

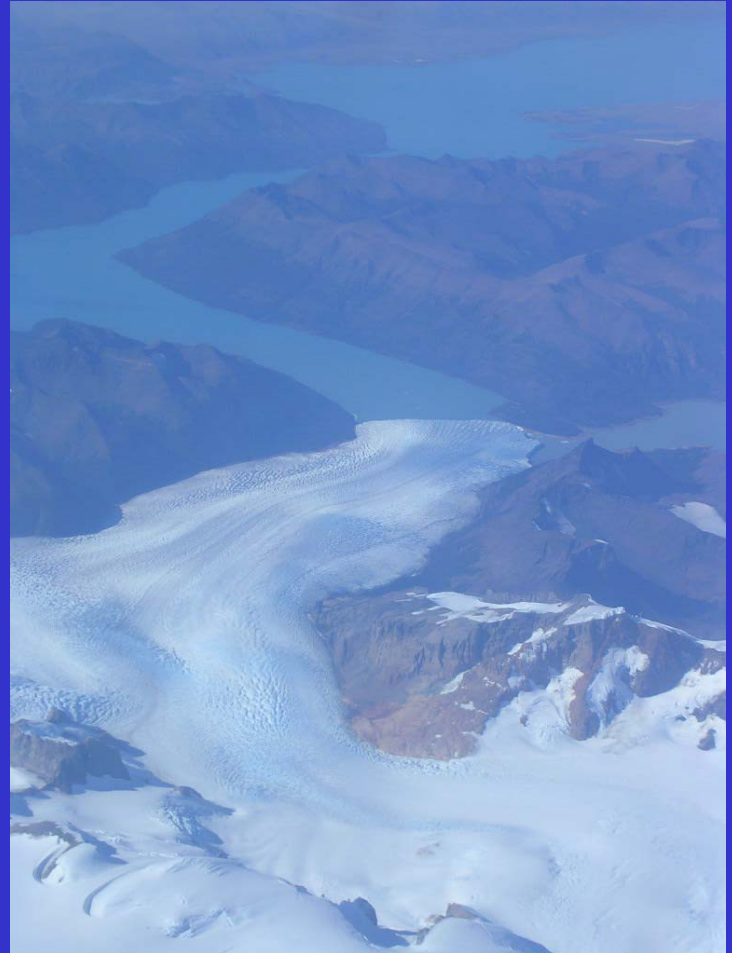
# Los Sistemas Glaciares



SE FORMA DÓNDE LA CANTIDAD DE NIEVE ACUMULADA EXCEDE A SU FUSIÓN Y SUBLIMACIÓN, HABITUALMENTE CON UN ÁREA MAYOR QUE 0.1 KM<sup>2</sup> CADA AÑO LA NIEVE ACUMULADA ES MAYOR QUE LA QUE SE FUNDE. SU EXISTENCIA ESTÁ ESTRECHAMENTE RELACIONADO CON LAS VARIACIONES DEL CLIMA.

# ¿ QUE ES UN GLACIAR?

UN GLACIAR ES UN  
*CUERPO DE HIELO*  
*QUE FLUYE SOBRE*  
*LA SUPERFICIE*  
*DEL TERRENO Y*  
QUE CONSTA DE  
PRINCIPALMENTE  
DE NIEVE  
RECRISTALIZADA Y  
COMPACTADA



SU MOVIMIENTO NO ES PERCEPTIBLE A SIMPLE VISTA

# Un glaciar es un sistema abierto

## Principal ingreso:      Principal egreso del sistema:

– La nieve

### **Ingresos menores:**

- Agua de lluvia congelada.
- Escorrentía superficial congelada.

Fusión de nieve y hielo

### **Fuentes de calor**

Radiación.

Lluvia caliente, escorrentía, agua percolante

Fricción interna por movimiento.

Fusión por presión.

Calor geotérmico.

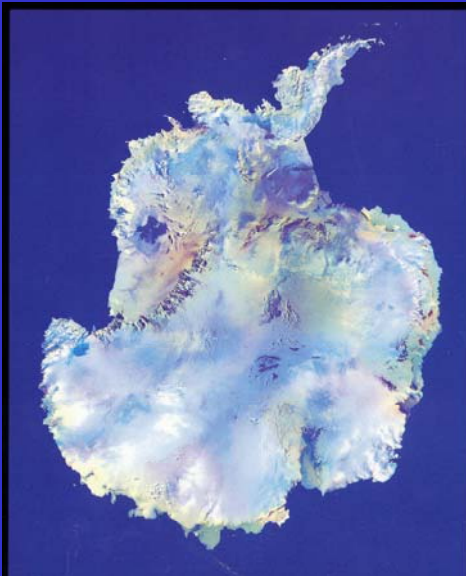
### **•Salidas menores**

-Sublimación

-Remoción eólica nieve

-Formación de témpanos

IGUAL QUE EL SISTEMA FLUVIAL, UN GLACIAR ES UN *SISTEMA ABIERTO*, DONDE EL AGUA ENTRA COMO NIEVE, QUE SE TRANSFORMA EN *HIELO POR COMPACTACIÓN Y RECRISTALIZACIÓN*.



# Formación del hielo glaciar

- Se forma por recristalización de la nieve.



**Figure 14.2** Snow crystals change to granular ice by partial thawing and refreezing along their delicate edges. Burial produces compaction and recrystallization, cementing all the grains into glacial ice.

## TRANSFORMACIÓN DE NIEVE EN HIELO GLACIAR

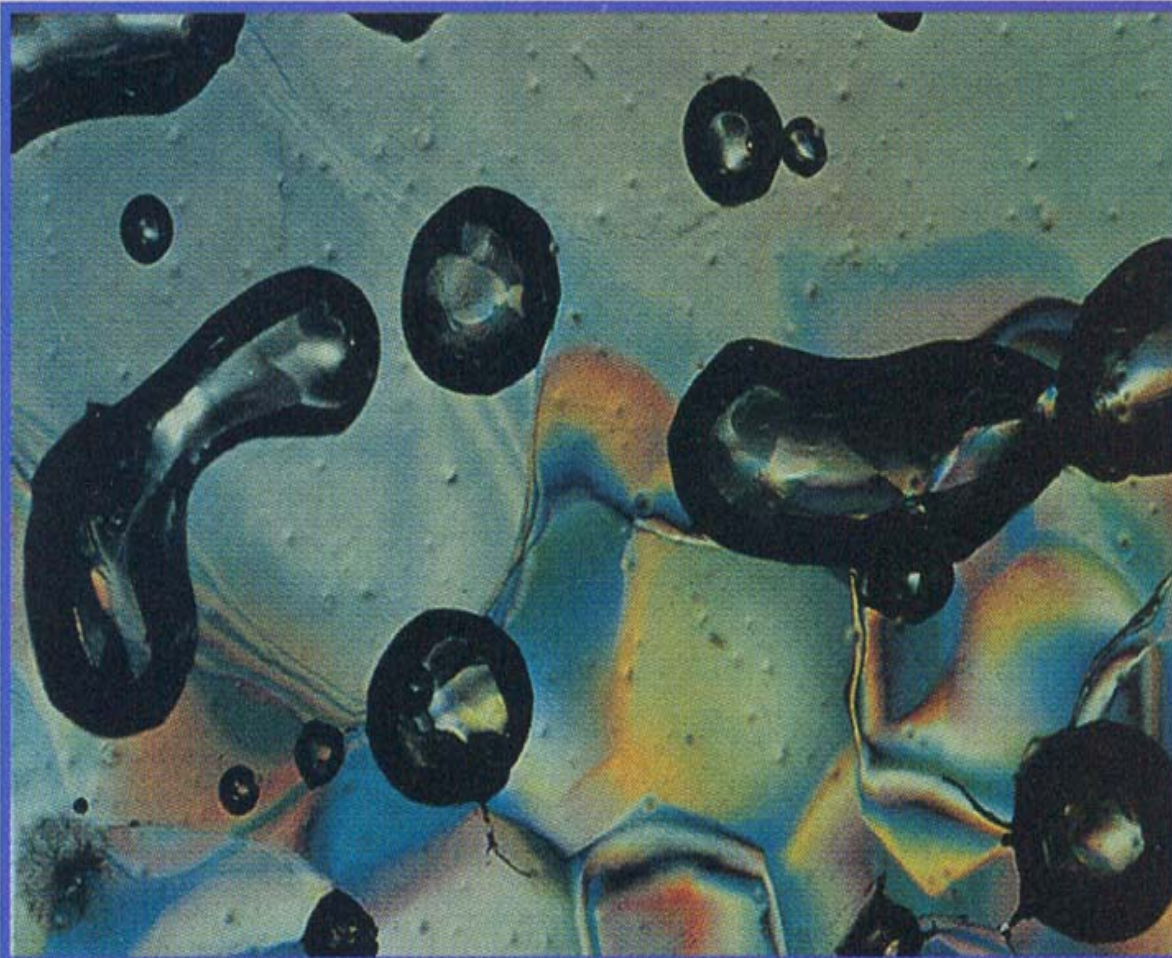
- Temperatura bajo  $0^{\circ}$  : AGUA -- ESTADO SÓLIDO. PRECIPITA EN FORMA DE **CRISTALES HEXAGONALES**.
- LA NIEVE SECA RECIÉN CAÍDA ES **EXTREMADAMENTE POROSA**, LO QUE LA HACE LIGERA COMO UNA PLUMA.





1 mm

- SU GRAN POROSIDAD Y FORMA DE ESTRELLA DA A LA MASA UNA **SUPERFICIE INTERNA MAYOR** A LA DE LOS SEDIMENTOS ORDINARIOS.
- EL AIRE PENETRA EN LOS ORIFICIOS Y EL HIELO SE EVAPORA HASTA QUEDAR SÓLO LA **PORCIÓN CENTRAL DEL CRISTAL ORIGINAL**.
- LAS PARTÍCULAS ESTRELLADAS CAMBIAN RÁPIDAMENTE A **RACIMOS DE CRISTALES DE FORMA ESFÉRICA**, DE 3 mm O MENOS DE DIÁMETRO.
- TODA LA MASA ADOPTA, AL FINAL DEL INVIERNO, UNA **ESTRUCTURA GRANULAR**, MENOS POROSA Y DE MAYOR DENSIDAD, QUE OBLIGA AL AIRE A ESCAPAR.
- CUANDO ALCANZA UNA **DENSIDAD DE 0.8** SE VUELVE IMPERMEABLE AL AIRE Y ENTONCES SE LLAMA HIELO.
- EL **HIELO ES UNA ROCA**, PUES CONSTA DE GRANOS CRISTALINOS DE UN MINERAL, ASÍ COMO LAS ARENISCAS DE CUARZO.



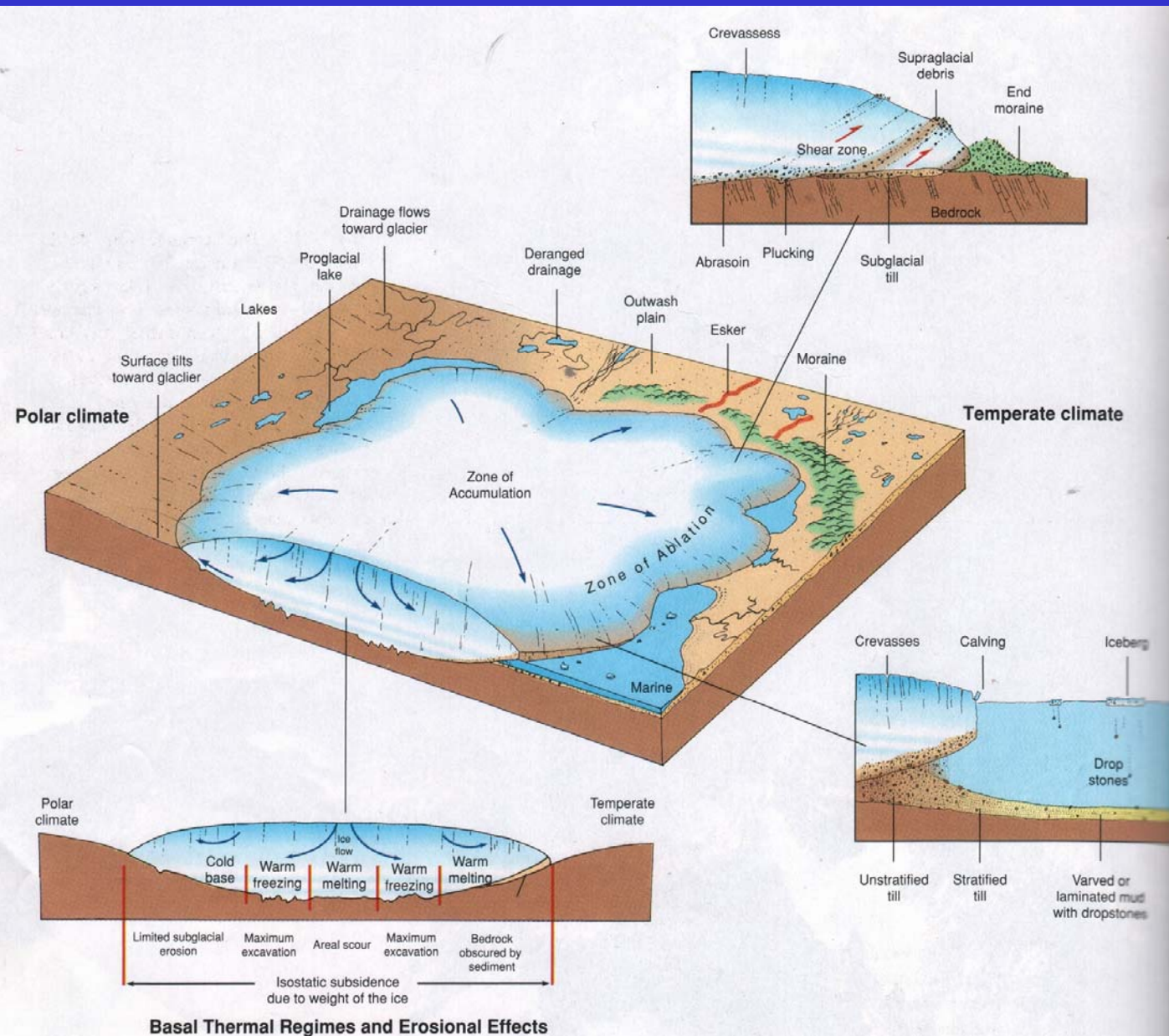
**Burbujas de aire atrapadas en el hielo**  
**La proporción de CO<sub>2</sub> y otros gases pueden ser medidos en estas muestras de antiguas atmósferas**

