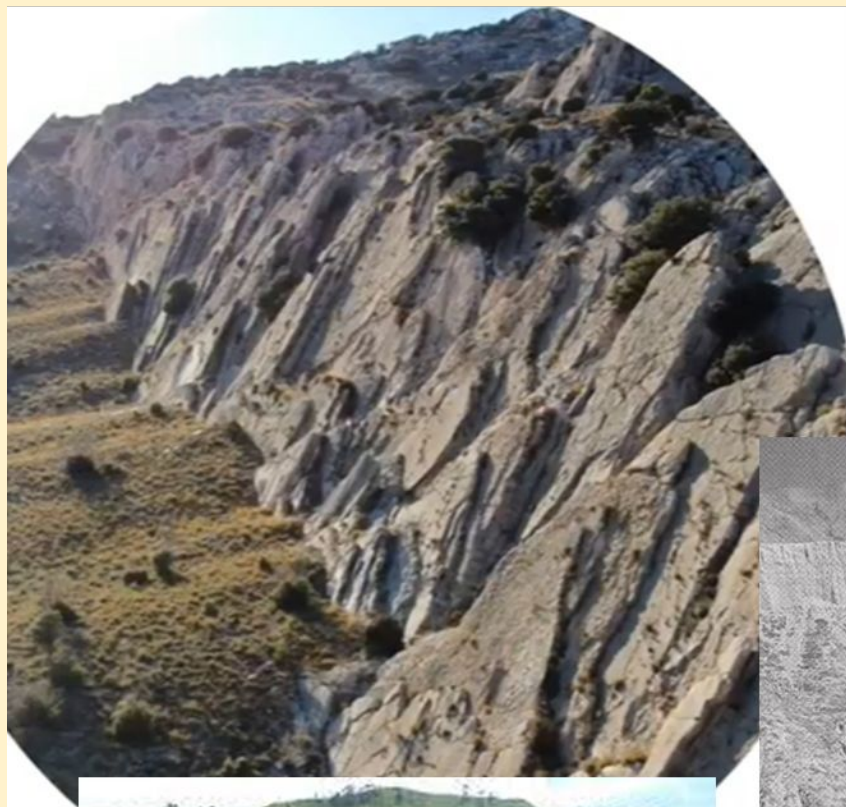


Figura 10. Un deslizamiento de traslación que se produjo en 2001 en el Valle del Río Beatton, Columbia Británica, Canadá. (Fotografía de Réjean Couture, Servicio Geológico del Canadá).

