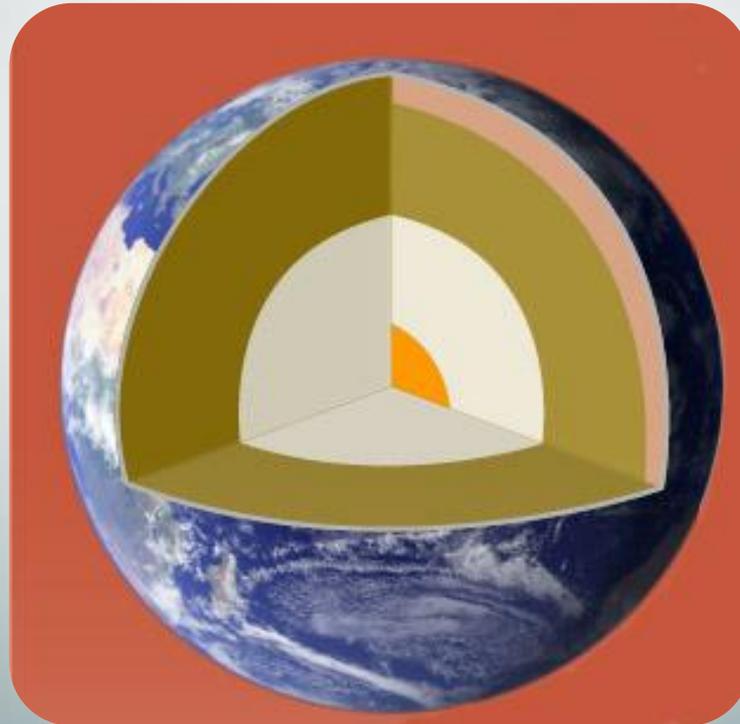


Geología

Tema 8. Procesos y formas en medios fríos y en medios áridos.



Medios fríos y medios áridos

Incluyen estos medios las áreas en las cuales las formas del paisaje están modeladas por procesos en los que intervienen de manera principal el hielo y/o el viento.

LOS AMBIENTES FRÍOS

Se pueden distinguir dos tipos de ambientes fríos o de procesos debidos a la acción del hielo:

- Ambientes/procesos periglaciares.
- Ambientes/procesos glaciares.

Ambientes, procesos, formas y sedimentos periglaciares

- Los procesos periglaciares se producen en ambientes en los que los fenómenos de hielo/deshielo son dominantes, llegando a producir formas o tipos de relieve característicos de climas fríos.

Tipos de ambientes periglaciares:

- Áreas con suelos permanentemente helados (permafrost).
- Áreas con ciclos térmicos de hielo/deshielo o ciclos de helada.
- Áreas con nieve más o menos perennes o con coberteras nivales.

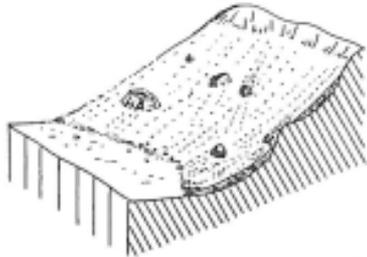
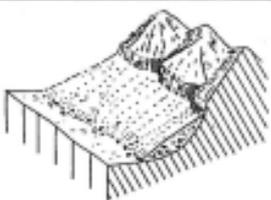
- El permafrost: Se trata de un suelo que, salvo una pequeña franja superficial, permanece siempre helado.
- El nivel inferior permanentemente congelado pergelisuelo, varía entre unos pocos metros a cientos de ellos, según las regiones; el superior, mollisuelo, o capa activa, presenta procesos de congelación-fusión estacionales, y tiene un espesor que varía desde centímetros a metros, también según las regiones.
- Los ciclos térmicos: Son cambios rítmicos que tienen lugar en las aguas superficiales o subsuperficiales del suelo. Estos ciclos pueden aparecer en cualquier región.
- La congelación-fusión la pueden sufrir las aguas superficiales o las del subsuelo, penetrando por las fisuras internas (diaclasas, fracturas, planos de estratificación, etc).
- Las coberteras nivales: Se trata de masas de nieve sin compactar que no han llegado a transformarse en hielo. Es un protector contra los descensos térmicos y actúa como fuente de humedad favoreciendo la aparición de deslizamientos y flujos.

Las acciones de los procesos hielo-deshielo

- Gelifracción o crioclastia. Rotura de los materiales por efecto cuña.
- Hinchamiento. Expansiones y retracciones del suelo motivadas por cambios volumétricos.
- Desplazamientos en masa. Movimientos de materiales en las laderas.
- Agrietamientos. Roturas del material a causa de las contracciones por descensos térmicos bruscos y deshidratación subsiguiente.

Sedimentos y formas periglaciares

- Sobre la superficie del terreno.
- Los depósitos y formas m representativas son los derrubios de vertiente, canchales, pedreras, etc.

TIPO	SUBTIPO	FISONOMÍA
MANTOS DE DERRUBIOS Grandes bloques, bloques y cantos, formando un tapiz continuo	DERRAMES: tapizan una ladera	
	CAMPOS O MARES: recubren un piedemonte o similar	
CONCENTRACIONES DE DERRUBIOS Grandes bloques, bloques y cantos, localizados en zonas preferentes del relieve, es decir, condicionados por la morfología del terreno	CORREDORES Y RÍOS DE BLOQUES: aparecen canalizados en angosturas, vaguadas y callejones rocosos	
	TALUDES: acumulaciones continuas al pie de paredes escarpadas	
	CONOS: acumulaciones individuales (un sólo cono), múltiples discontinuas (varios conos individuales) o múltiples continuas (varios conos coalescentes), situadas al pie de una pared escarpada y prolongándose a través de un corredor o similar	

Canchales al pie de farallones de caliza urgoniana (Ramales de la V., Cantabria)