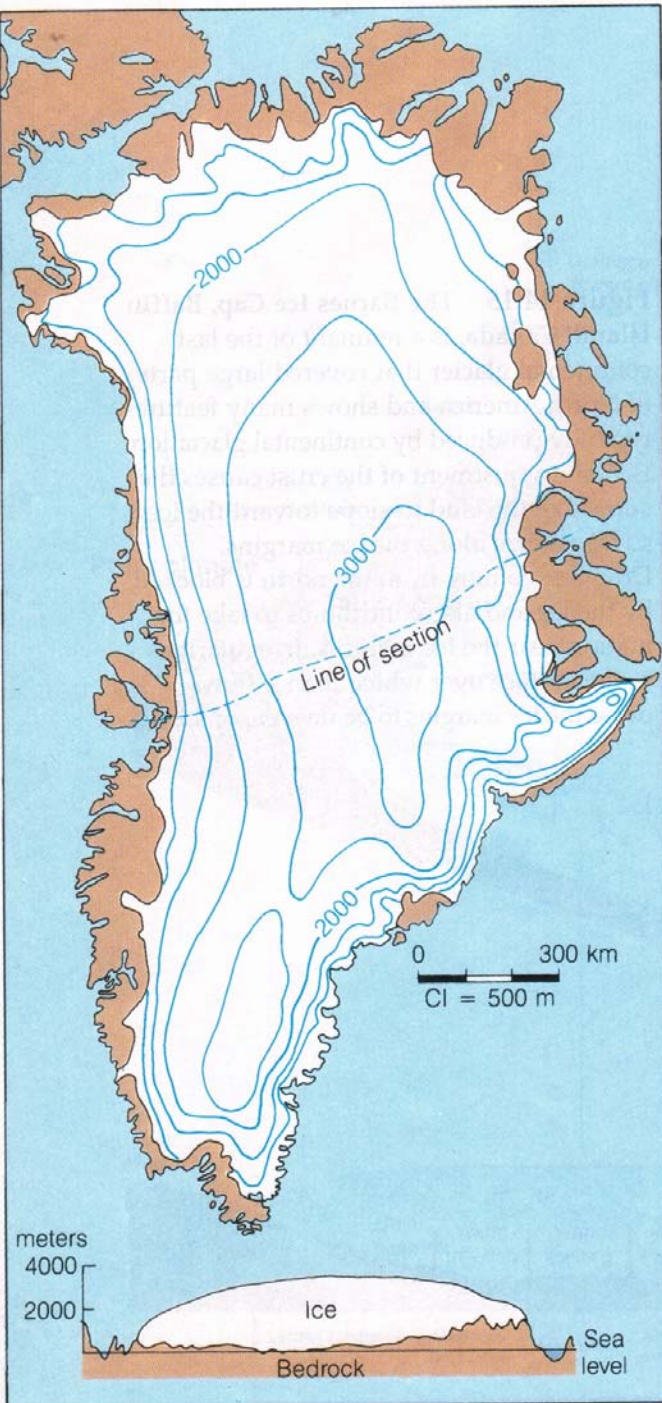


# TIPOS DE GLACIARES

- GLACIARES DE VALLE (FLUYEN HACIA ABAJO A TRAVÉS DE VALLES, COMO LAS CORRIENTES DE AGUA)
- GLACIARES DE PIE DE MONTE (SITUADOS SOBRE UNA PLANICIE EN LA BASE DE UNA MONTAÑA)
- CASQUETE O MANTO DE HIELO (GLACIAR DE FORMA IRREGULAR, QUE CUBRE UNA AMPLIA SUPERFICIE DE TERRENO. Ej.: La capa de hielo antártico cubre aproximadamente 12.500.000 km<sup>2</sup> y tiene 4.200 m de espesor ; el manto de Groenlandia cubre aproximadamente 1.700.000 km<sup>2</sup> y tiene 3.000 m de espesor ; entre ambos representan el 95% del área total de los glaciares del mundo).

# CASQUETE O MANTO DE HIELO (GLACIAR DE FORMA IRREGULAR, QUE CUBRE UNA AMPLIA SUPERFICIE DE TERRENO.



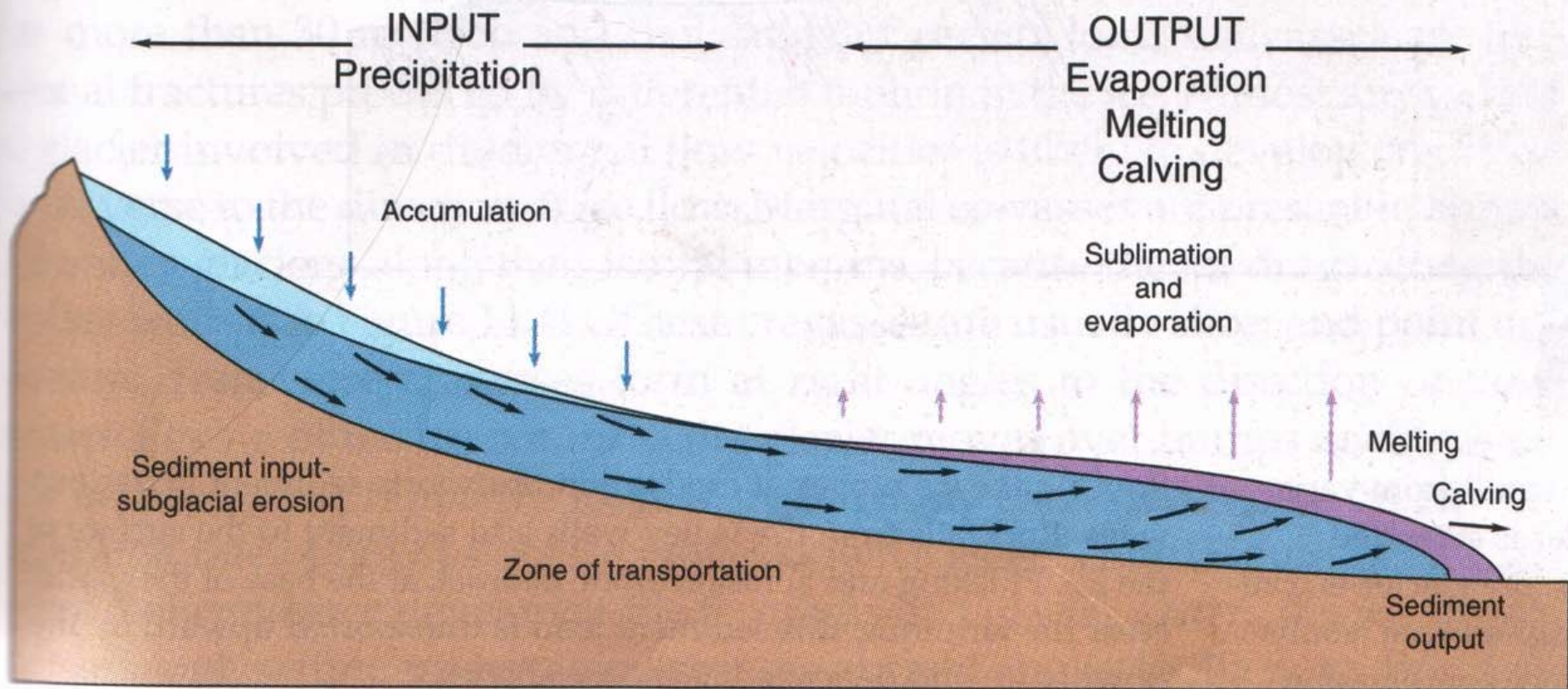


**Capa de hielo antártico ( cubre  
aproximadamente 12.500.000  
km<sup>2</sup>)**

- EL HIELO DEL GLACIAR SE ORIGINA ENCIMA DEL *NIVEL DE NIEVES PERPETUAS*, EN LA **ZONA DE ACUMULACIÓN**, PERO SE DESPLAZA Y EXTIENDE HACIA ABAJO, FUERA DE ELLA, HACIA LA **ZONA DE ABLACIÓN**. SE MANTIENE BAJO LA *LINEA DE NIEVES*, PORQUE SU MOVIMIENTO *TRANSFIERE EL HIELO DE LA PARTE SUPERIOR ANTES QUE ÉSTE SE FUNDA*.
- DE ESTA FORMA, LA **LONGITUD Y EL VOLUMEN** REPRESENTAN UN EQUILIBRIO APROXIMADO ENTRE TRES VARIABLES:
  - 1) LA ACUMULACIÓN DE NIEVE;
  - 2) LA PÉRDIDA POR FUSIÓN Y EVAPORACIÓN;
  - 3) LA TRANSFERENCIA POR EL MOVIMIENTO . Balance entre la tasa de ingreso de hielo al sistema, y tasa de egreso de hielo del sistema.

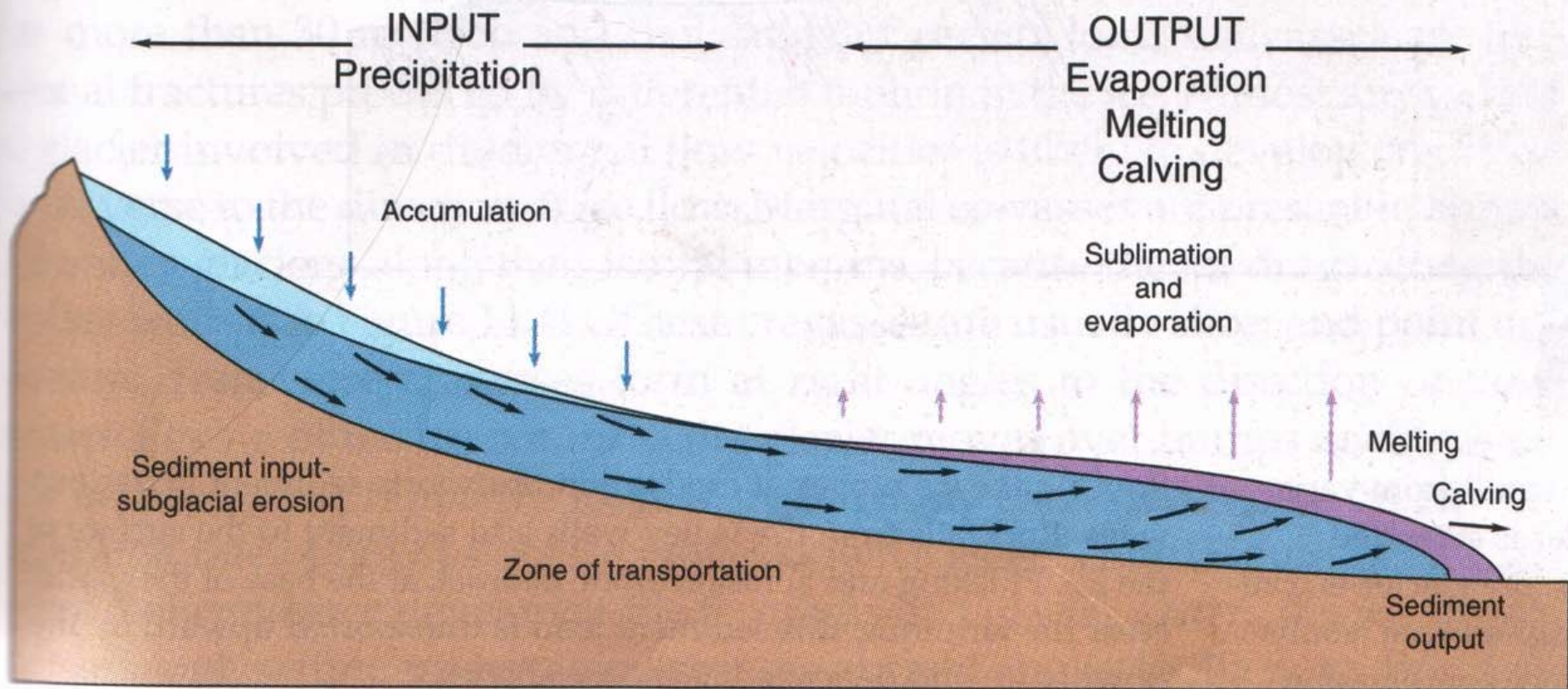


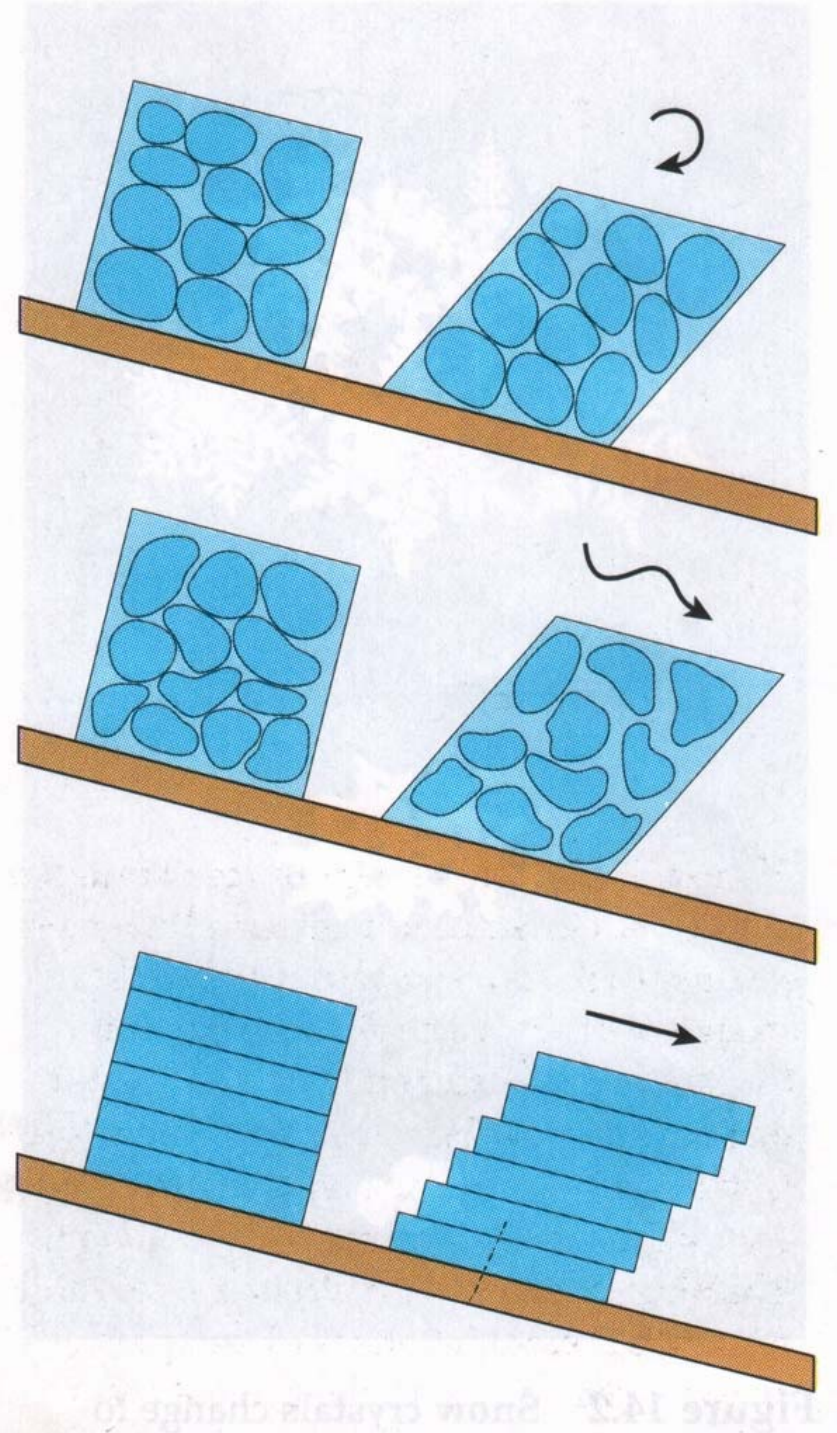
LAS PARTES ESENCIALES DE UN GLACIAR SON: 1) LA ZONA DE ACUMULACIÓN (CON GRANOS DE HIELO NETOS) y 2) LA ZONA DE ABLACIÓN (DÓNDE EL HIELO DEJA EL SISTEMA POR *FUSIÓN*, POR *EVAPORACIÓN*, Y POR DESPRENDIMIENTO DE BLOQUES DE HIELO EN UN CUERPO DE AGUA (en lagos u océano)). *La frontera o límite entre ambas zonas es la línea o nivel de nieves perpetuas, que es el límite inferior de las nieves permanentes.*





EL GLACIAR FLUYE, DE LA ZONA DE ACUMULACIÓN A LA ZONA DE ABLACIÓN, POR SU PROPIO PESO. EL FLUJO ES PRINCIPALMENTE LINEAL Y LA VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO NO ES IGUAL EN TODOS LOS SECTORES DEL GLACIAR.