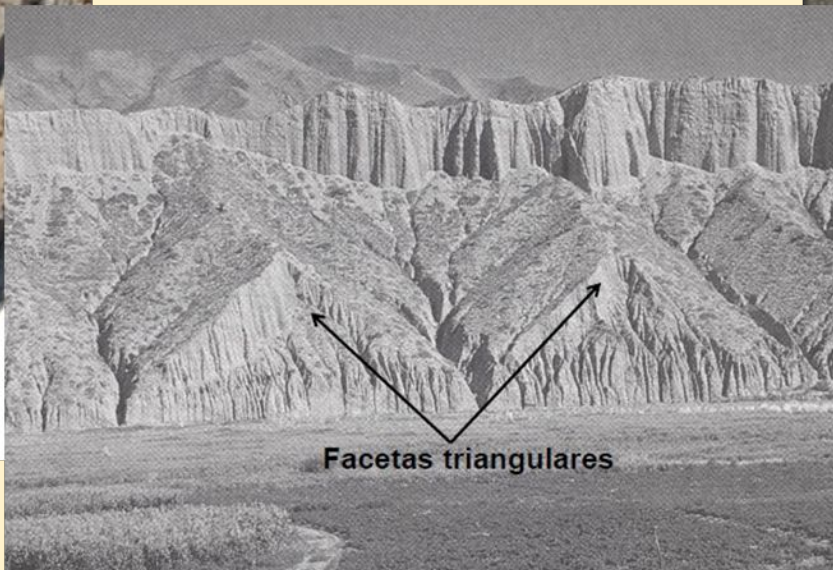


TALUS (CANCHAL) - CONO DE DERRUBIOS

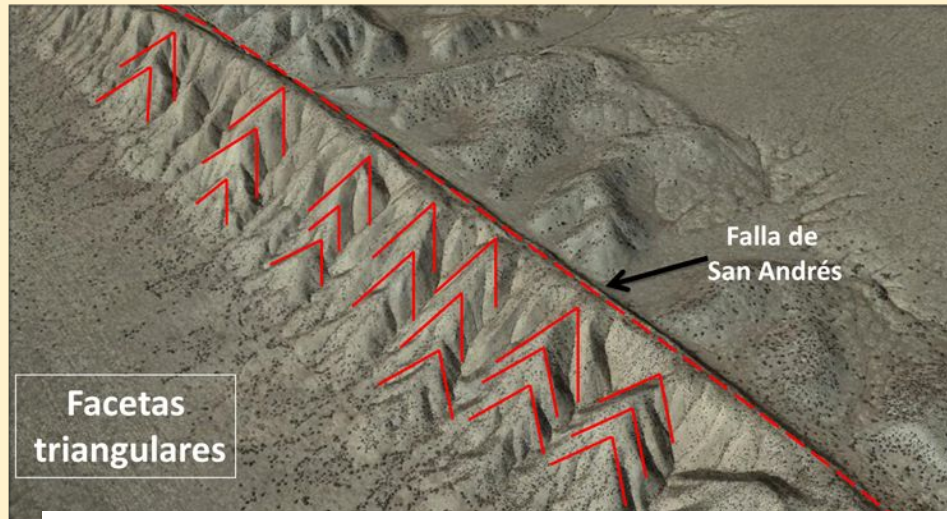




Facetas triangulares

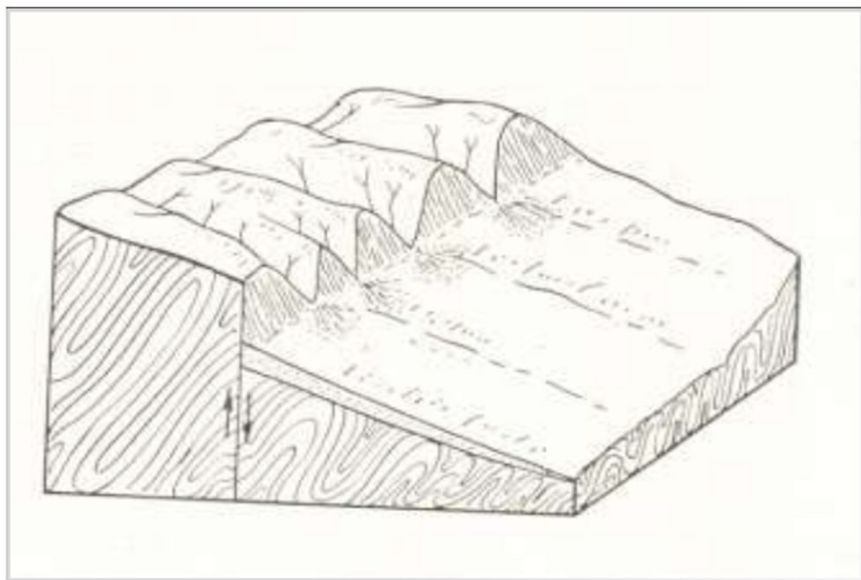


Facetas triangulares



Facetas triangulares

Falla de San Andrés



Escarpe de falla. Se caracteriza por la formación de faceta trapezoidales coincidentes con el plano de falla. Su continua erosión llega a convertirlas en facetas triangulares (como el caso de la imagen). La **presencia de conos de deyección** de una cierta envergadura, formados a expensas de la erosión del bloque levantado, indica que la falla no es de edad reciente.

PROCESOS EN LADERAS

- Las laderas tienen una extensa distribución globalmente.
- Los procesos de laderas tienen una gran capacidad modeladora.
- La gravedad tiene un gran potencial para disparar los procesos, que junto con el porcentaje de agua, pendiente, estructura se intensifican de distinta manera.
- En las laderas se establecen muchas poblaciones, se practica agricultura-ganadería, por lo que la acción antrópica es una variable importante para su dinámica.
- El cambio climático afecta directamente en el desarrollo de sus procesos.
- Los procesos de laderas conllevan pérdidas económicas, humanas y ambientales.
- Es importante conocer y monitorear los sectores sensibles a estos eventos para prevenir o mitigar sus daños potenciales.