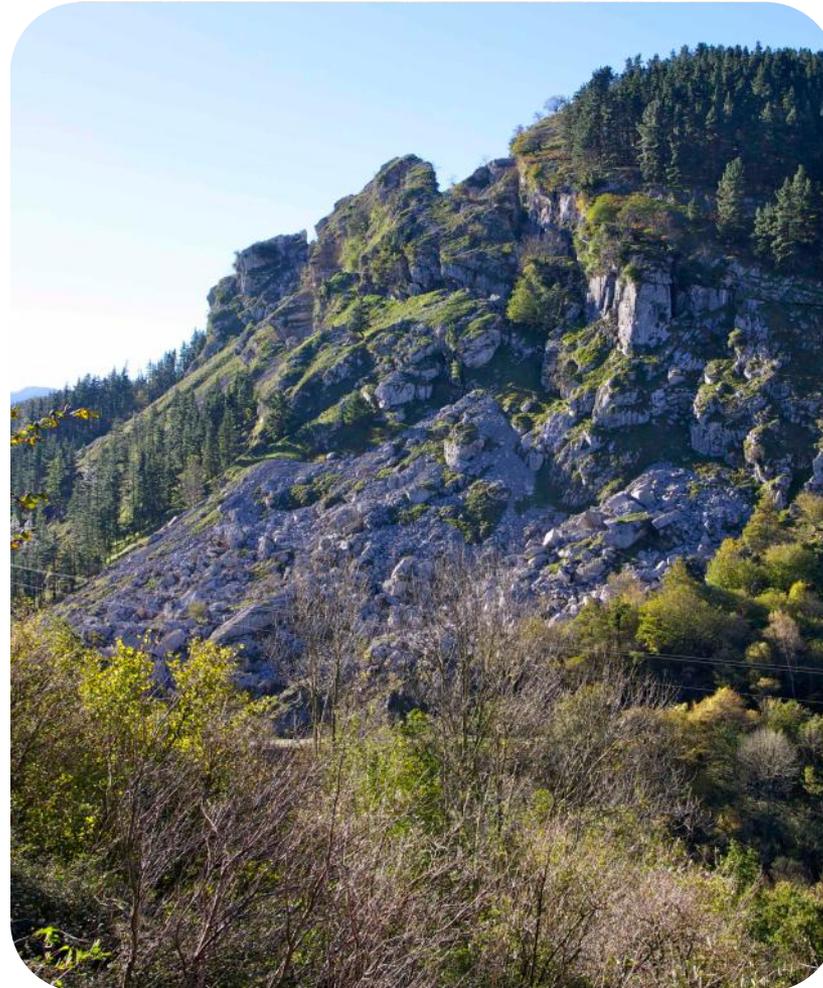
Canchales en caliza carbonífera (Picos de Europa)



Canchales al pie de Peña Prieta (Picos de Europa, Cantabria)



Canchal de Merilla (Río Miera, Cantabria)



- En la superficie del terreno. Como consecuencia de la sobresaturación en agua del suelo se producen movimientos en masa como geliflujión, creep o reptación. También aparecen estructuras tales como suelos poligonales, pavimentos, etc.
- Bajo la superficie del suelo. Como cuñas de hielo, diversas deformaciones, césped almohadillado (hinchamientos), etc.

Fig. 7.6 + Fig. 7.7// pp. 139. Pedraza (1996)

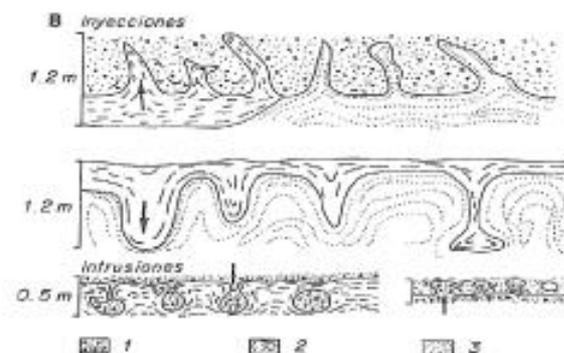
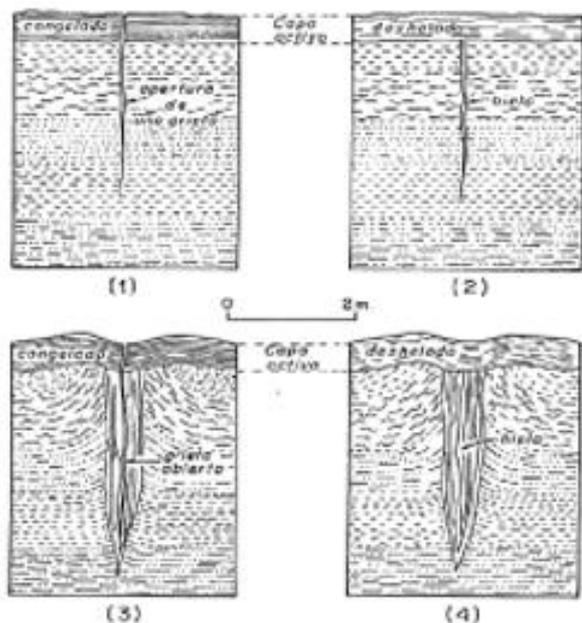


Figura 7.7. Deformaciones, crioturberciones e involuciones.
A. Diferentes tipologías (según Vandenberghe, 1986): 1, pliegue individual de pequeña amplitud y gran longitud de onda; 2, formas convolutas, regulares y simétricas, cuya amplitud varía entre 0,6 m y 2 m; 3, formas microconvolutas (drop soils); 4, formas solitarias, burbujas, gotas (drop) y diapíros; 5, estructuras inyectadas en forma de dique o polígono; 6, estructuras irregulares.
B. Forma más común de producirse algunas involuciones según las litologías. Debido a las segregaciones o inyecciones de hielo y a la hidratación-deshidratación que implican los cambios de fase del agua, se originan reorganizaciones del material en el subsuelo manifestadas por inyecciones e intrusiones (según Selby, 1985).
Leyenda: 1, arenas y gravas; 2, limos; 3, arena fina.

Figura 7.6. Cuñas de hielo (según Lachenbruch, 1962). Estado sucesivos en invierno y otoño: el primer año (1 y 2) y tras varios años (3 y 4).

Proceso de fractura en granitos por gelifracción



Acción del periglacialismo (gelifracción)



Acción del periglaciario (lóbulos de solifluxión)



Ambientes, procesos, formas y sedimentos glaciares

- Aunque en la actualidad los glaciares cubren el 10% de la superficie terrestre, en el pasado geológico reciente (hace unos 15.000 años) los casquetes polares eran 3 veces más extensos y cubrían grandes áreas con capas de hielo de miles de metros de espesor.
- En Cantabria, durante la época del Hombre de Altamira (12.000/16.000 años antes de la actualidad) , las nieves perpetuas se situaban hacia los 1.000 metros de altitud (ahora por encima de los 2.600 m) en la Cordillera Cantábrica; a la vez que el hielo cubría algunos de los valles de la región (valle de Lunada).

Glaciares

- Es una potente masa de hielo originada sobre la superficie terrestre por la acumulación, compactación y recristalización de la nieve.
- Los glaciares forman parte del ciclo hidrológico, toda vez que el agua que se evapora de los océanos y precipita sobre la superficie terrestre, en ocasiones cae sobre grandes altitudes o elevadas latitudes en forma sólida como nieve.
- Al igual que el agua fluvial, los glaciares (el hielo) puede fluir, por lo que por tanto los glaciares son agentes dinámicos que acumulan, transportan y depositan sedimentos.

Tema 8. Procesos y formas en medios fríos y en medios áridos.