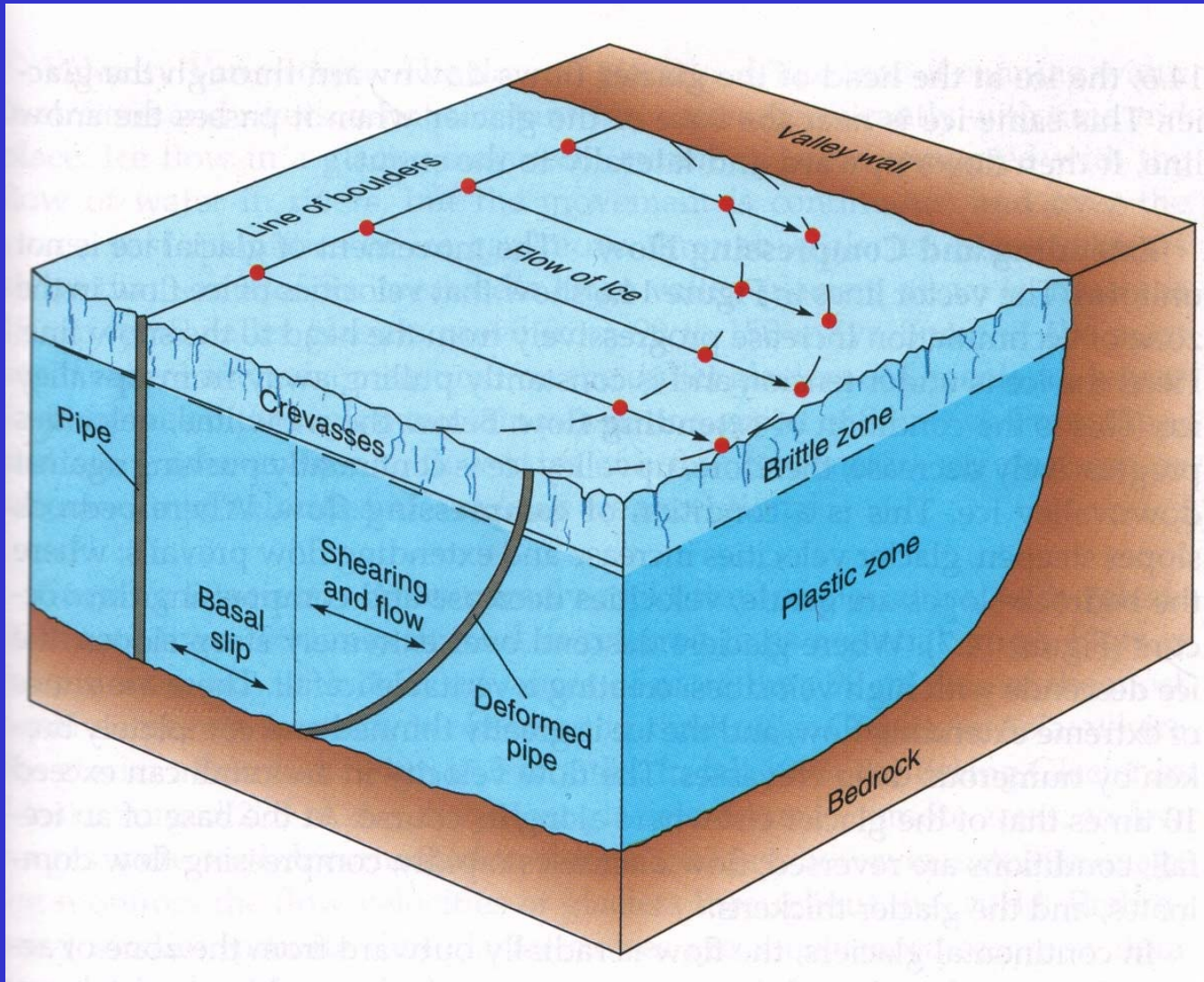




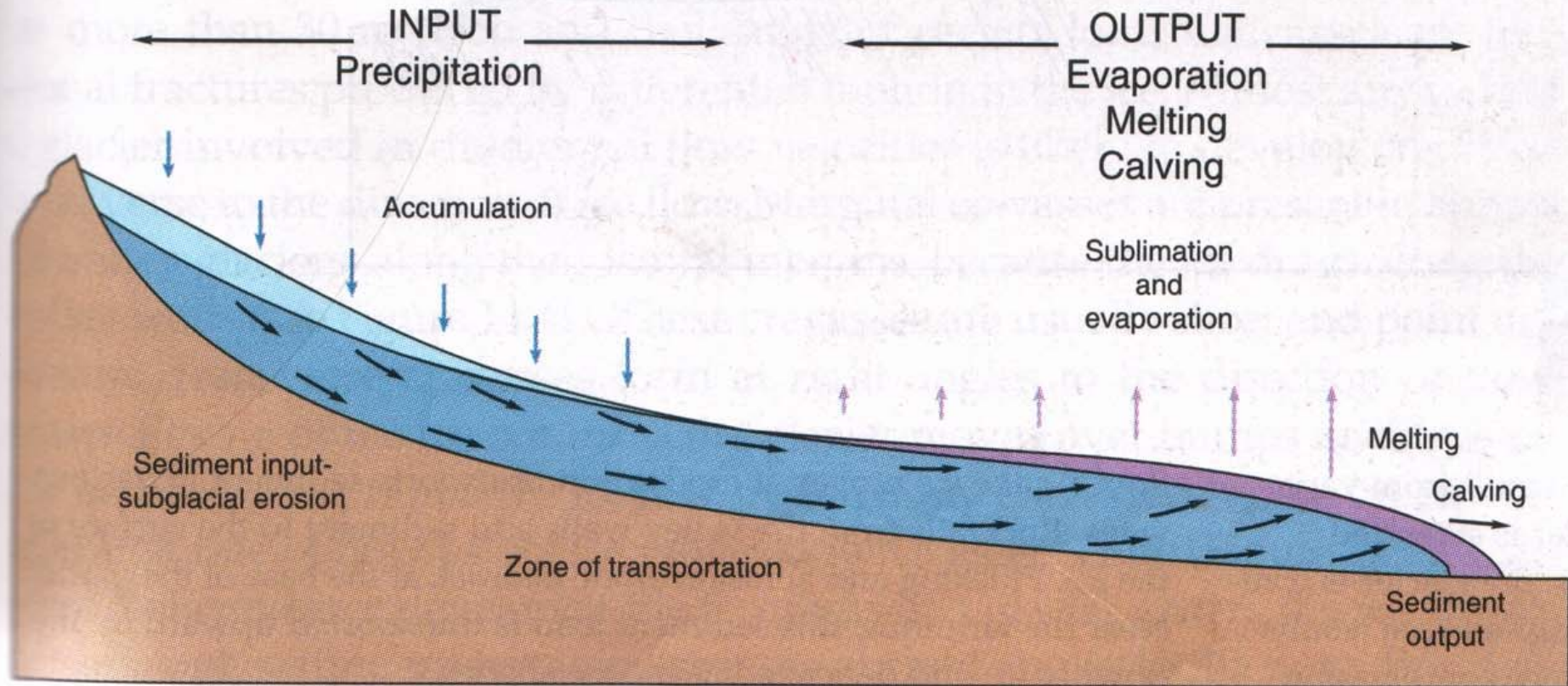
- EL MECANISMO DEL FLUJO DEL HIELO COMPRENDE ROTACIÓN DE LOS GRANOS, FUSIÓN Y CONGELAMIENTO, Y DESLIZAMIENTO INTERNOS DENTRO DE LA MASA DE HIELO
- EL DESPLAZAMIENTO DEL GLACIAR ES POR DESLIZAMIENTO BASAL, A TRAVÉS DE LA ROCA SOPORTE, Y POR FLUJOS INTERNOS MECÁNICAMENTE INDEPENDIENTES



EL DESPLAZAMIENTO ES MAS RÁPIDO EN EL CENTRO DEL GLACIAR, DONDE EL ESPESOR DEL HIELO ES MAYOR, Y EN LA PARTE MAS SUPERFICIAL. EN LA PARTE BASAL Y EN SUS LATERALES LA FRICCIÓN ES MAYOR Y EL GLACIAR SE MUEVE MAS LENTAMENTE.

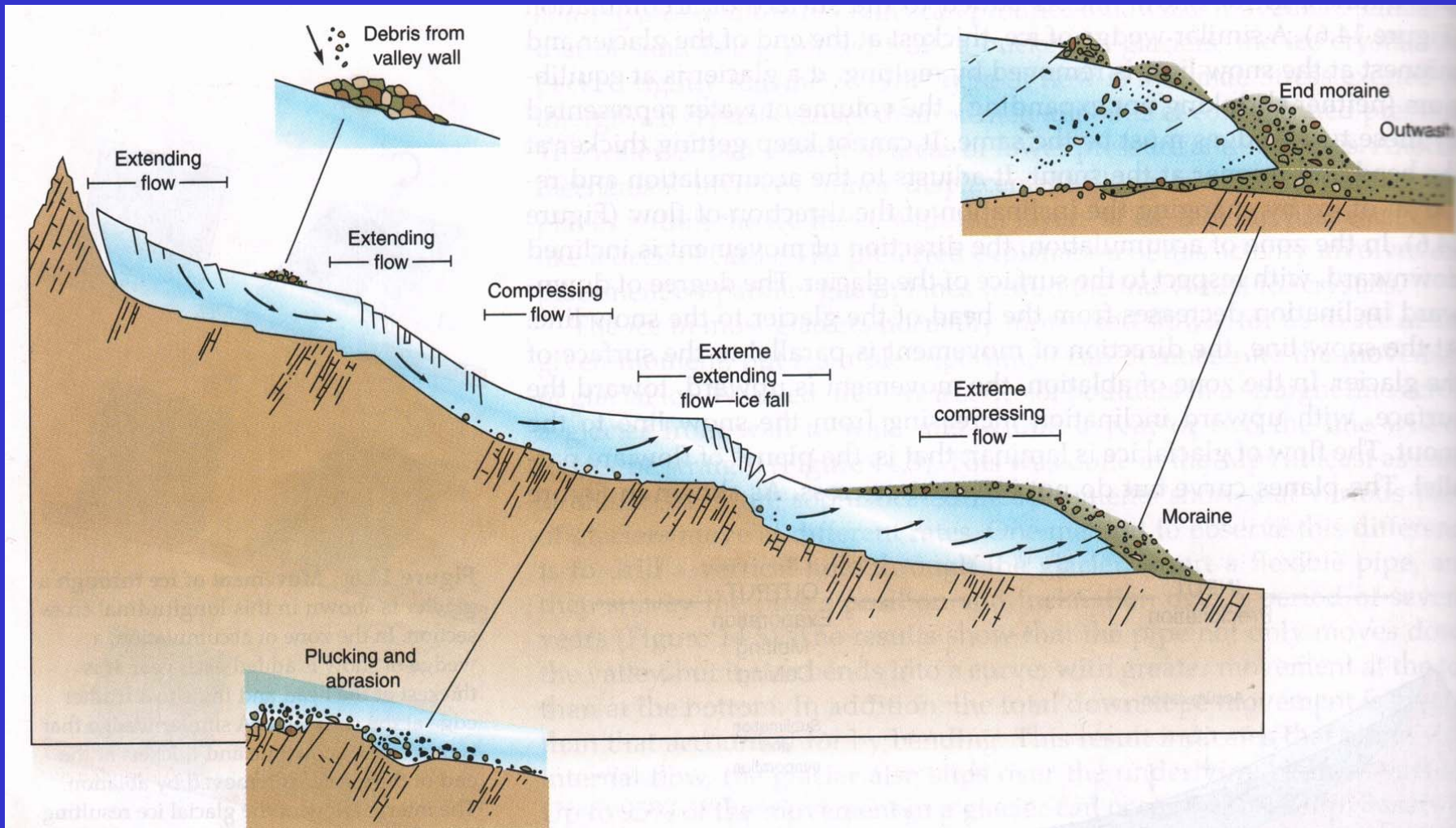


LA MAYOR PARTE DE LA ENERGÍA DEL GLACIAR SE CONSUME EN LA *FRICCIÓN SOBRE SU FONDO Y PAREDES LATERALES*, Y TAMBIÉN EN LA *FRICCIÓN DEL FLUJO INTERNO*. LA ENERGÍA REQUERIDA EN SU DESPLAZAMIENTO Y EN LA DEFORMACIÓN DE LOS GRANOS DE HIELO ES MAYOR QUE LA REQUERIDA PARA CAUSAR FLUJO EN EL AGUA.



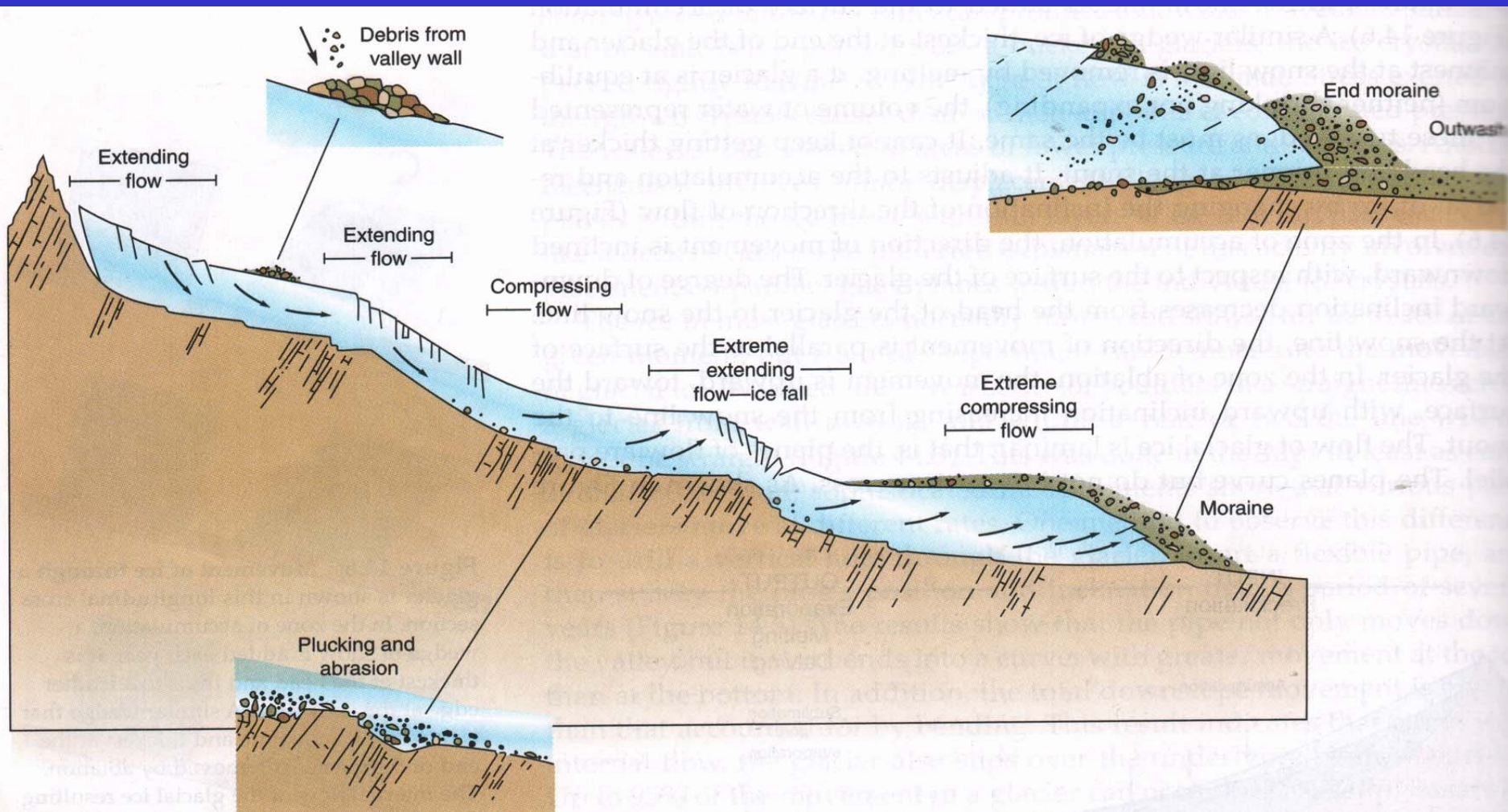


EN TÉRMINOS MECÁNICOS, EL MOVIMIENTO DEL GLACIAR ES UN PROCESO MUY INEFICIENTE. EN DETERMINADOS SECTORES EL FLUJO ES SOMETIDO A ESFUERZOS EXTENSIVOS, GENERANDO GRIETAS, Y EN OTROS PREVALECEEN LOS ESFUERZOS COMPRESIVOS, QUE CIERRAN LAS FISURAS PRODUCIDAS PREVIAMENTE.