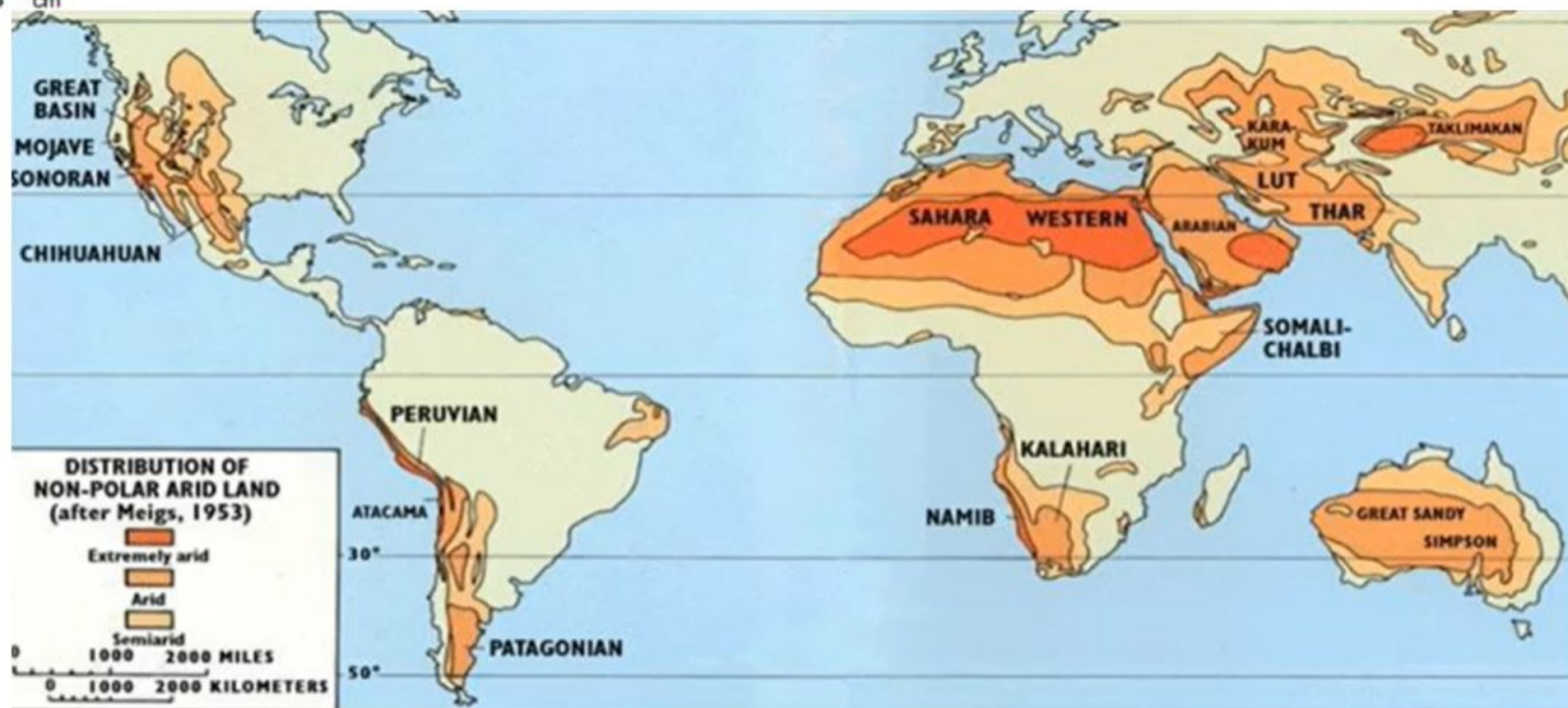
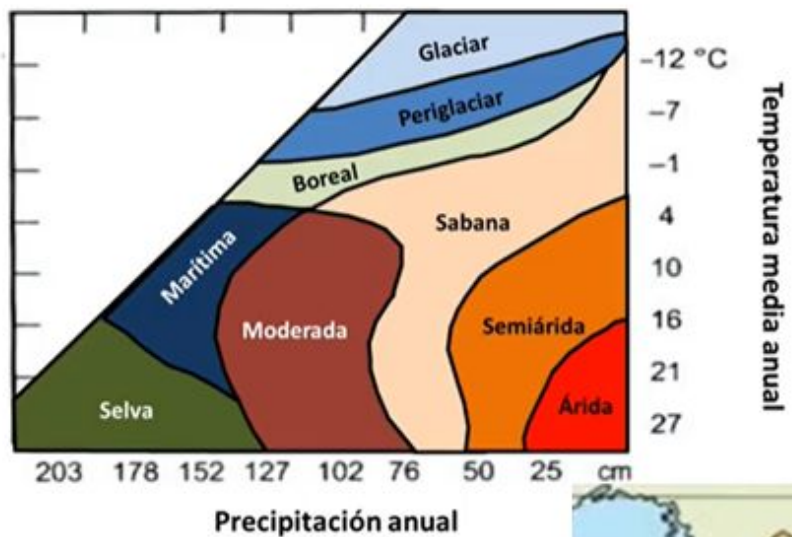
<https://www.youtube.com/watch?v=Fsh5E9m3PrM>