Teniendo en cuenta la fisonomía del glaciar, que puede presentar o no un relieve circunglaciar o subglaciar condicionante, aparecen las siguientes tipologías:

A. De casquete. Son grandes masas de hielo continental; según su carácter, control topográfico y dimensiones, resultan varios subtipos:

1. Coberteras de hielo (*ice sheet*), *inlandsis* o **casquetes polares**. Grandes extensiones o mantos de hielo, superiores a 50.000 km² de superficie, no confinadas al relieve, por lo cual cubren la práctica totalidad del terreno en altas latitudes dejando aflorar únicamente algunos picos aislados (*nunataks*). Son glaciares geofísicamente fríos, de fisonomía general aplanada o ligeramente cóncava. Ejemplos: Groenlandia (superficie 1.726.000 km² y volumen de hielo 2.700.000 km³) y la Antártida (superficie 13.979.000 km² y volumen de hielo 30.110.000 km³).

2. Domos (*ice dome*) y **campos de hielo** (*ice field*). Tienen muchos rasgos en común con los *inlandsis*, pero no sobrepasan los 50.000 km² de superficie. A veces se les denomina casquetes subpolares, aunque no todos estén dentro de esa zona geográfica; su comportamiento geofísico es intermedio y, sin estar confinados al relieve, muestran cierto control topográfico.

Los verdaderos **casquetes subpolares** constituyen «pequeños *inlandsis*» con fisonomía cóncava (*ice dome*) o similar, que quedaron desconectados de la gran masa de hielo polar o se localizan en franjas marginales de la Antártida, Groenlandia, y sus terrenos aledaños.

Los **campos de hielo** (*ice field*) presentan una fisonomía irregular, pues se originan por interconexión entre múltiples cuencas de alimentación; en su zona marginal, terminan individualizándose para formar lenguas de desbordamiento no confinadas (*outlets*), o verdaderos glaciares de valle, piedemonte y ladera. En realidad a estos glaciares muchos les denominan **casquetes de montaña**, debido al control que ejerce sobre ellos el relieve: su lecho está constituido por compartimentos independientes cuyo reflejo en superficie son alineaciones de picos (*horns*), aristas, cresterías, etc., que sobresalen del hielo (también aquí, llamados *nunataks*). Ejemplos: verdaderos casquetes subpolares o «pequeños *inlandsis*», los bordes de Groenlandia y la Antártida; campos de hielo «coalescentes», los Alpes durante el máximo glaciar pleistoceno y en la actualidad el Juneau de Alaska.

3. Glaciares de plataforma (*ice shelf*). A veces denominados plataformas glaciares o placas flotantes. Proceden de un glaciar de casquete, continental por tanto, que penetra en el mar; en superficie aparecen casi en continuidad total ambos sectores, continental y marino. Ejemplo: litorales de la Antártida (plataformas de hielo Ross y Filchner, entre otras).

B. De meseta (*ice cap*). Son glaciares continentales frecuentemente clasificados como un subtipo más de casquete, pero de dimensiones muy inferiores a 50.000 km². Presentan fisonomía «cupuliforme», condicionada al relieve subglaciar de altiplanicies o mesetas sobre las que se sitúan, y un desplazamiento centrífugo desde esa cúpula. En sus zonas marginales dan lugar a desbordamientos tipo *outlet* y lenguas confinadas en verdaderos glaciares de valle o piedemonte. Ejemplo característico es el glaciar Vatnajökull en Islandia; ejemplo de transición hacia glaciares de casquete subtipo «campos de hielo», las cúpulas de hielo patagónico en los Andes argentino-chilenos.

C. De montaña. Pequeñas acumulaciones de hielo confinadas al relieve. Tienen su origen en cuencas de montaña y fluyen hacia los valles mediante lenguas únicas, confluentes o disfluentes. Los subtipos principales son:

1. Monteras de hielo. Normalmente no suelen diferenciarse como un subtipo específico. Se deben al solape en cabecera entre dos o más glaciares; de tendencia cupuliforme y según la morfología del lecho sea aplanada o aguda, convergen con «glaciares de meseta» o «campos de hielo» en pequeñas dimensiones. Ejemplo: la montera de hielo del macizo del Mont Blanc en los Alpes franco-italianos.

2. De piedemonte. Glaciares que se expanden formando abanicos de hielo al llegar a una llanura y perder su confinamiento. Ejemplo: glaciar de Malaspina en Alaska.

3. De valle o alpino. Es la fisonomía más común en glaciares de montaña. Presenta zonas de acumulación y descarga bien diferenciadas que, en general, coinciden con cuenca y valle, respectivamente; pueden ser sencillos, o múltiples formando redes dendríticas. Ejemplo: Mer de Glace, Gormer, de Argentièrre, etc., en los Alpes.

4. De ladera o intermedio. No está diferenciado como un subtipo específico. Aunque similar al anterior, cuenca, recorrido, afluentes y sobreexcavación, son mucho más reducidos. Se localiza en zonas con grandes desniveles y forma notables barreras de seracs en su descenso. Ejemplo: Bossons, en los Alpes franceses, y gran parte de los que existieron en el Sistema Central español durante el Pleistoceno.

5. De circo. Zona de acumulación donde también tiene lugar la ablación total, sin que el glaciar presente lengua. Ejemplo: restos glaciares de Los Pirineos, como Maladeta, Perdido, Vignemale, etc.

Nota: Los **icebergs** son bloques de hielo flotando a la deriva en aguas marinas o lacustres, con dimensiones variables y procedentes de glaciares continentales que finalizan en dichas aguas. Los **glaciares marinos**, son masas de hielo compuestas por capas debidas a la congelación de agua del mar (*banquise*).

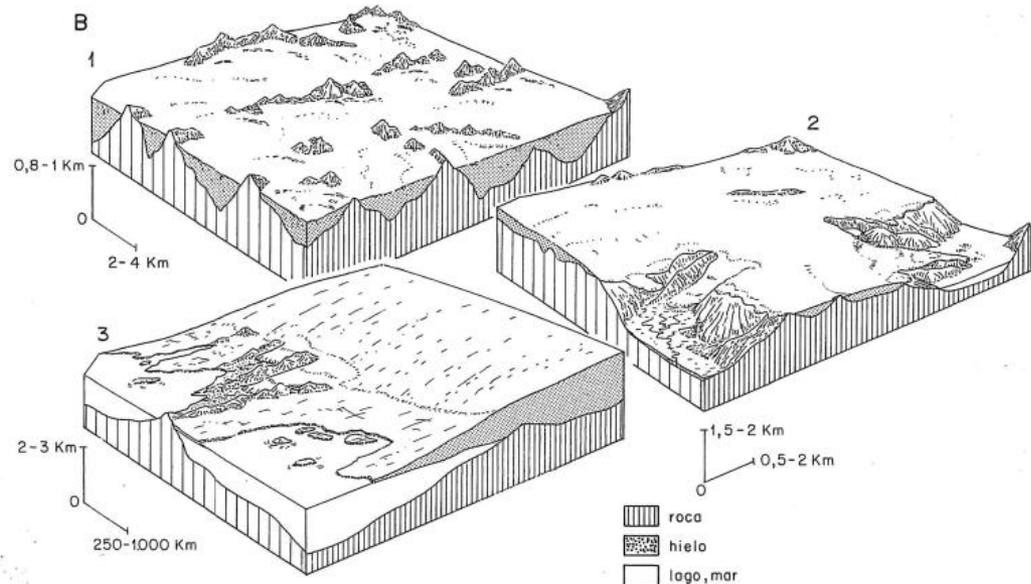
Tipos de glaciares atendiendo a criterios geomorfológicos

(Cuadro 8.2//pp. 150. Pedraza
(1996))

Tipos de glaciares



Fig. 8.2/7 pp. 151. Pedraza (1996)



Glaciares

¿Qué pasaría si se fundiera el hielo?