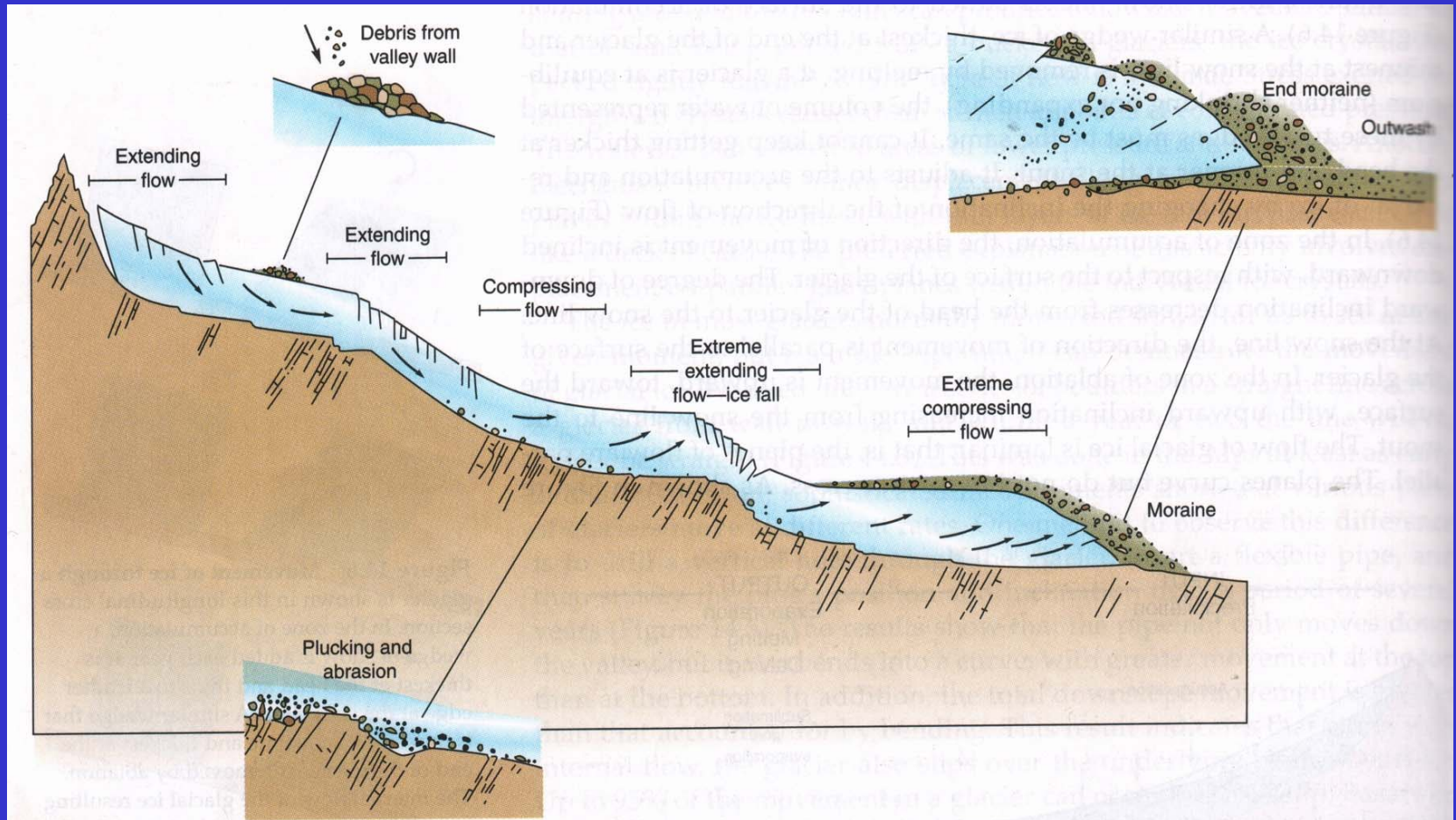




EN LAS PARTES PROFUNDAS, DONDE EL PESO DEL GLACIAR ES MAYOR, EL FLUJO DEFORMA LOS GRANOS CRISTALINOS HASTA DARLES EFECTO DE FOLIACIÓN, COMO EL QUE SE APRECIA EN LAS ROCAS METAMÓRFICAS, POR LO CUAL EL HIELO DE UN GLACIAR PUEDE SER CLASIFICADO COMO UNA ROCA DE ESTE TIPO.

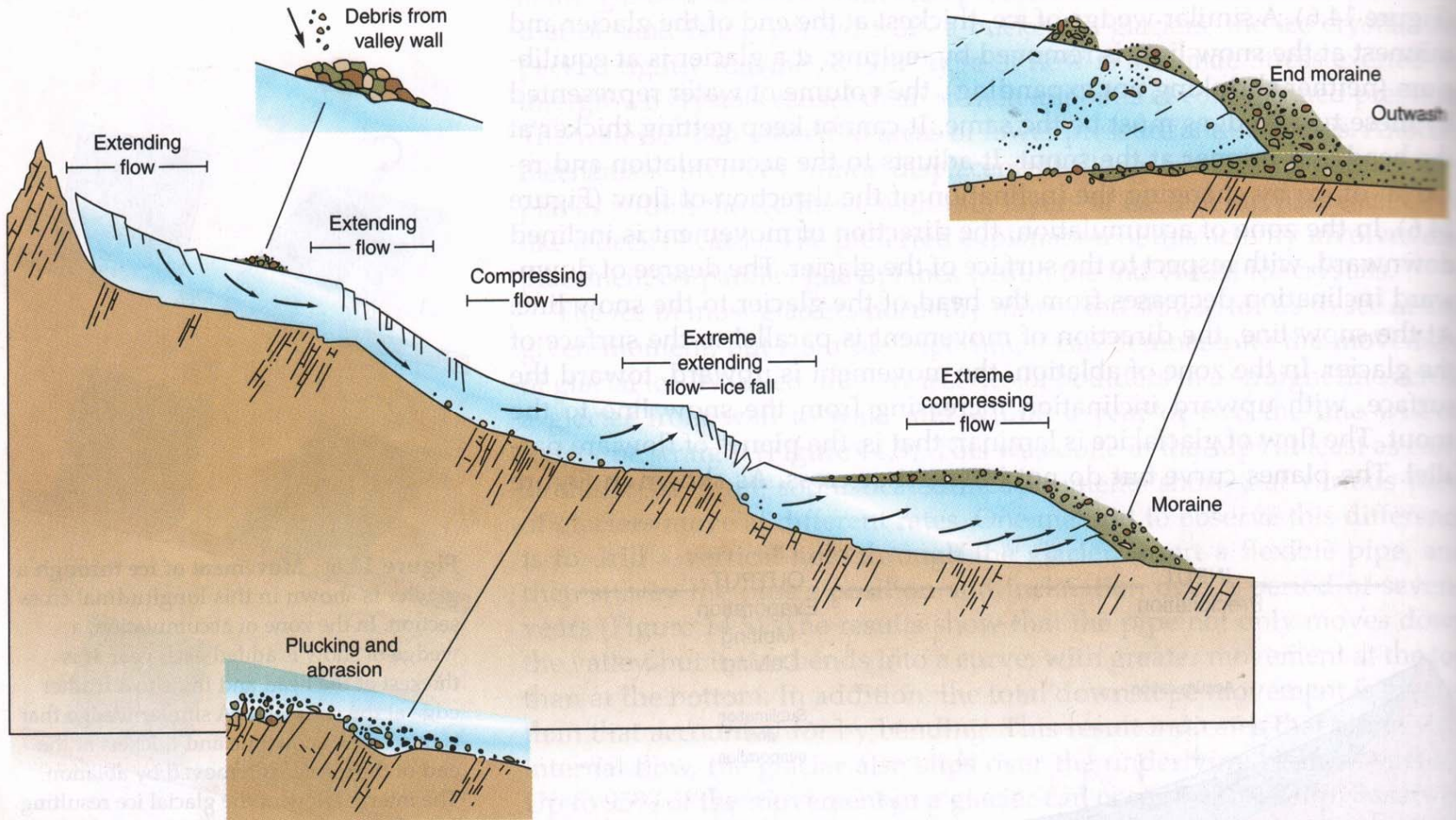


EL HIELO NO SEGREGA SU CARGA POR SU TAMAÑO, Y EL MATERIAL TRANSPORTANDO ES UNA MEZCLA DE ENORMES BLOQUES DE ROCA (de cientos de toneladas ) Y DE FRAGMENTOS PEQUEÑOS , ICLUSIVE MEZCLADO CON LO QUE SE DENOMINA HARINA DE ROCA , que es la arena y limo producidas por trituración y pulverización en el fondo y costados del glaciar.





COMO LA PARTE MAS SUPERFICIAL TIENE  
POCO PESO SOBRE SI, ES QUEBRADIZA Y CASI  
RÍGIDA, FRACTURÁNDOSE Y PRODUCIENDO EN  
ELLA FISURAS Y GRIETAS PROFUNDAS.



# Grietas en partes de mayor pendiente

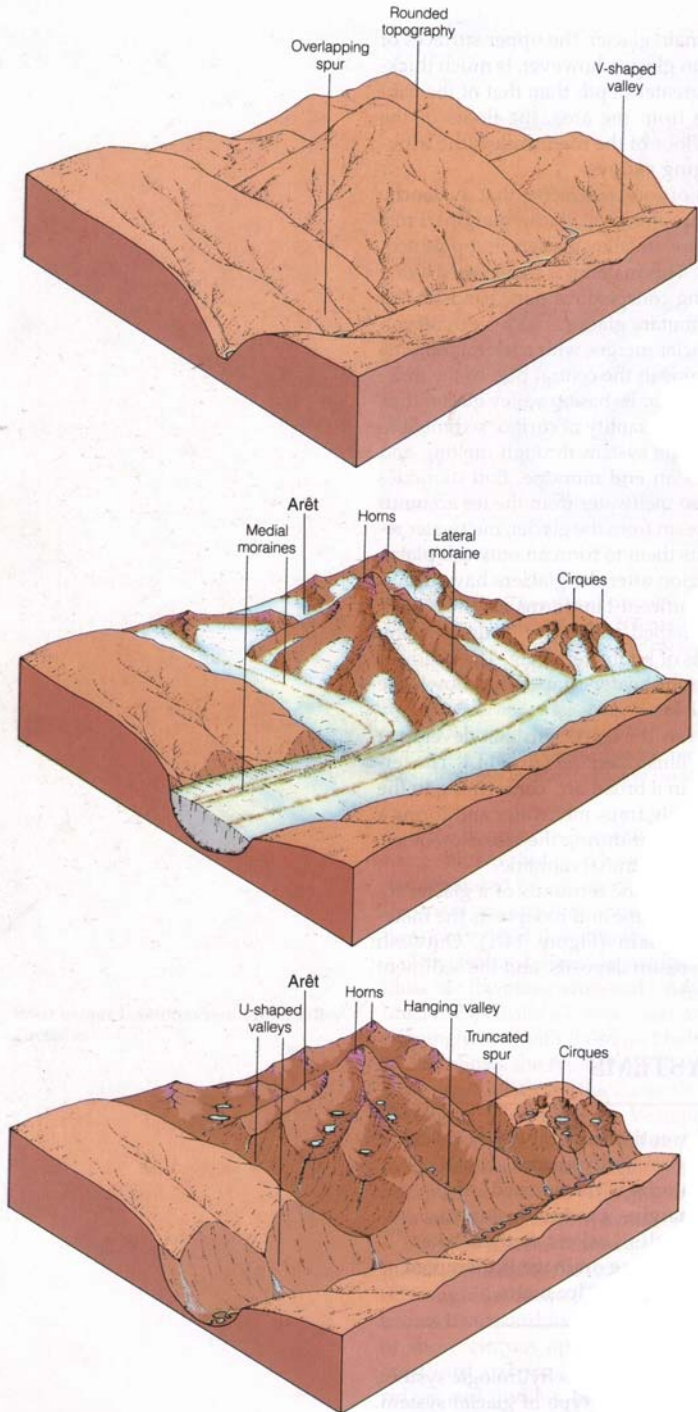


# TRABAJO GEOLÓGICO DEL GLACIAR

EL HIELO ES UN AGENTE DE EROSIÓN MUY EFECTIVO, COMO TAMBIÉN LO ES SU CAPACIDAD DE TRANSPORTE, CAPAZ DE ACARREAR GRANDES VOLUMENES DE MATERIAL PARA FORMAR DEPÓSITOS QUE SON MUY PECULIARES.

EN GENERAL, EL TRABAJO DEL HIELO ES FÁCIL DE RECONOCER Y SE MANIFIESTA POR LA ALTERACIÓN PRODUCIDA EN LA SUPERFICIE DEL TERRENO SOBRE EL QUE PASA EL GLACIAR.

UN ASPECTO CARACTERÍSTICO DE LOS GLACIARES DE VALLE ES LA FORMA DE U QUE CONSERVA EL VALLE DESPUÉS QUE EL HIELO SE RETIRA (en oposición a la forma en V de un valle de origen fluvial).







## EROSIÓN:

- 1) ABRASIÓN (PROCESO DE RASPAR Y RAYAR LA ROCA). *PULE* LAS ROCAS Y PRODUCE LAS ESTRÍAS GLACIARES Y LAS ACANALADURAS, ESCULPIENDO LO QUE SE CONOCE COMO ROCAS ABORREGADAS. ESTOS RASGOS SE USAN COMO INDICADORES DE LA DIRECCIÓN DE AVANCE QUE TUVO EL GLACIAR
- 2) ARRANQUE (DESPRENDIMIENTO Y ARRASTRE DE BLOQUES ROCOSOS). PRODUCE UN EFECTO DE “cepillado” o “dragado” EN EL FONDO DEL VALLE, GENERANDO DEPRESIONES Y FORMAS ESCALONADAS A LO LARGO DEL VALLE. EN LAS ZONAS MAS DEPRIMIDAS, UNA VEZ QUE EL HIELO SE RETIRA, SE FORMAN PEQUEÑOS LAGOS.