<https://www.youtube.com/watch?v=nITbz8t6D68>

Geomorfología de regiones áridas y semiáridas

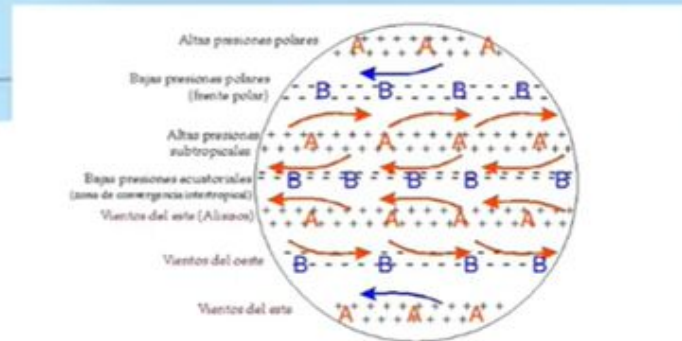
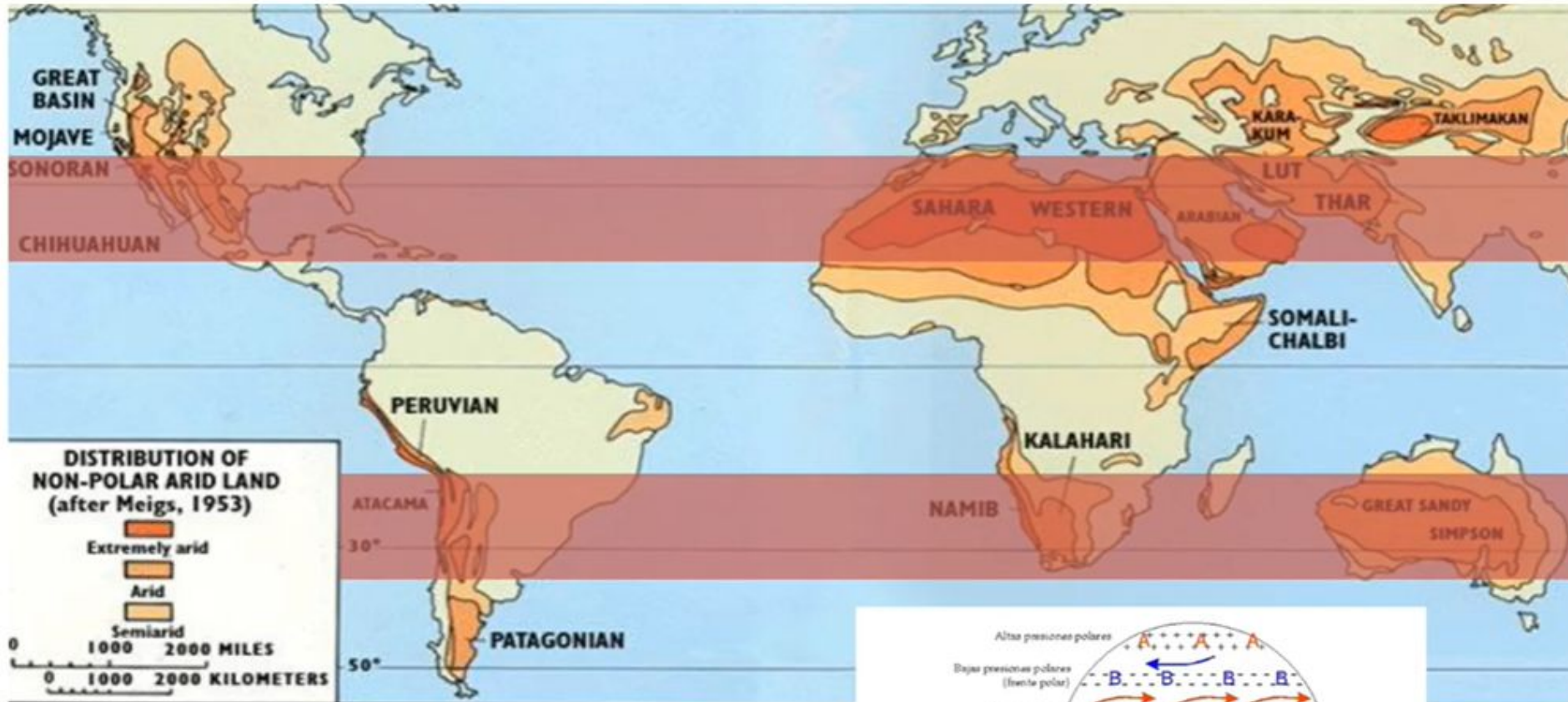