- Algo más del 2 por ciento del agua mundial se encuentra en los glaciares.
- Glaciar de casquete de la Antártida.
 - Compuesto por el 80 por ciento del hielo del mundo.
 - Casi dos tercios del agua dulce de la Tierra.
 - Cubre casi 1,5 veces el área de Estados Unidos.
 - Si se fundiera, el nivel del mar se elevaría alrededor de 60 o 70 metros.

Formación del hielo glaciar

Los glaciares se forman en áreas donde cae más nieve en invierno que la que se funde en verano.

Pasos en la formación del hielo glaciar.

- El aire se infiltra por los espacios de la nieve.
- Los copos de nieve se hacen más pequeños, más gruesos y más esféricos.
- El aire es expulsado.

Formación del hielo glaciar

Pasos en la formación del hielo glaciar.

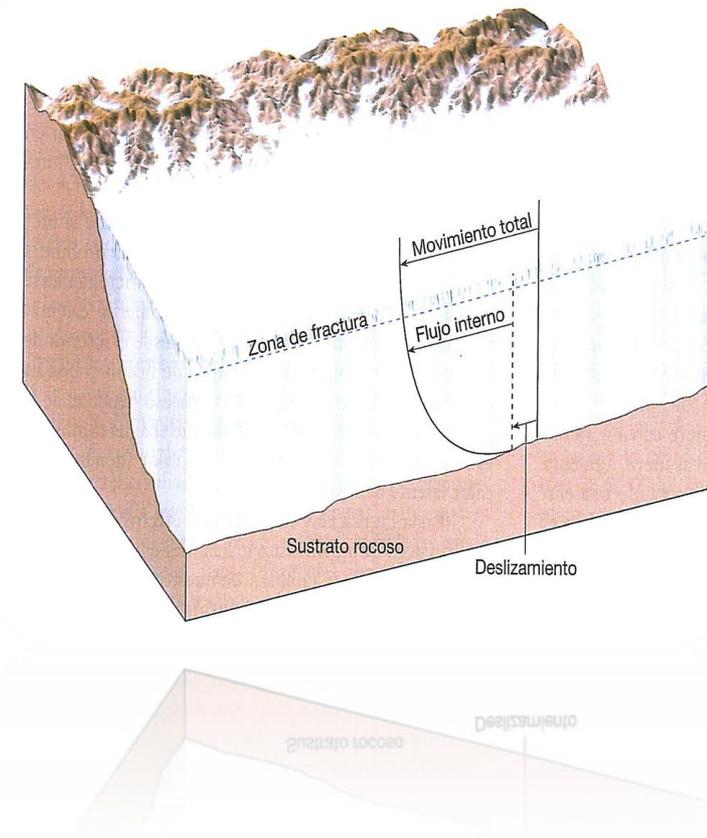
- La nieve recristaliza en una masa mucho más densa de granos pequeños y se denomina neviza.
- Una vez que el grosor del hielo y de la nieve supera los 50 metros, la neviza se fusiona en una masa sólida de cristales de hielo trabados – hielo glaciar.

Movimiento de un glaciar

El movimiento de un glaciar se denomina flujo.

El hielo puede fluir de dos maneras:

- + Flujo plástico, dentro del hielo.
- +Deslizamiento basal. El agua de fusión actúa como lubricante del desplazamiento del hielo sobre la roca.
- En los 50 m superiores (zona de fractura del hielo) el hielo es transportado “a caballo”, y se caracteriza por la presencia de numerosas grietas que pueden tener hasta 50 m de profundidad. Por debajo de esta profundidad, el flujo plástico sella las grietas.



Glaciar en retroceso en Pirineos



Velocidades de movimiento de un glaciar

Son muy diversas.

- Velocidades de más de varios metros al día
- La velocidad media varía mucho de un glaciar a otro
- Algunos glaciares realizan movimientos extremadamente rápidos denominados oleadas.

Cuadro 8.3. Datos indicativos sobre la velocidad de desplazamiento en algunos glaciares. A y B, según Hambrey y Alean, 1992; C, tomado de diversas fuentes (Battie, 1951; Wallerstein, 1958; Mellor, 1959; Tricart y Cailleux, 1962).

GLACIAR	REGIÓN	VELOCIDAD (m/año)	COMENTARIOS
Lambert	Antártida Este	347	Forma parte del gran sistema de glaciares que drenan la Antártida (emisario)
Amery		1200	Glaciar de plataforma
Byrd		760	Glaciar de meseta, montañas Transantárticas (emisario)
Cobertura de hielo «Dronning Maud»		1 a 15	Masa de hielo no canalizada que forma parte de un gran inlandsis
Jakobshavn Isbrae	NO de Groenlandia	4700	Glaciar de outlet, el más rápido del mundo
White	Canadá (Isla Axel Heiberg)	40	Glaciar lfo, de valle, con deslizamiento basal dominante
Aletsch (Grosser)	Alpes suizos	200	Parte más rápida del gran glaciar de valle Aletsch
Gries		40	Pequeño glaciar de valle
Saskatchewan	Montañas Rocosas (Canadá)	117	Glaciar de valle
Charles Rabot Bre	Ostlandin (Noruega)	8	Pequeño glaciar de circo

A) Ejemplo de velocidades medias en la línea central de algunos glaciares.

GLACIAR	REGIÓN	% DESLIZAMIENTO BASAL	ESPESOR DE HIELO en el punto medido (en metros)
Aletsch (Grosser)	Alpes suizos	50	137
Tuyukoiur	F. Rusa	65	52
Salmon	Rocosas (Canadá)	45	495
Athabasca		75	322
Saskatchewan		20	555
Blue	Mtes. Olympic (EEUU)	90	26
Vesl Skautbreen	Noruega	9	50
Meserve	Victoria Land (Antártida)	0	80

B) Contribución del deslizamiento basal al desplazamiento total (medidas realizadas a través de túneles y mediante perforaciones).