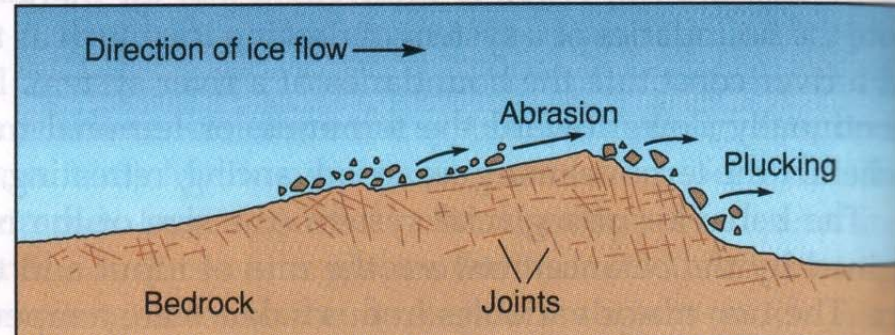


**VARVES** ( FORMACIÓN GLACILACUSTRE, ARCILLOSA, FINAMENTE ESTRATIFICADA Y CLASIFICADA, DEPOSITADA EN LOS LAGOS QUE SE FORMAN EN EL FRENTE DEL GLACIAR, POR LA FUSIÓN DEL HIELO (estratos muy finos y delgados, alternando tonos claros y oscuros).





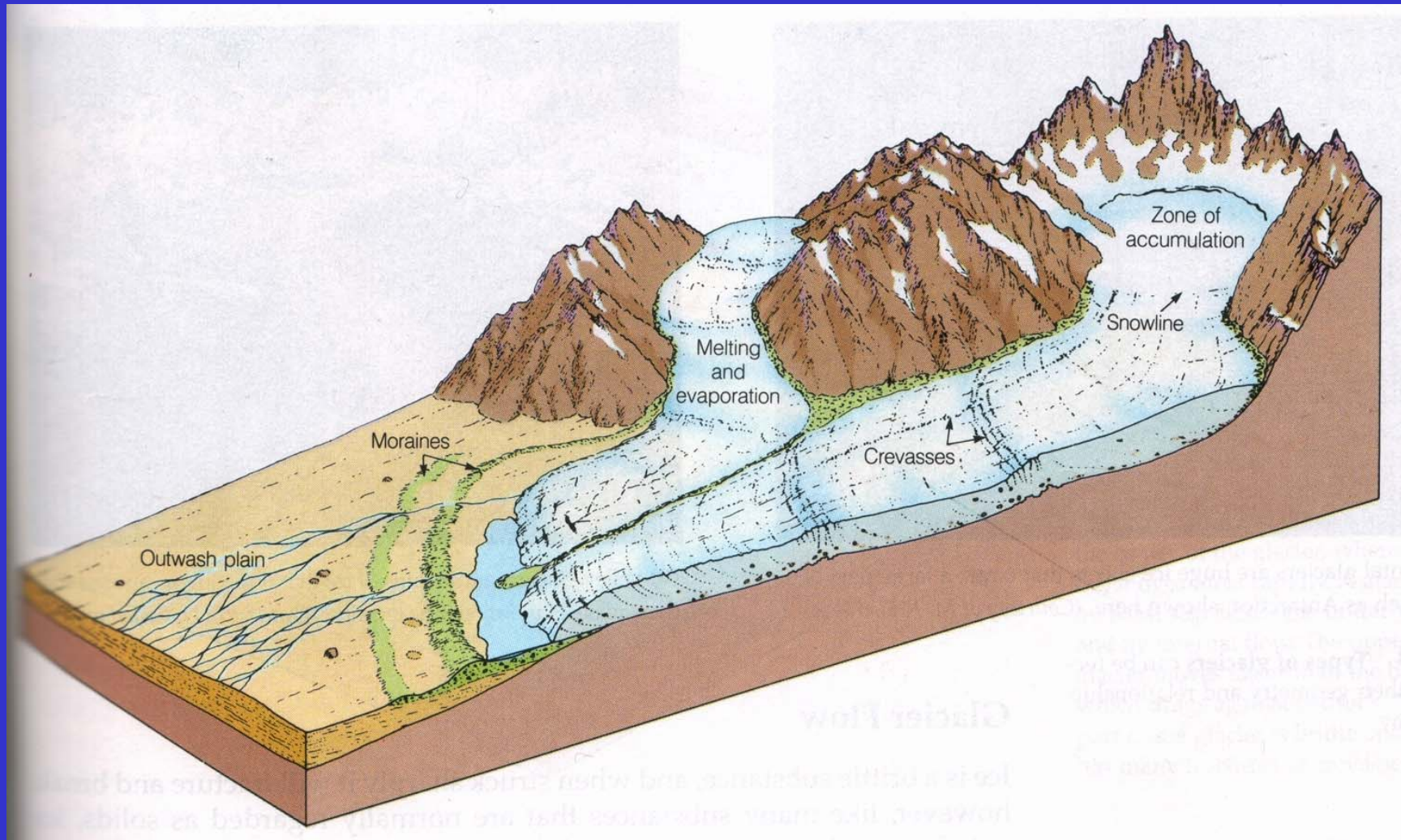
# Roca aborregada





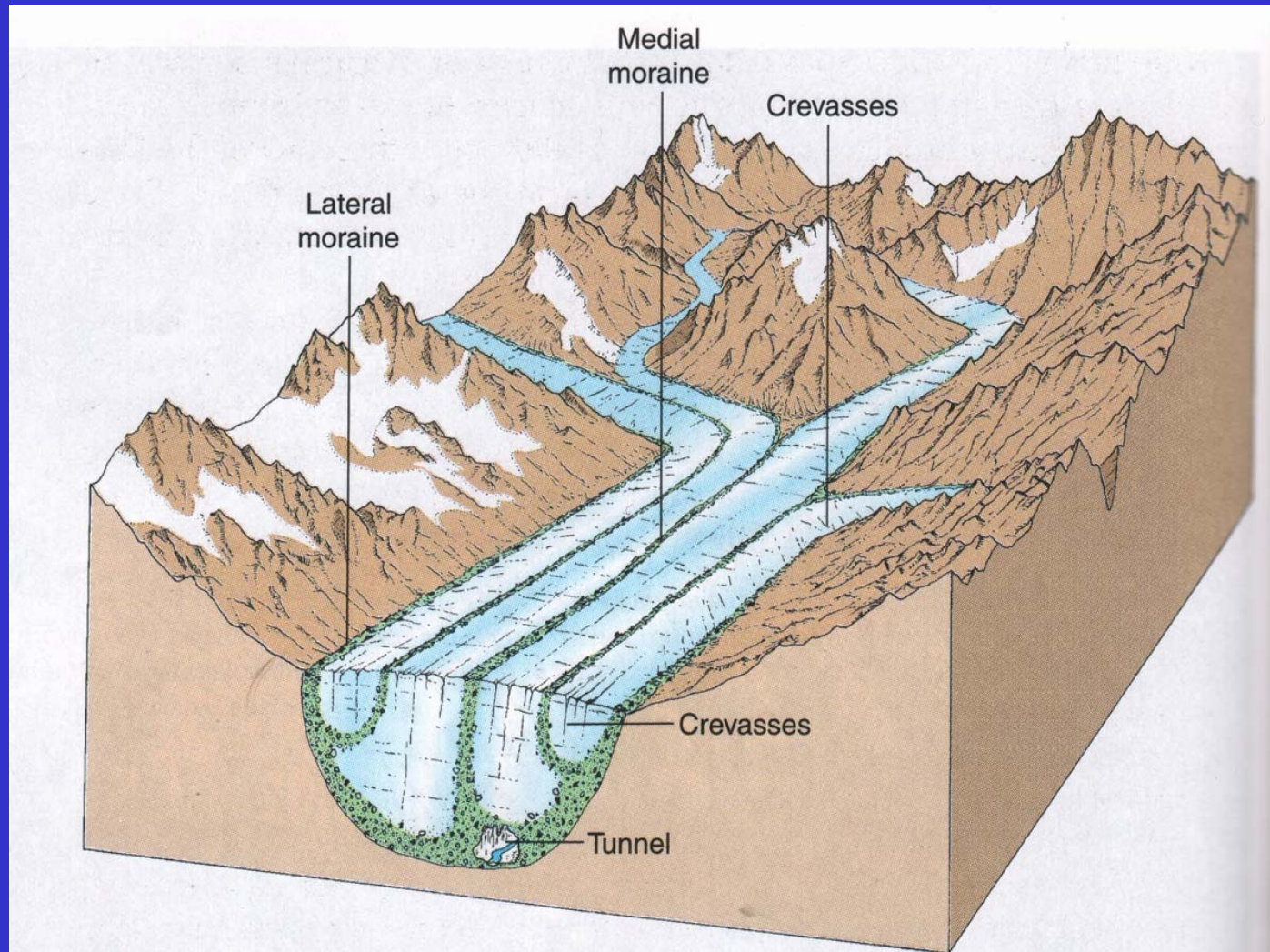
## TRANSPORTE: (difiere del transporte fluvial)

LA CARGA ES TRANSPORTA SOBRE SU CIMA Y EN SUS COSTADOS, ADEMÁS DE HACERLO EN SUSPENSIÓN Y POR ARRASTRE, COMO CARGA DE FONDO.

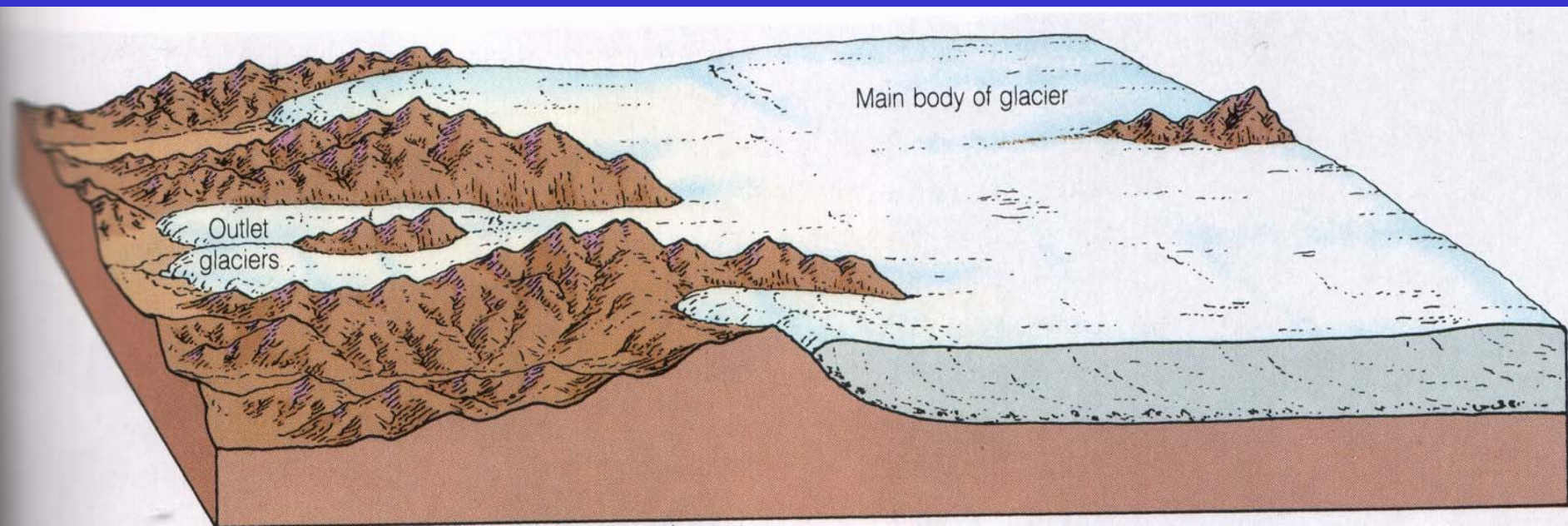




DONDE SE JUNTAN DOS GLACIARES, EL MATERIAL DE DETRITOS TRANSPORTADO EN SUS RESPECTIVOS BORDES SE CONCENTRA EN MEDIO DEL GLACIAR, A LO LARGO DE UNA NUEVA BANDA LINEAL DE MATERIAL, O “NIEVE SUCIA”, QUE SE EXTIENDE A LO LARGO DEL GLACIAR Y DESDE EL FONDO A LA SUPERFICIE.