GEOMORFOLOGÍA REGIONES ÁRIDAS y SEMIÁRIDAS



Escasez de agua: factor latitudinal. Franja tropical-sub trop. Baja pluviosidad, corrientes anticiclonicas y temperaturas altas. Sahara, Australia, Namibia.

Factor continental, gran distancia al mar, baja tasa de humedad. Desiertos de Asia central.



Factor Altitud:
barreras montañosas no dejan atravesar aire cargado de humedad. Desiertos continentales de Norteamérica y Sudamérica, Puna.

Factor Corrientes oceánicas frías: limitan la humedad ambiental. Se dan en el hemisferio sur por las corrientes antárticas, costas de SudAmérica y Africa.



Dominio Eólico

Dominio Fluvial



METEORIZACIÓN



FLUJO DE VIENTO
TURBULENTO

Suspensión
lejana (<20 mm)

Suspensión
próxima
(20-70 mm)

Remolinos

Saltación modificada
(70-100 mm)

Saltación
(70-500 mm)

Traslación
(>500 mm)

1-5m



Dunas.

Colinas de arena que se forman cuando la arena en movimiento encuentra un obstáculo.

Desierto de arena
(erg)

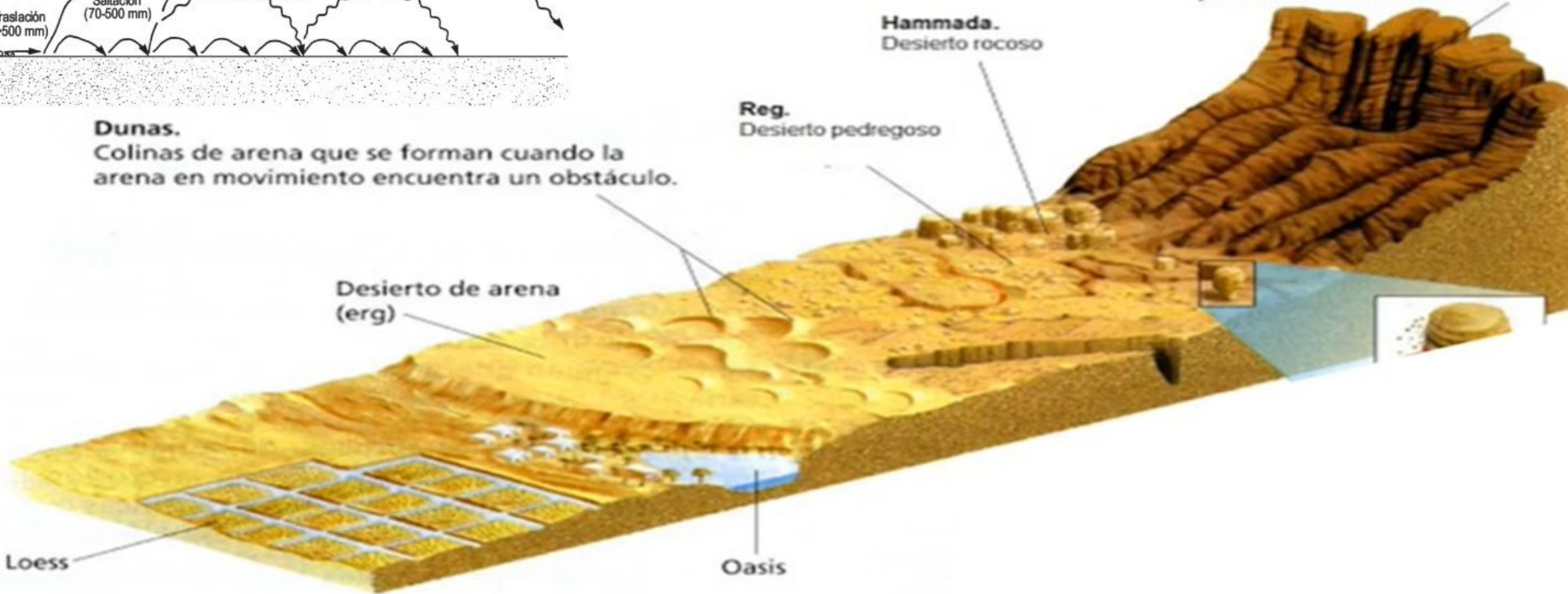
Loess

Oasis

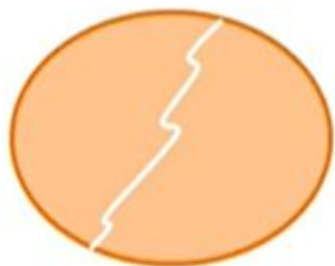
Reg.
Desierto pedregoso

Hammada.
Desierto rocoso

Uadi.
Valle profundo originado
por las lluvias torrenciales.



TERMOCLASTIA



Descamación



Fracturación

Dilatación y contracción térmica por causa de cambios de temperatura diurnos y nocturnos.

Mayor efecto cuando la roca está compuesta por distintos minerales, debido a su comportamiento diferencial.

Depende de la radiación solar y su variación de temperatura durante el día.

Causa disgregación granular, fracturación y escamación.

HIDROCLASTIA