GLACIAR	ZONA	VELOCIDAD (m/año)	OBSERVACIONES
Jakobshavn Isbrae (glaciar de outlet)	NO de Groenlandia	7500	Desplazamiento excepcional detectado algunos meses
C. de Malaspina (glaciar de valle)	Alaska	24000	Desplazamiento excepcional que se mantuvo unos meses del año 1910, en un aflente del complejo glaciar de Malaspina
Vonnagferner (glaciar de valle)	Alpes	4000	Medida realizada en 1845 durante unos meses
Hoffel	Islandia	1300	Emisario del glaciar de meseta Vatnajökull
Varios	Antártida	1000	Grandes emisarios de los inlandsis

C) Velocidades excepcionales detectadas en algunos glaciares.

Partes de un glaciar

- Zona de acumulación – el área donde se forma un glaciar.
- La altitud del límite de las nieves perpetuas varía mucho.
- Zona de ablación – el área donde hay una pérdida neta del glaciar.
 - Fusión.
 - Desmembramiento – la ruptura de grandes fragmentos de hielo (icebergs donde el glaciar ha alcanzado el mar).

Balance de un glaciar

- Los glaciares se forman en áreas donde en invierno cae más nieve de la que se funde en verano.
- La acumulación de la nieve se produce en la denominada zona de acumulación, que marca en su límite inferior el límite de nieves perpetuas.
- En la zona de desgaste tiene lugar la fusión del hielo y la fragmentación del hielo en el frente glaciar, creando icebergs cuando el hielo alcanza el mar o un lago.

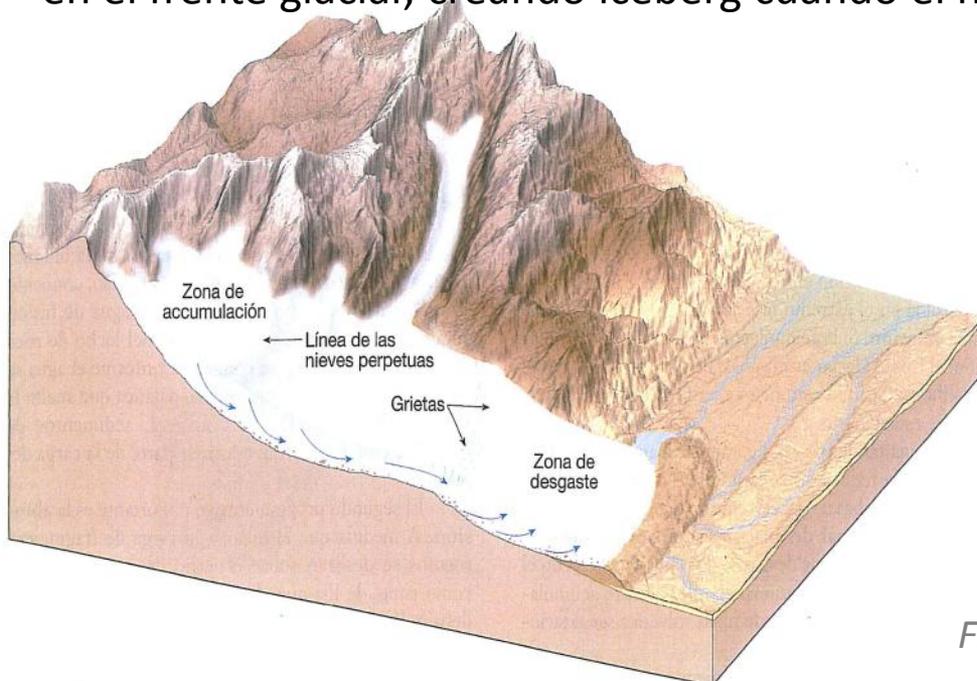


Fig. 12.5 // pp. 273 Tarbuck y Lutgens (2000)

Balance de un glaciar (continuación)

- Que el frente de un glaciar avance o retroceda, o permanezca estacionario, depende del balance del glaciar.
- El balance glaciar es el equilibrio, o falta de equilibrio, entre la acumulación de nieve en el extremo superior del glaciar y la pérdida en el extremo inferior. Esta pérdida se denomina ablación.
- Si la acumulación de hielo supera a la ablación el frente glaciar avanza, cuando sucede lo contrario, el frente glaciar retrocede.

La erosión glaciær

- Los glaciæres erosionan el terreno de dos maneras:
- + Arranque. El agua de fusión penetra en las grietas/diaclasas de las rocas y se congela fracturando y levantando la roca, de manera que grandes bloques de roca son removidos.
- + Abrasión. Cuando el hielo y su carga de fragmentos se deslizan sobre las rocas, actúan como papel de lija que alisa y pule la roca.

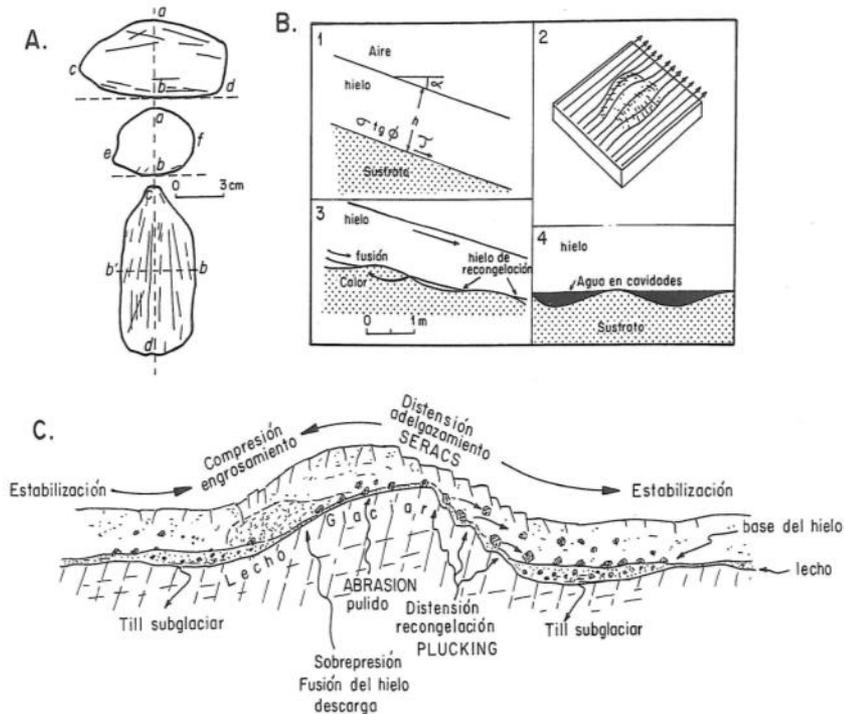


Fig. 8.8 // pp. 161. Pedraza (1996)

Estrías glaciares



Erosión glacial

- Erosión glacial.