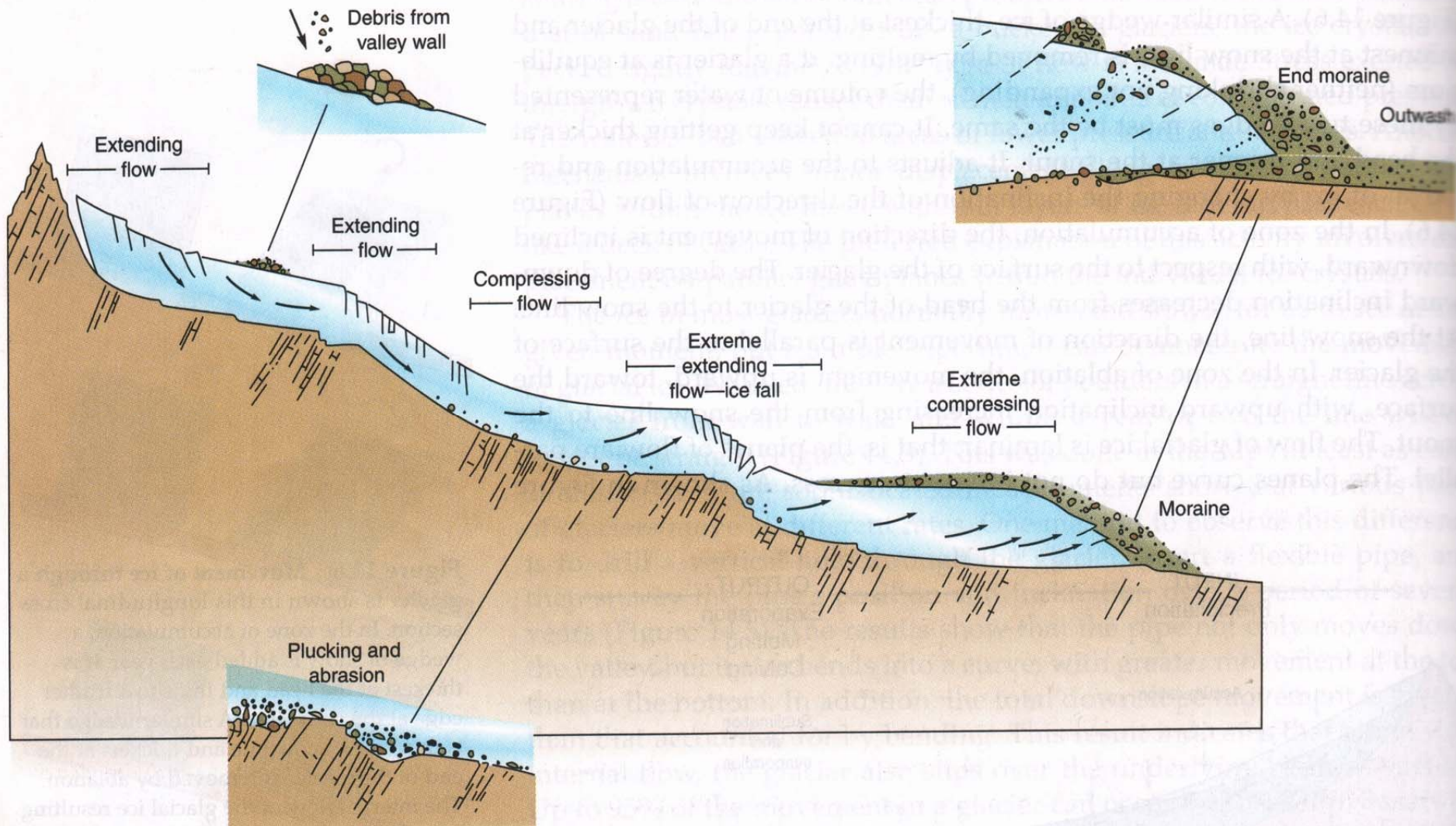


# Glaciares de desahogo barrera de montaña de un casquete

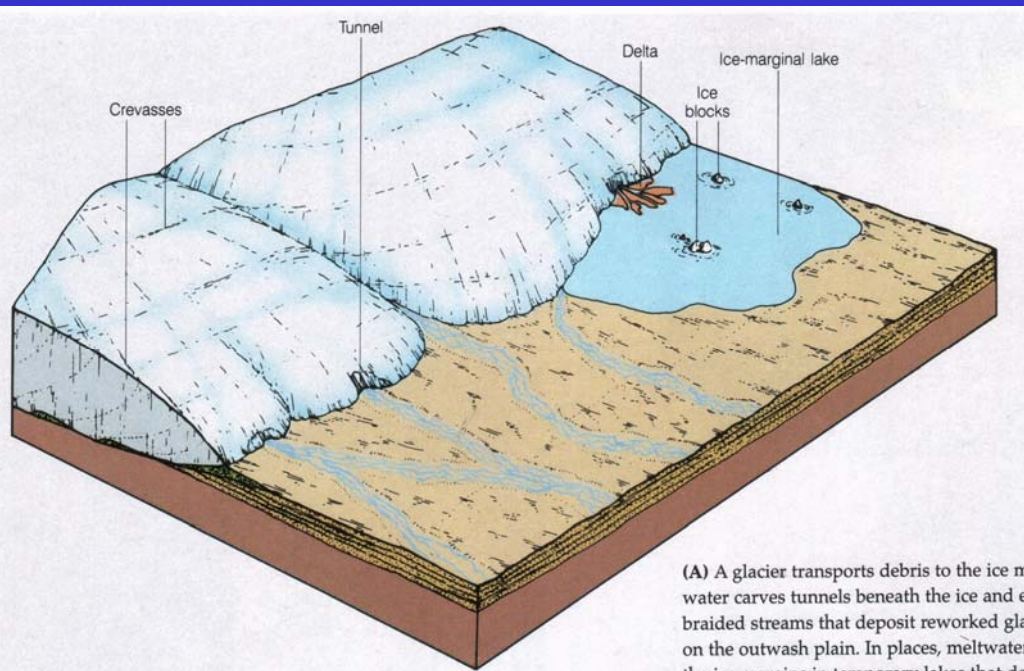




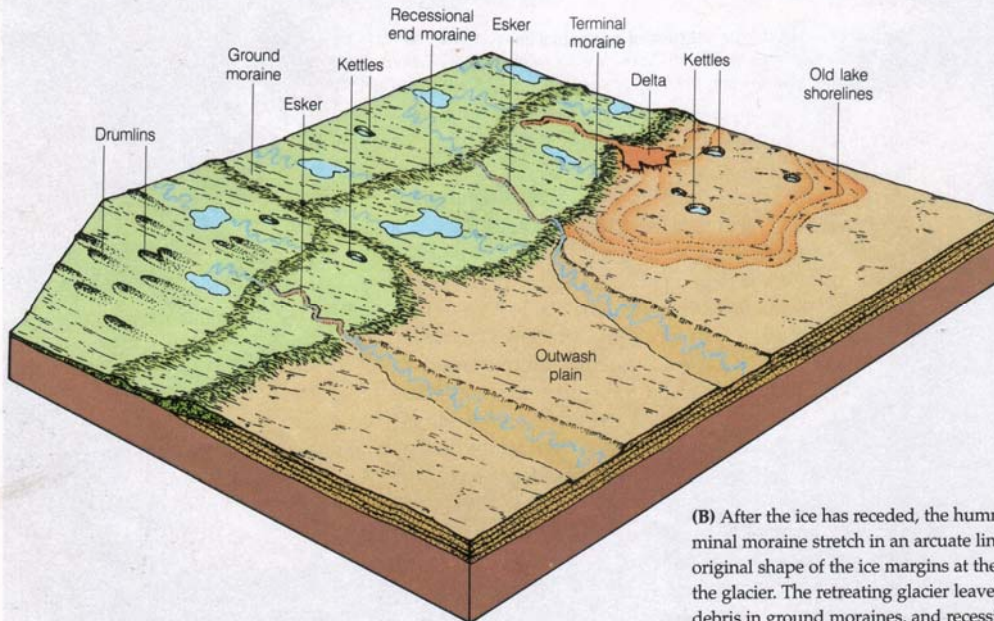
**DEPÓSITOS GLACIARES: EL HIELO NO SEGREGA NI DEPOSITA EL MATERIAL TRANSPORTADO SEGÚN SU PESO. TODO EL MATERIAL ES DEPOSITADO A UN TIEMPO, CUANDO EL HIELO QUE LO TRANSPORTA DEJA EL SISTEMA.**







(A) A glacier transports debris to the ice margin. Meltwater carves tunnels beneath the ice and creates braided streams that deposit reworked glacial material on the outwash plain. In places, meltwater collects in temporary lakes that form at the ice margins and other typical shoreline features.



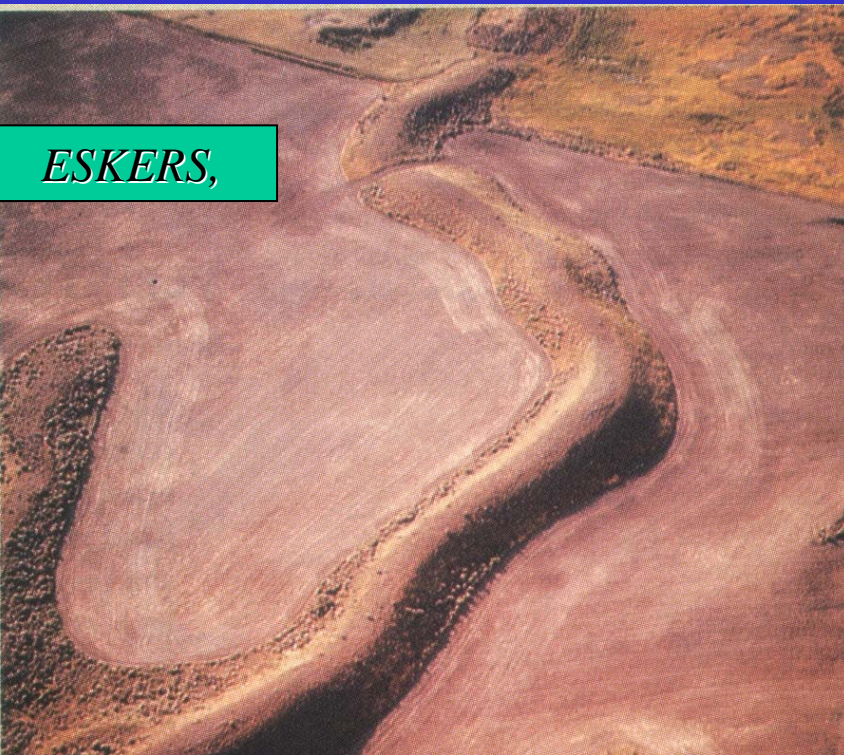
(B) After the ice has receded, the hummocky moraine material stretches in an arcuate line, corresponding to the original shape of the ice margins at the farthest extent of the glacier. The retreating glacier leaves behind debris in ground moraines, and recessional moraines mark the positions of the ice margin where the glacier paused for a time.

LOS DEPÓSITOS DE MATERIAL TRANSPORTADO POR EL GLACIAR SE DENOMINAN MORRENAS (SON DEPÓSITOS NO ESTRATIFICADOS NI CLASIFICADO DE ACUERDO CON SU TAMAÑO). SE LES CONOCE COMO MORRENAS TERMINALES (con forma de arco, formados en el frente del glaciar, cuando el hielo deja el sistema; los materiales de detritos se elevan desde el fondo por el flujo emergente del hielo en el frente;

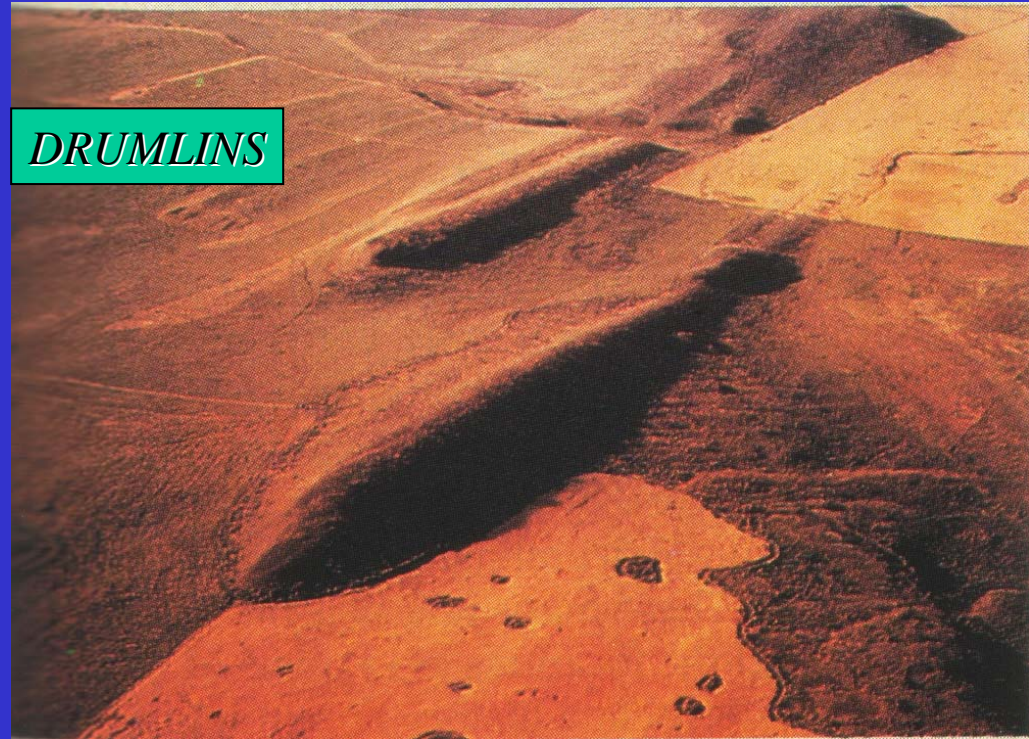
MORRENAS DE RECESIÓN (igual que las terminales, pero formadas por retrocesos progresivos del frente); MORRENAS LATERALES (depositadas a lo largo de los costados del glaciar, bajo la cota de la línea de nieves perpetuas; Y MORRENAS CENTRALES O DEL MEDIO (depositadas por las bandas lineales de "nieve sucia", formadas por dos tributarios, y que se extienden por el centro del glaciar)