Hidroclastia: presencia de agua procedente de las lluvias esporádicas o rocío. Ciclo de humedecimiento y secado de la roca o suelo a lo largo del día.

HALOCLASTIA

Haloclastia: fragmentación mecánica de la roca por precipitación de cristales de sal en discontinuidades, cavidades o poros de las rocas. El aumento de volumen de los cristales por crecimiento o dilatación térmica produce una cuña que favorece la rotura de la roca.

Algunos minerales como anhidrita al hidratarse que pasa a yeso, sufre un aumento de tamaño.

Yeso



Salas son transportadas por movilización eólica de otras fuentes lejanas o por circulación de agua subterránea, etc.

Pavimentos desérticos



Gravas en matriz de fino.



Sustrato rocoso erosionado

Yardangs



Formaciones rocosas aisladas con formas alargadas producto de la erosión eólica desde una misma dirección.

Erosión diferencial y en distintas direcciones del viento. Formas fungiformes.





Tafoni y panal de abeja.

Cavidades producto de la meteorización y erosión en rocas areniscas y cristalinas.

Combinación haloclastia, abrasion eólica, meteorización orgánica.

Erg



Material erosionados y transportados de los pavimentos desérticos de acumulan por acción eólica en zonas distales a éstos.

Forman dunas o erg, mantos de arenas.

Loess



Depósitos de limo-arcilla transportados por el viento a áreas alejadas de su Fuente (material fino). No están estratificados y están compuestos por qz, fs, cal, minerales arcillosos y hasta fragmentos orgánicos.

Barniz desértico: óxidos de Fe y Mn que recubren pavimentos y otras superficies. Pátinas.