La abrasión glacial produce.

- Harina de roca (roca pulverizada).
- Estrías glaciares (surcos en el lecho de roca).

- Formas creadas por la erosión glacial.

Efectos erosivos de los valles glaciares.

- Valles glaciares.
- Valles colgados.
- Lagos en rosario.
- Circo.
- Fiordo.
- Arista.
- Horn.

Valle y lagos de sobreexcavación glacial



Formas glaciares erosivas más comunes

- + Pulidos. Superficies desgastadas.
- + Estrías. Microincisiones lineales discontinuas.
- + Acanaladuras. Mesocavidades continuas y lineales.
- + Rocas aborregadas. Resaltes rocosos en el lecho rocoso, orientados según el movimiento del hielo.
- + Valles, circos, etc.

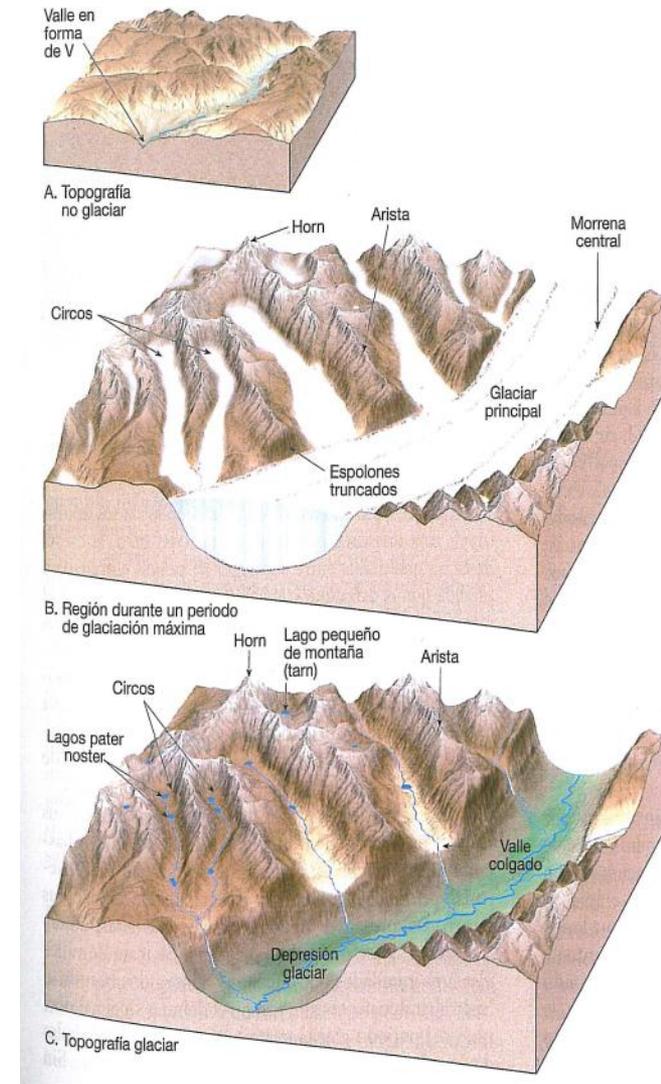


Fig. 12.7 // pp. 275. Tarbuck y Lutgens (2000)

Formas erosivas (continuación)

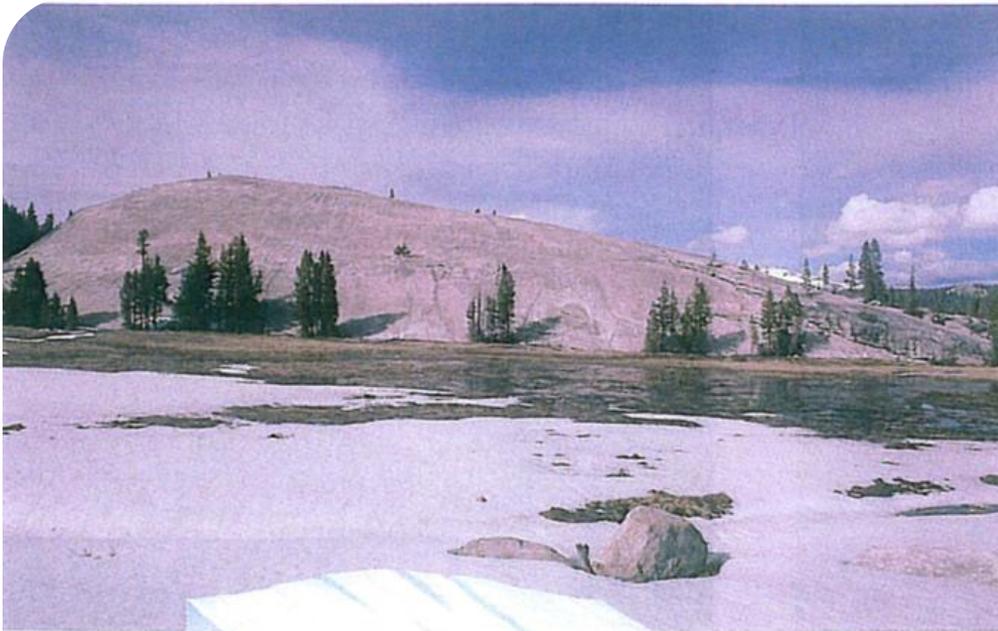


Figura 12.10 Roca aborregada en el Parque Nacional Yosemite, California. La pendiente suave experimentó abrasión y el lado más empinado experimentó arranque. El hielo se movió de derecha a izquierda. (Foto de E. J. Tarbuck).