OTRAS FORMAS DE DEPÓSITOS SON LOS ESKERS, DRUMLINS Y LOS FLUVIOGLACIALES, DEPOSITADOS AGUAS ABAJO DEL FRENTE DEL GLACIAR



*ESKERS,*



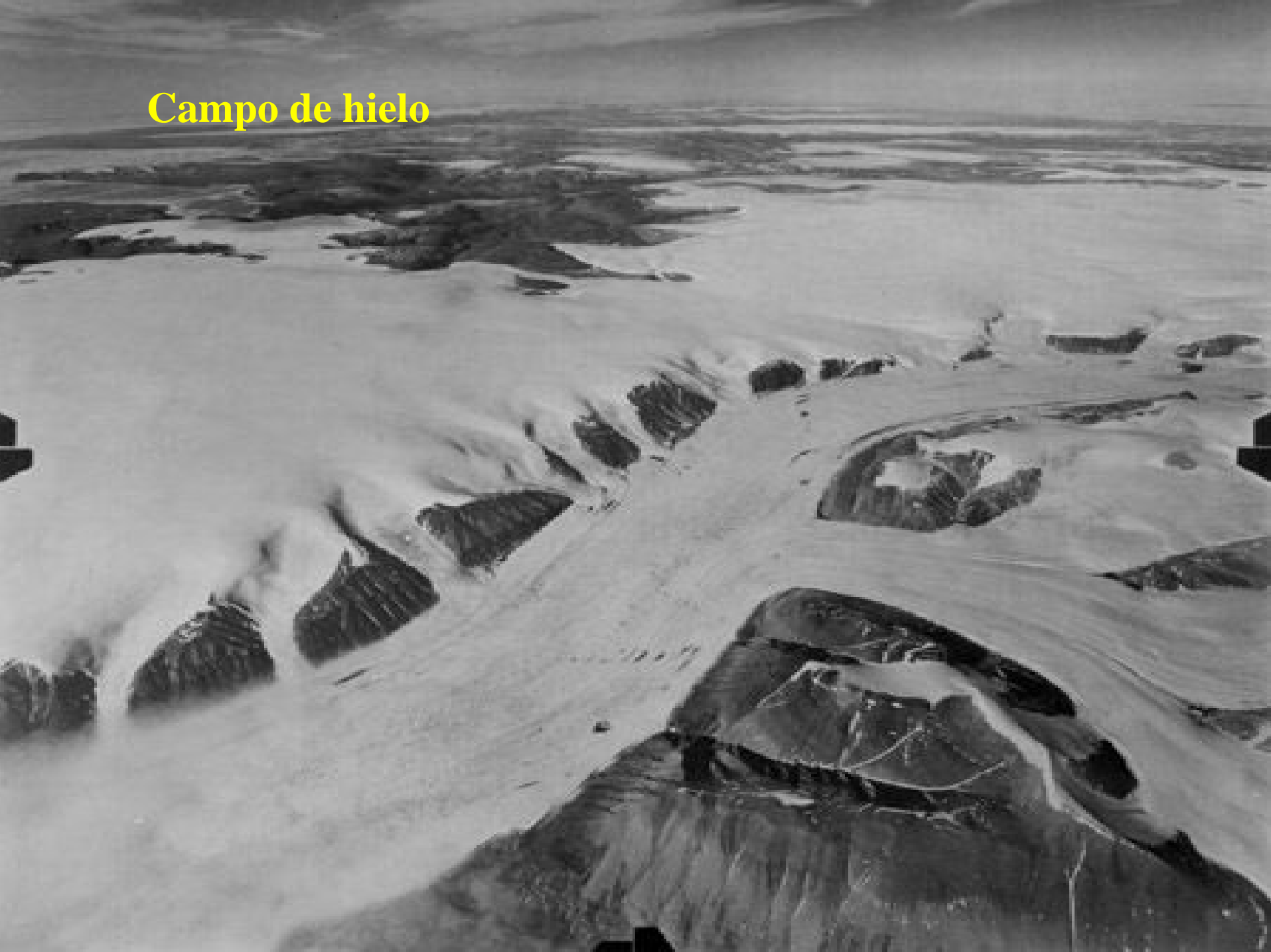
*DRUMLINS*



# Glaciar continental , Antartica



## Campo de hielo

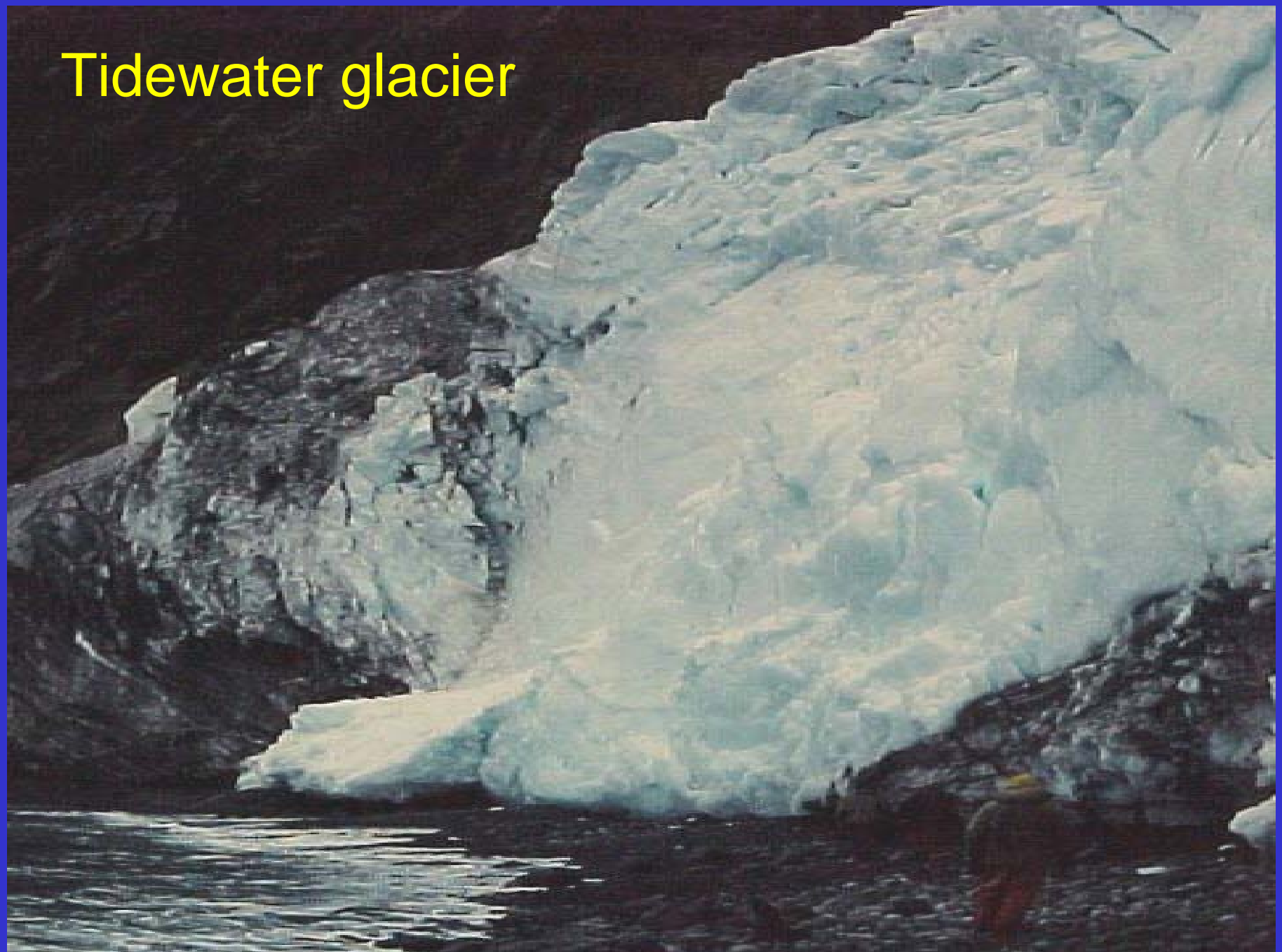




# Glaciar colgante

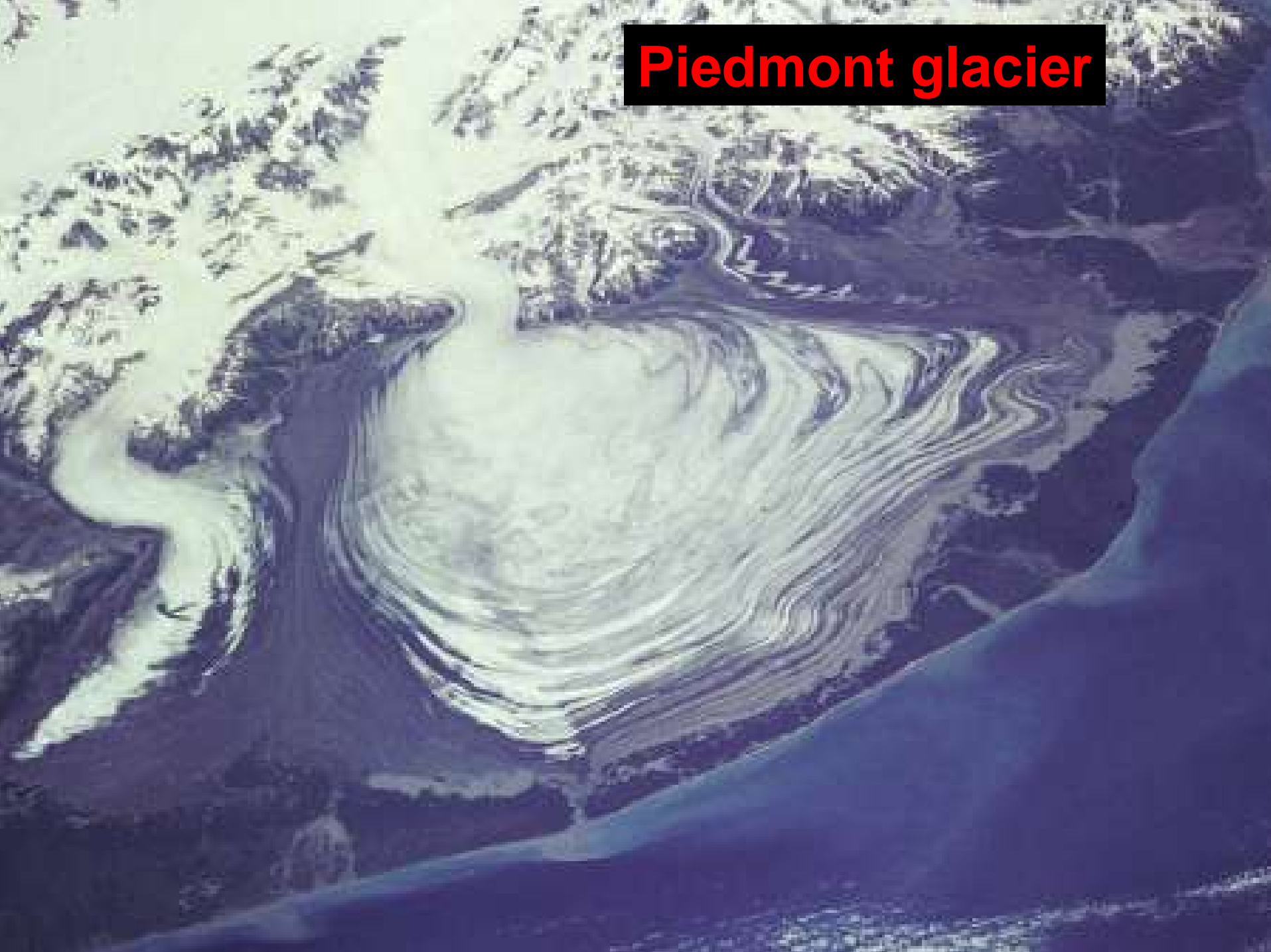


# Tidewater glacier





# Piedmont glacier



# Rock glacier





Dropstone

014







**Drumlin**





14.01.2006



14.01.2006





14.01.2006



## MODELADO DE LA MONTAÑA POR LOS GLACIARES DE VALLE

**CIRCO:** ESPECIE DE NICHOS, DE PAREDES ABRUPTAS, CON FORMA DE ANFITEATRO, EXCAVADO EN LA LADERA DE LA MONTAÑA. DA LUGAR A LA FORMACIÓN DE LAGOS PEQUEÑOS UNA VEZ QUE EL HIELO SE FUNDE.

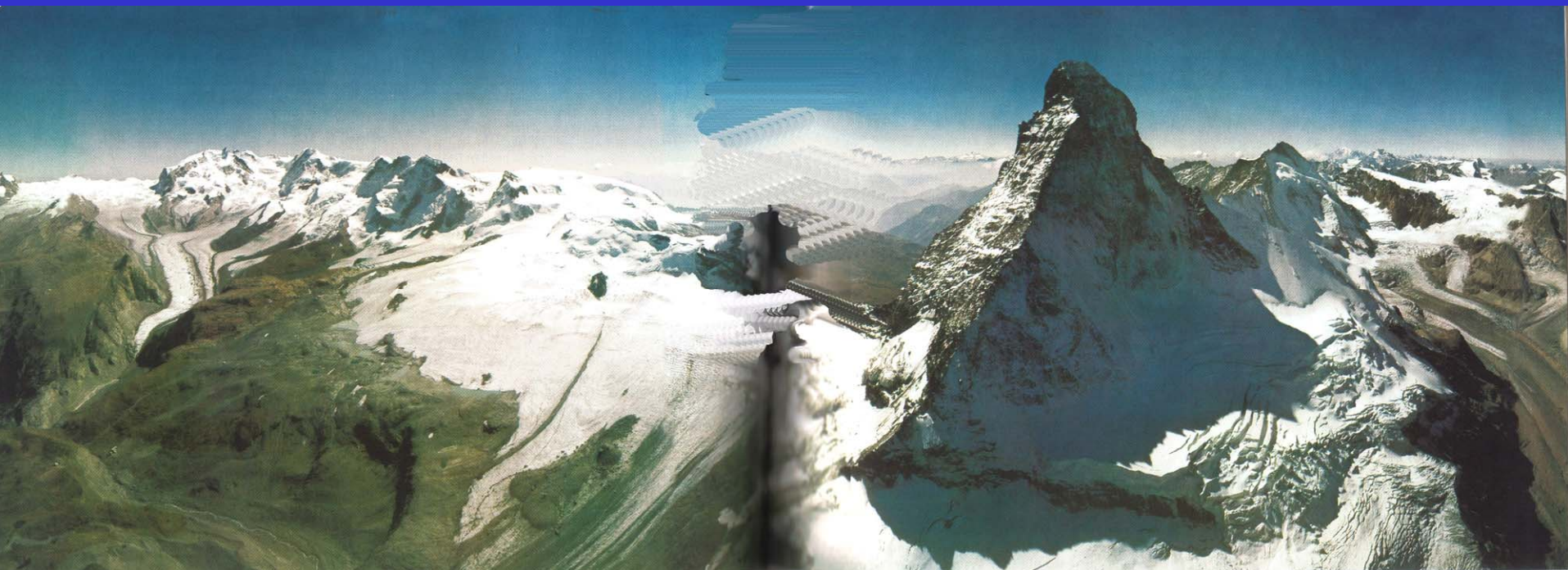
**ARISTA O CRESTA:** PAREDÓN AFILADO, A MANERA DE TABIQUE, CREADO POR DOS O TRES CIRCOS ADYACENTES.





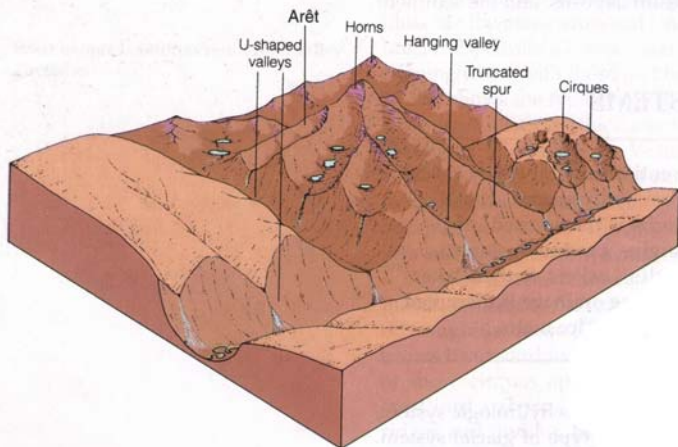
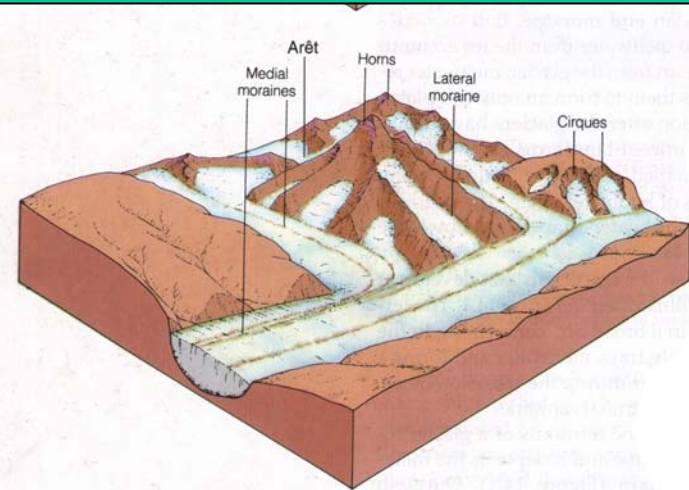
**PORTEZUELO:** DESFILADERO O PUNTO MAS BAJO DE UNA ARISTA FORMADA POR DOS CIRCOS ADYACENTES

**PICO O PICACHO:** ESTRUCTURA DE FORMA PIRAMIDAL QUE QUEDA EN PIE CUANDO TRES O MAS CIRCOS SE ACERCAN ENTRE SI POR SU LADO DORSAL, POR EFECTO DE LA EROSIÓN RETRÓGRADA DE SUS RESPECTIVAS PAREDES.



# VALLE COLGANTE

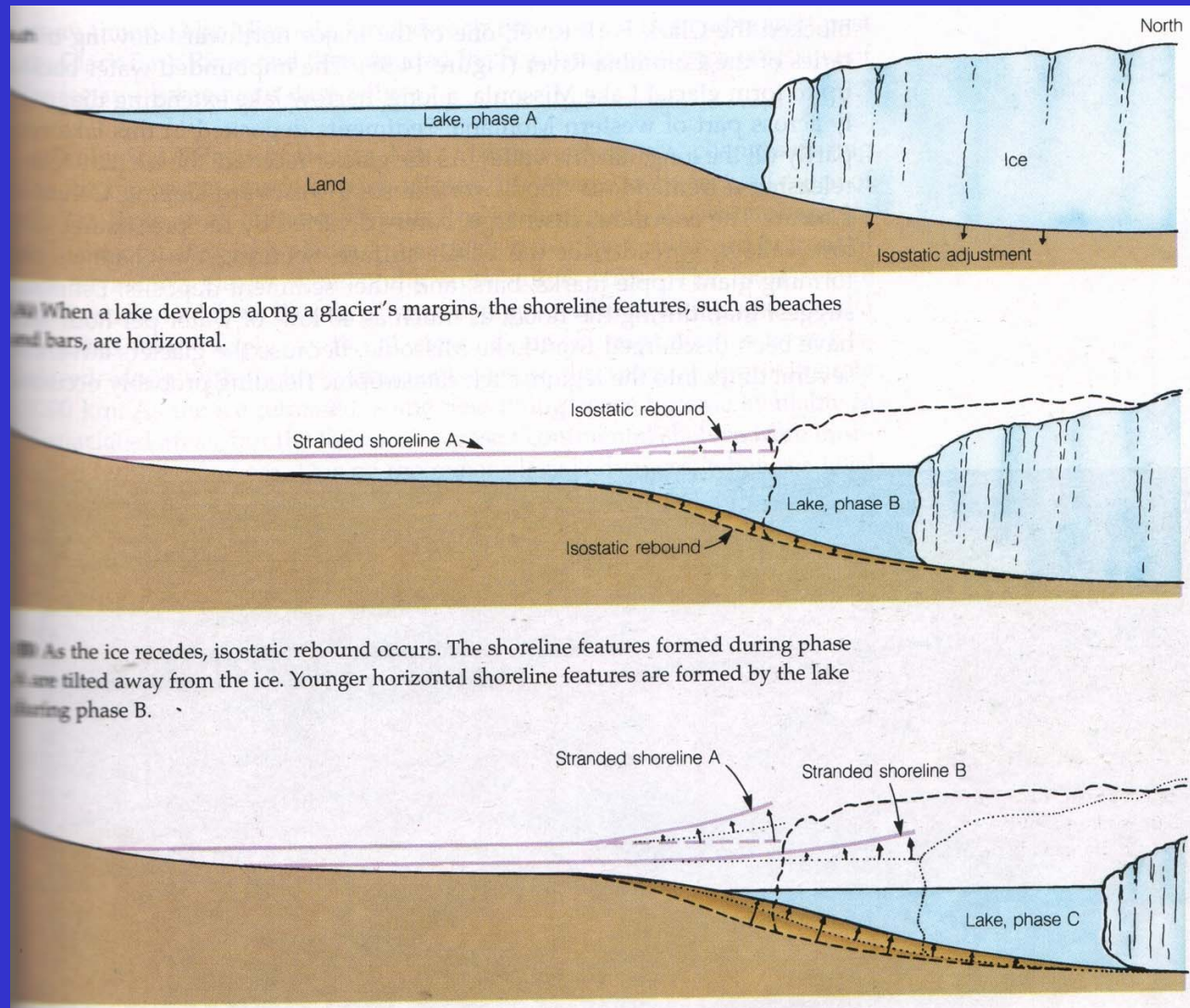
## HOMBRERAS



- **FIORDO:** VALLES O DEPRESIONES GLACIARES PARCIALMENTE SUMERGIDAS (forman bahías profundas).
- **PLANICIES FLUVIOGLACIALES**