Grietas de desecación



Popcorn

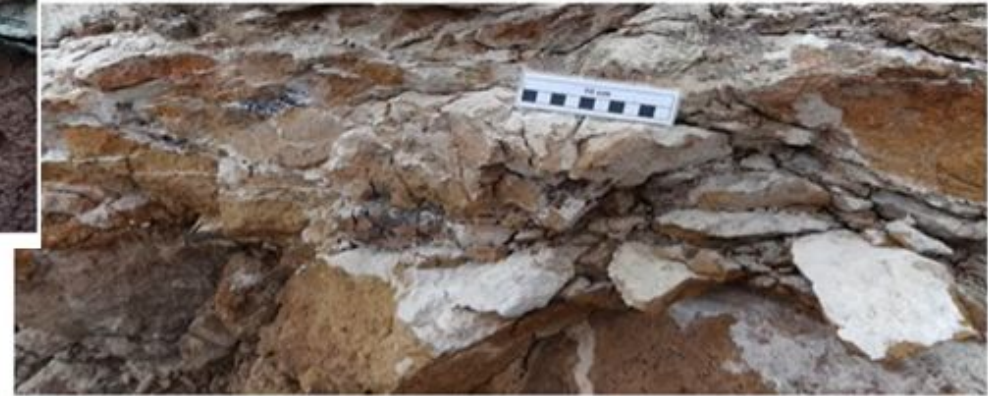
Costras



Gypsisol



Cementos formados por proceso químico de circulación vertical y evaporación de aguas subterránea con minerales como sílice o Cal o Yeso, que precipitan en la superficie.



Calcreta



Frente del flujo

Flash flood

Carcavamiento



Badlands



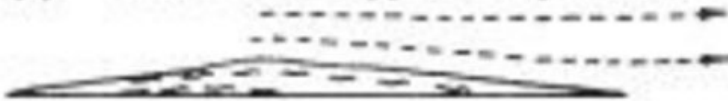
Los **Badlands** son un tipo de terreno seco donde las rocas sedimentarias más suaves y los suelos ricos en arcilla han sido extensivamente erosionados por el viento y el agua. Se caracterizan por pendientes pronunciadas, vegetación mínima, falta de un regolito sustancial y alta densidad de drenaje