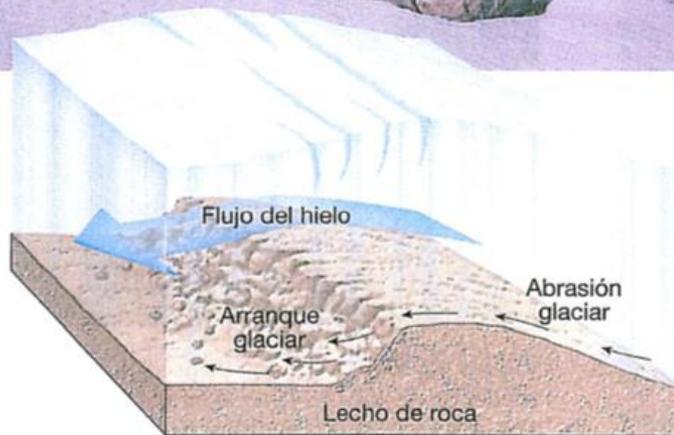


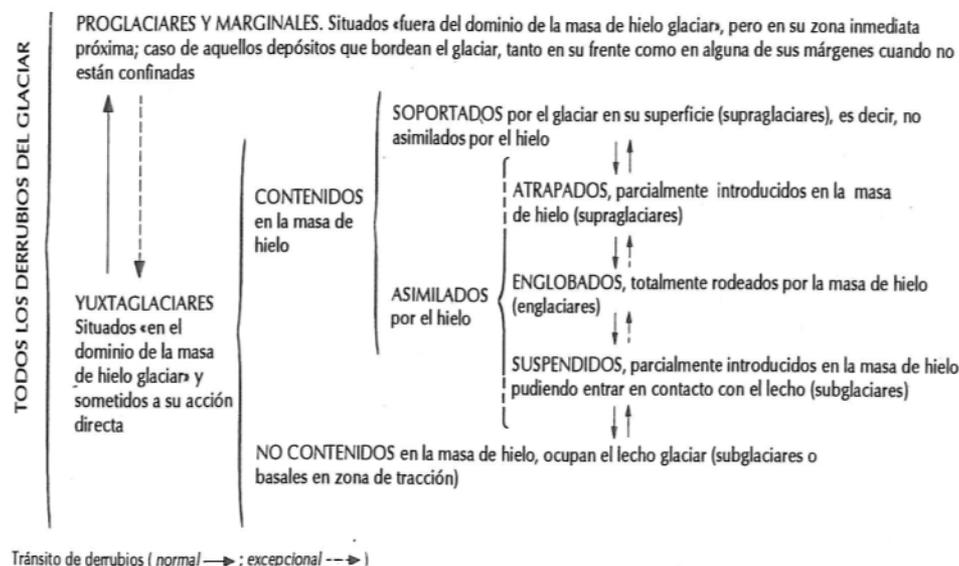
Fig. 12.10 // pp. 278. Tarbuck y Lutgens (2000)

El transporte glaciar

- La carga transportada se denomina genéricamente como derrubios glaciares, y si se trata de grandes bloques se denominan bloques erráticos.

- El acarreo de los derrubios se realiza según dos modalidades, según la posición que ocupen los derrubios respecto a la masa de hielo.

Cuadro 8.4. Transporte de materiales (derrubios) en un glaciar.



La estructura general de la clasificación y algunos términos, se introducen en esta obra; así ocurre con: asimilados, atrapados, contenidos, englobados y soportados, al referir la posición de los derrubios. Ciertos términos, como yuxta-, pro-, y englaciador, son ya clásicos en glaciología; finalmente, subglaciador y zona de suspensión están utilizados siguiendo una de las alternativas posibles, ya que existe cierta polémica al respecto.

- Subglaciador aparece según diferentes opciones:

1. En ocasiones, poco frecuentes, denomina la masa de hielo que está directamente en contacto con el lecho.
2. El uso más generalizado, que es el adoptado aquí, considera como tal todo el conjunto de interacción entre el glaciar y su lecho. De esta forma, la zona subglaciador está constituida por tres tramos: el inferior de la zona englaciador hasta un límite superior poco preciso, si bien, al establecerlo debe tenerse en cuenta su capacidad para intercambiar derrubios con el lecho; el denominado «basal», correspondiente a la masa de hielo directamente en contacto con el lecho y que transporta los materiales suspendidos; y por último, el «lecho» glaciar con sus materiales.
3. A veces usan «basal», y no «subglaciador», para denominar todo el área de interacción entre el glaciar y su lecho. Según las modalidades de transporte, definen dos zonas: una superior con transporte pasivo o «zona de suspensión», y otra inferior con transporte por arrastre y empuje o «zona de tracción».

- Suspensión y zona de suspensión son términos empleados por aquéllos que manejan la tercera alternativa de las analizadas previamente, especialmente Boulton (ver cuadro 8.5), y alude al transporte en el interior del hielo. Dado que no consideran de forma precisa las interacciones hielo-lecho glaciar, hoy apenas se utiliza. Sin embargo, resulta apropiado mantenerlos para expresar la modalidad de transporte basal, es decir, modificando su significado inicial y aplicándolos a aquellos derrubios que están asimilados por la masa de hielo pero no englobados en su conjunto; por tanto, van «colgados o suspendidos en la base del glaciar a modo de incrustaciones en relieve» y terminarán por pasar a «no contenidos».

Cuadro 8.4 // pp. 163. Pedraza (1996)

Tema 8. Procesos y formas en medios fríos y en medios áridos.

El transporte glaciar

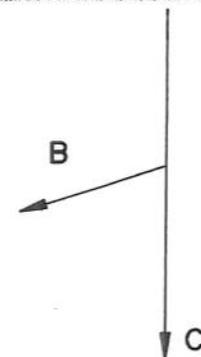
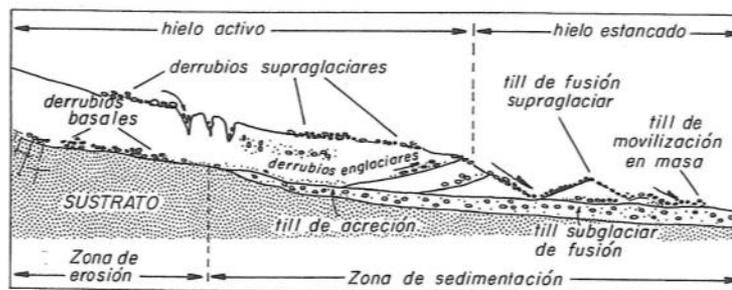
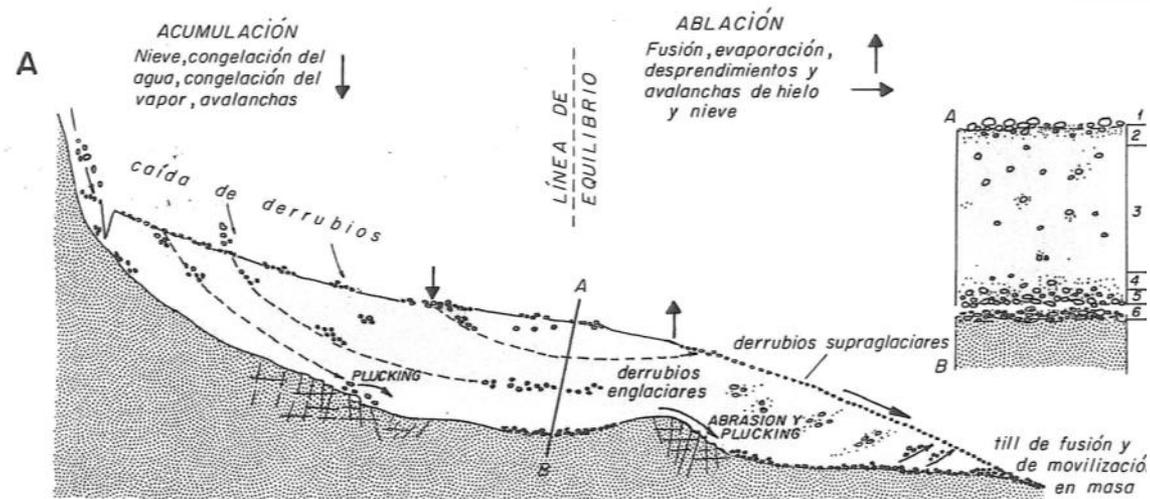