Lineas de costa inclinadas en lagos de glaciares pueden ser usadas para medir tasas y extensión de los ajustes isostáticos de la corteza después del retiro de los glaciares

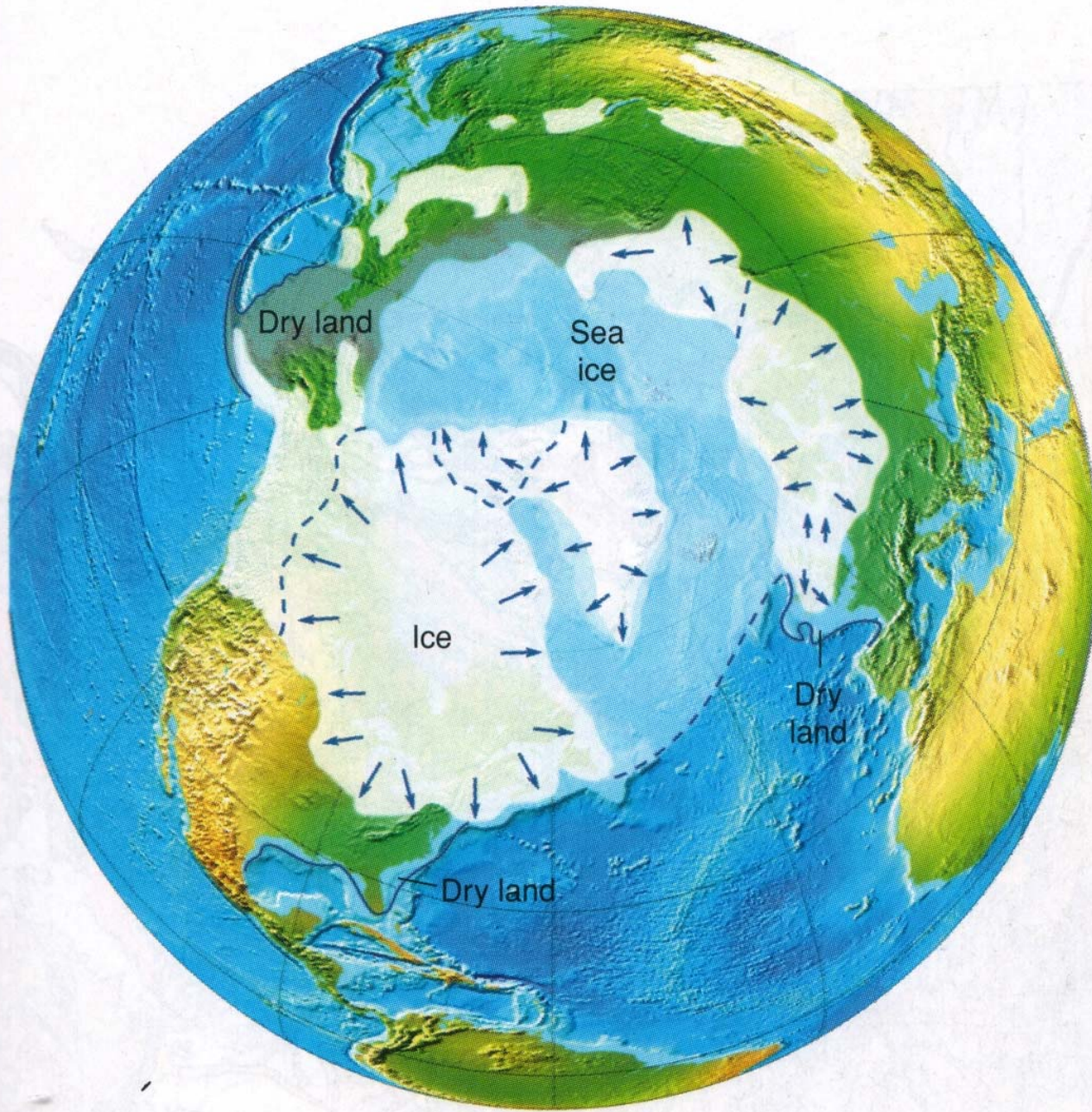




# Lago Bonneville (incluye deltas , playas, barras, *spits* y acantilados)





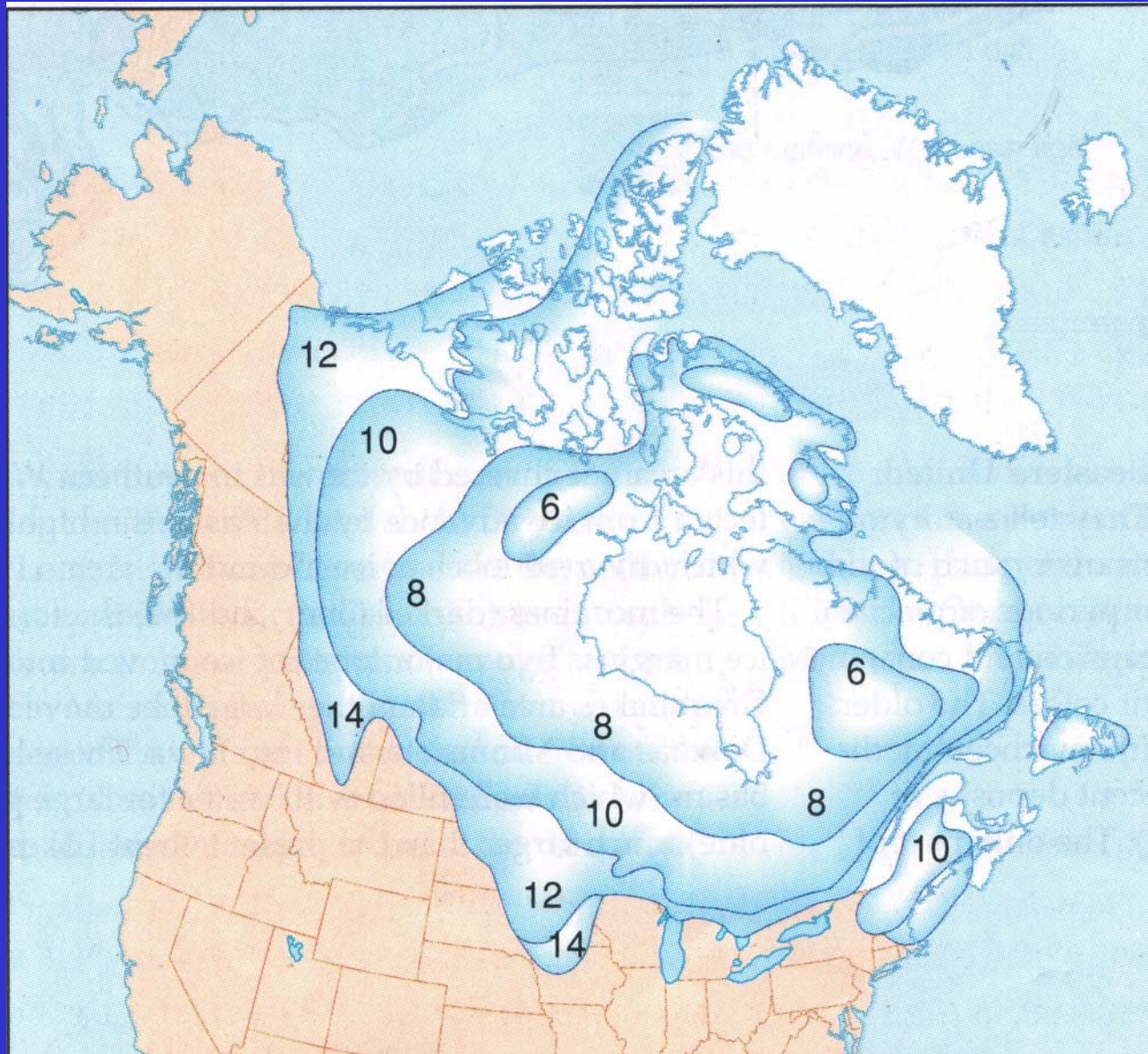


## GLACIARES PLEISTOCENOS

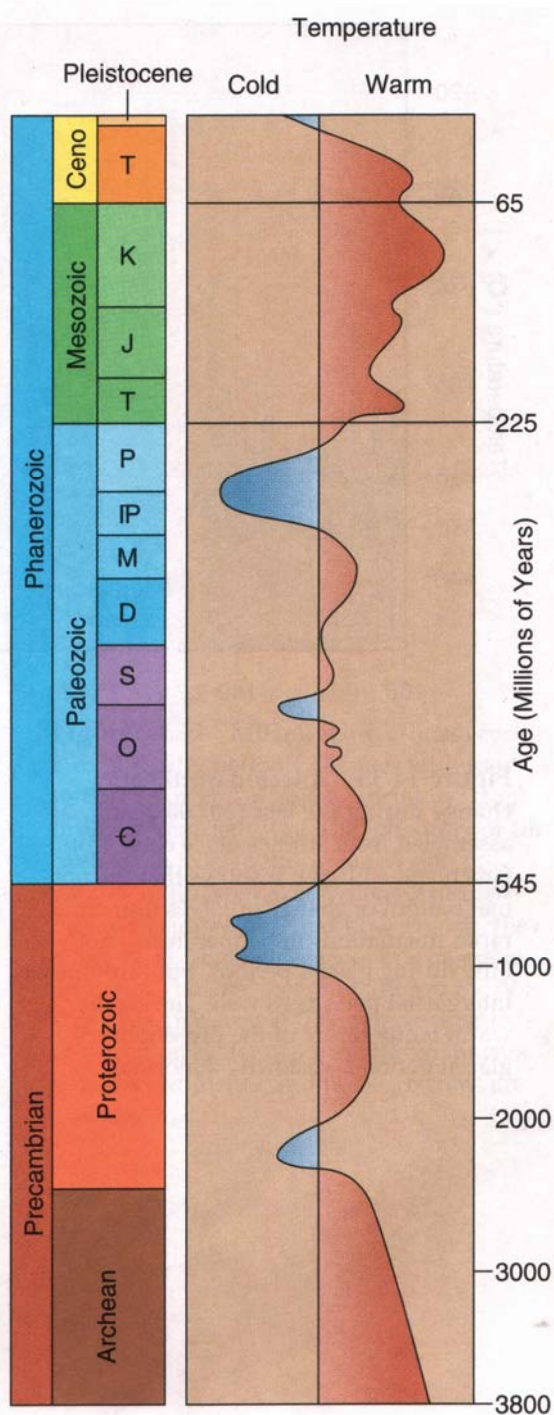
Cubren extensas  
áreas de  
norteamérica,  
Europa y Asia,  
como numerosas  
regiones de altas  
montañas



# SUCESIVAS POSICIONES DEL FRENTE DEL HIELO DURANTE LA RECESIÓN DEL ÚLTIMO CASQUETE DE HIELO EN EE.UU. Y CANADA







Varios períodos de  
glaciaciones ha sido  
identificados en lo largo  
de la historia de la  
Tierra relacionados con  
cambios de la  
temperatura en la  
superficie

# CAUSAS DE LAS GLACIACIONES

UNA TEORÍA ADECUADA SOBRE LAS CAUSAS DE LAS GLACIACIONES DEBERÍA EXPLICAR:

- a) los avances repetidos de los hielos durante la última edad glacial, separados por períodos interglaciales de climas cálidos
- b) las glaciaciones episódicas (700 Ma; 200-300 Ma; 20 Ma): Se trata de eventos inusuales en la historia de la Tierra, que casi siempre tuvo climas mas benignos que el actual, con temperaturas promedio de 22° C (hoy sólo tiene 14° C), y no de ciclos regulares
- c) una temperatura global media menor en 5° C que la actual, y posiblemente un aumento en las tasas de precipitaciones globales, mayores que las actuales



# CAUSAS ASTRONÓMICAS

- CAMBIO EN LA ÓRBITA TERRESTRE (CICLO CADA 105.000 AÑOS); TRAYECTORIA ELÍPTICA CON CAMBIO EN SU EXCENTRICIDAD
- CAMBIO EN LA INCLINACIÓN DEL EJE DE LA TIERRA, ENTRE  $22,1^{\circ}$  y  $24,5^{\circ}$  (CICLO CADA 41.000 AÑOS)
- MOVIMIENTO DE PRECESIÓN DEL EJE DE LA TIERRA CON VARIACIÓN ANUAL DE  $50''$  DEL ARCO (CICLO CADA 25.800 AÑOS)
- *CICLO CLIMÁTICO DE MILANKOVITCH*: A PARTIR DE ESTOS CAMBIOS PERIÓDICOS, ADEMÁS DE OTROS FACTORES, COMO CAMBIOS EN LA ENERGÍA SOLAR, LO LLEVARON A ESTIMAR QUE CADA 40.000 AÑOS LA TIERRA ES MAS FRÍA (COMPROBADO CON TESTIGOS OCEÁNICOS).

# CAUSAS ATMOSFÉRICAS

VARIACIONES EN EL  $\text{CO}_2$  (alto contenido de C, mas cálido) ¿CAUSA o EFECTO ?

POLVO EN LA ATMÓSFERA (VOLCANES Y METEORITOS)



# CAUSAS TECTÓNICAS

- POSICIÓN DE LOS CONTINENTES (NORTE Y SUD AMMÉRICA DERIVAN HACIA EL OESTE DESDE EL CRETÁCICO)
- APERTURA DEL OCÉANO ATLÁNTICO Y CIERRE DEL OCÉANO PACÍFICO Y ÁRTICO
- ANTÁRTICA SE PONE EN POSICIÓN POLAR EN EL EOCENO
- CAMBIOS EN LA CIRCULACIÓN DE CORRIENTES OCEÁNICAS Y ATMOSFÉRICAS.
- CORRIENTE CIRCUMANTÁRTICA CUANDO AUSTRALIA SE SEPARA DE LA ANTÁRTICA
- FORMACIÓN DE GRANDES CORDILLERAS

**CONCLUSIÓN: DEBEN DARSE CONDICIONES MUY PECULIARES, POR LA COMBINACIÓN DE DIVERSOS Y VARIADOS FACTORES, PARA QUE OCURRAN LAS GLACIACIONES**