Formación de dunas

(a) Pequeña acumulación de arena



(b) Protoduna con ripples - expansión del flujo



(c) Protoduna con caída de granos - expansión mayor del flujo

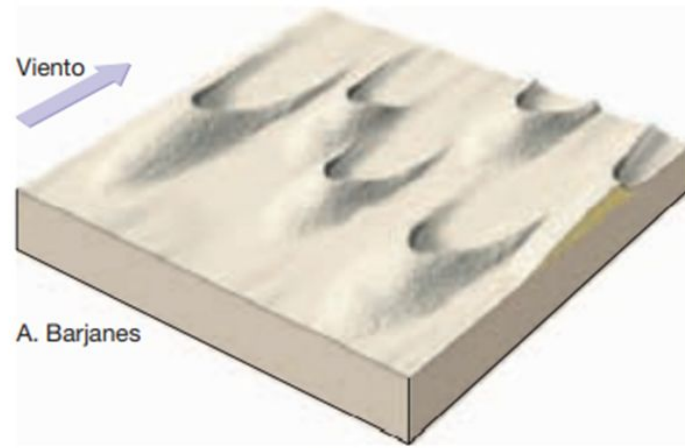


(d) Protoduna con caída de granos - separación del flujo

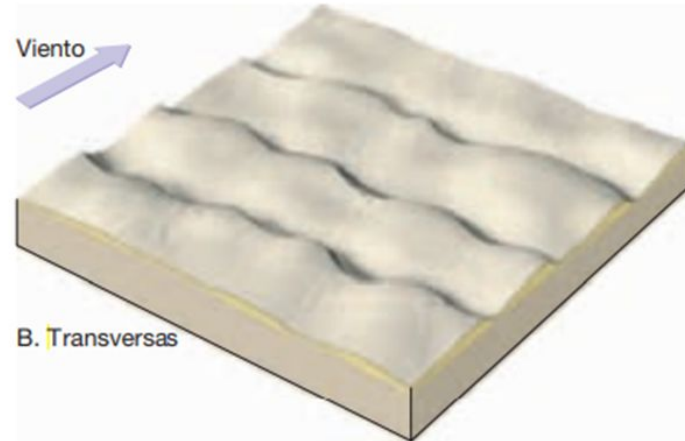


(e) Duna con flujo de granos - separación del flujo

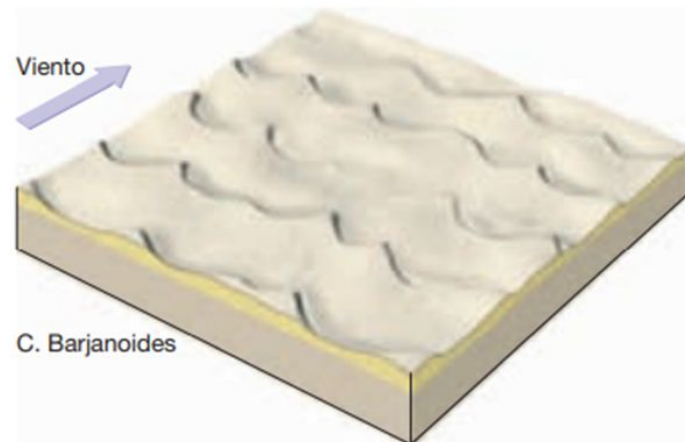




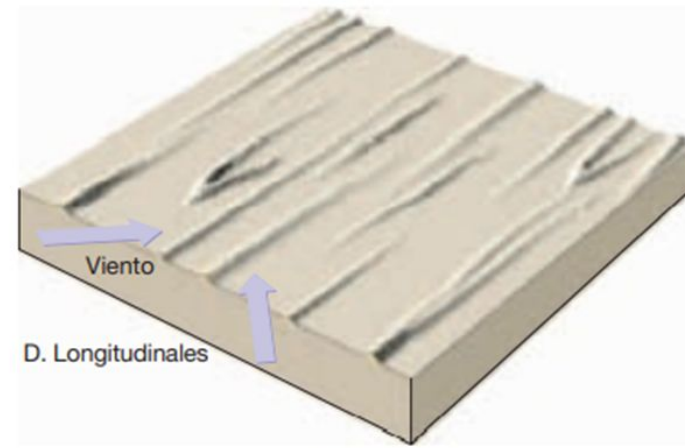
A. Barjanes



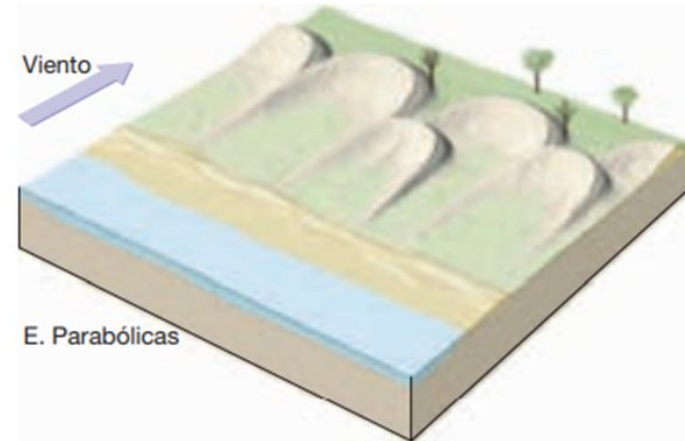
B. Transversas



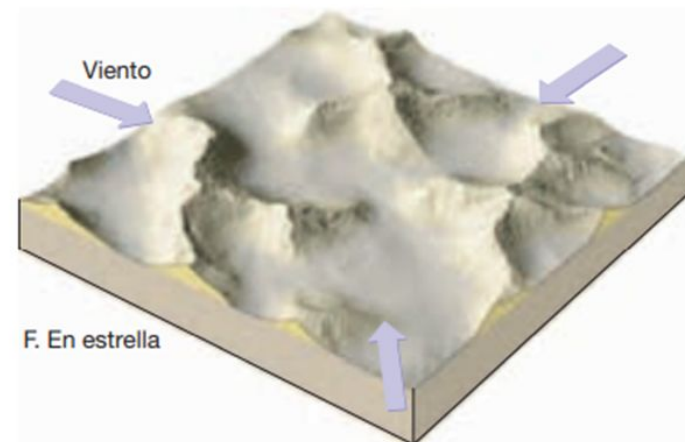
C. Barjanoides



D. Longitudinales



E. Parabólicas



F. En estrella



<https://www.youtube.com/watch?v=hbHlAt5Zcgs>