Figura 8.9. Derrubios y sedimentos a lo largo del glaciar.
 A. Esquema general donde se indica: procedencia, tránsito dentro del hielo, y alojamiento en el lecho y frente del glaciar formando tills.
 El corte (en la parte superior derecha) muestra la posición de los derrubios yuxtaglaciares: 1, soportados supraglaciares; 2, atrapados supraglaciares; 3, englobados englaciados; 4, englobados subglaciares; 5, suspendidos subglaciares; 6, no contenidos subglaciares.
 B. Transporte y sedimentación en la zona terminal de un glaciar continental; se indica la separación entre erosión-sedimentación, y su correspondencia con hielo activo-hielo inactivo.
 C. Sedimentación debida a un glaciar de plataforma (marino o lacustre): distintas facies y aporte de bloques a los sedimentos marinos (dropstones).
 B y C según la interpretación de Hambrey y Alean (1992).

Fig. 8.9 // pp. 164. Pedraza (1996)

Materiales supraglaciares (Glaciar Kumbu, Himalaya)



Depósitos glaciares

Derrubios glaciares – término que abarca todos los sedimentos de origen glaciar.

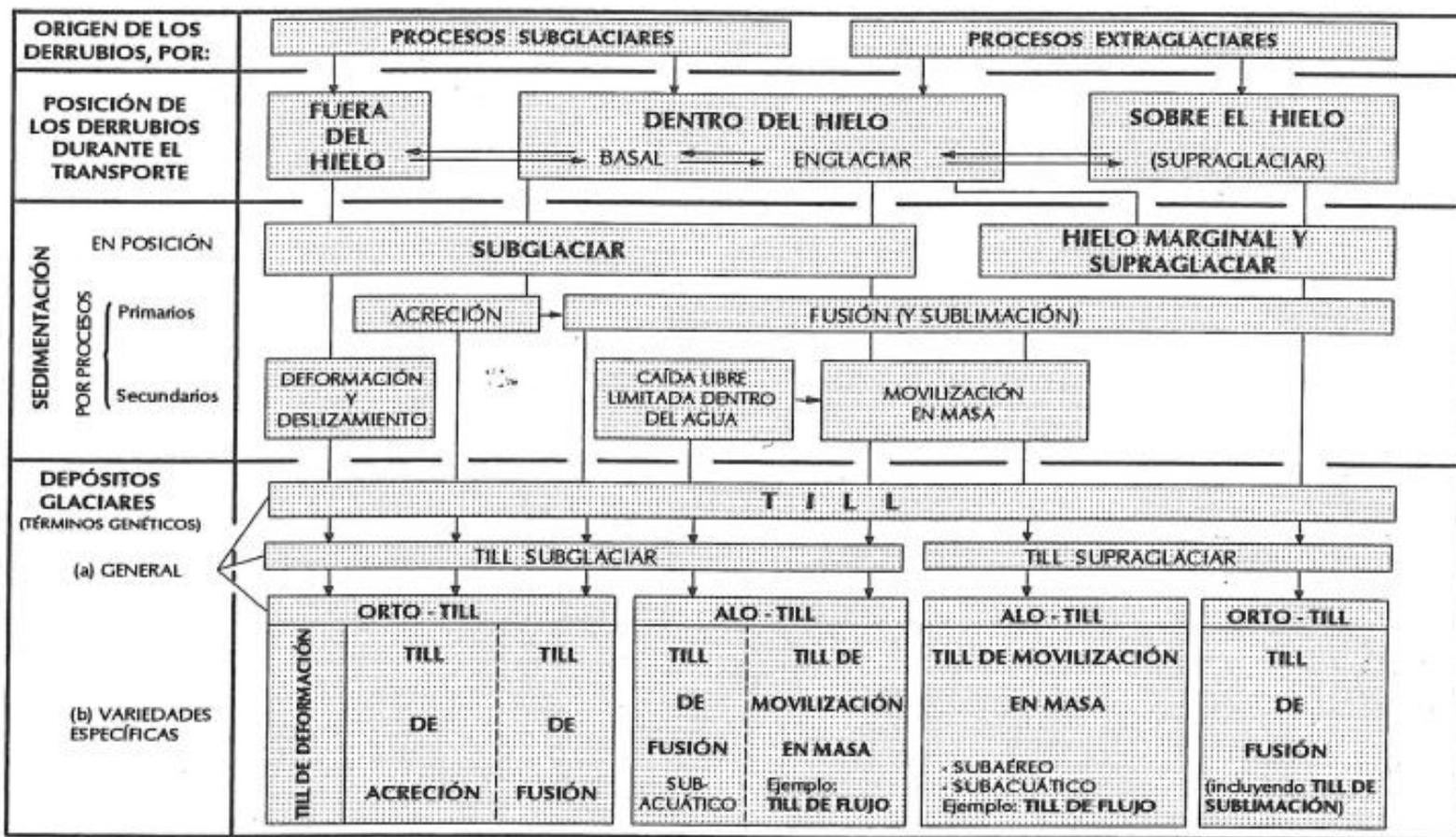
Tipos de derrubios glaciares.

- Tills – los materiales depositados directamente por el glaciar.
- Derrubios estratificados – los sedimentos dejados por el agua de fusión del glaciar.

La sedimentación glaciar

- Los sedimentos derivados del hielo glaciar forman acumulaciones no consolidadas que reciben el nombre genérico de TILLS.
- Si aparecen compactados o litificados, se les denomina tillitas.

Cuadro 8.5 // pp. 167. Pedraza (1996)



El till glaciar es una mezcla de sedimentos no seleccionados y no estratificados



Vista de cerca del canto

Depósitos glaciares

Formas constituidas por tills.

- Morrenas.
 - Capas o dorsales de tills.
- Morrenas producidas por los glaciares alpinos.
 - Morrena lateral.
 - Morrena central.
- Otros tipos de morrenas.
 - Morrena final – terminal o de retroceso.
 - Morrena de fondo.

Lengua glaciár con morrenas laterales y frontal



Morfología glacial en la cabecera del valle del Miera, Cantabria



Morrena central del Duje (Áliva, Picos de Europa)



Depósitos glaciares

Formas constituidas por tills.

Drumlins.

- Colinas lisas, alargadas y paralelas.
- El lado empinado de la colina mira en la dirección desde la cual avanzó el hielo.
- Aparecen en grupos denominados campos de drumlins.
- Su formación no se conoce del todo.

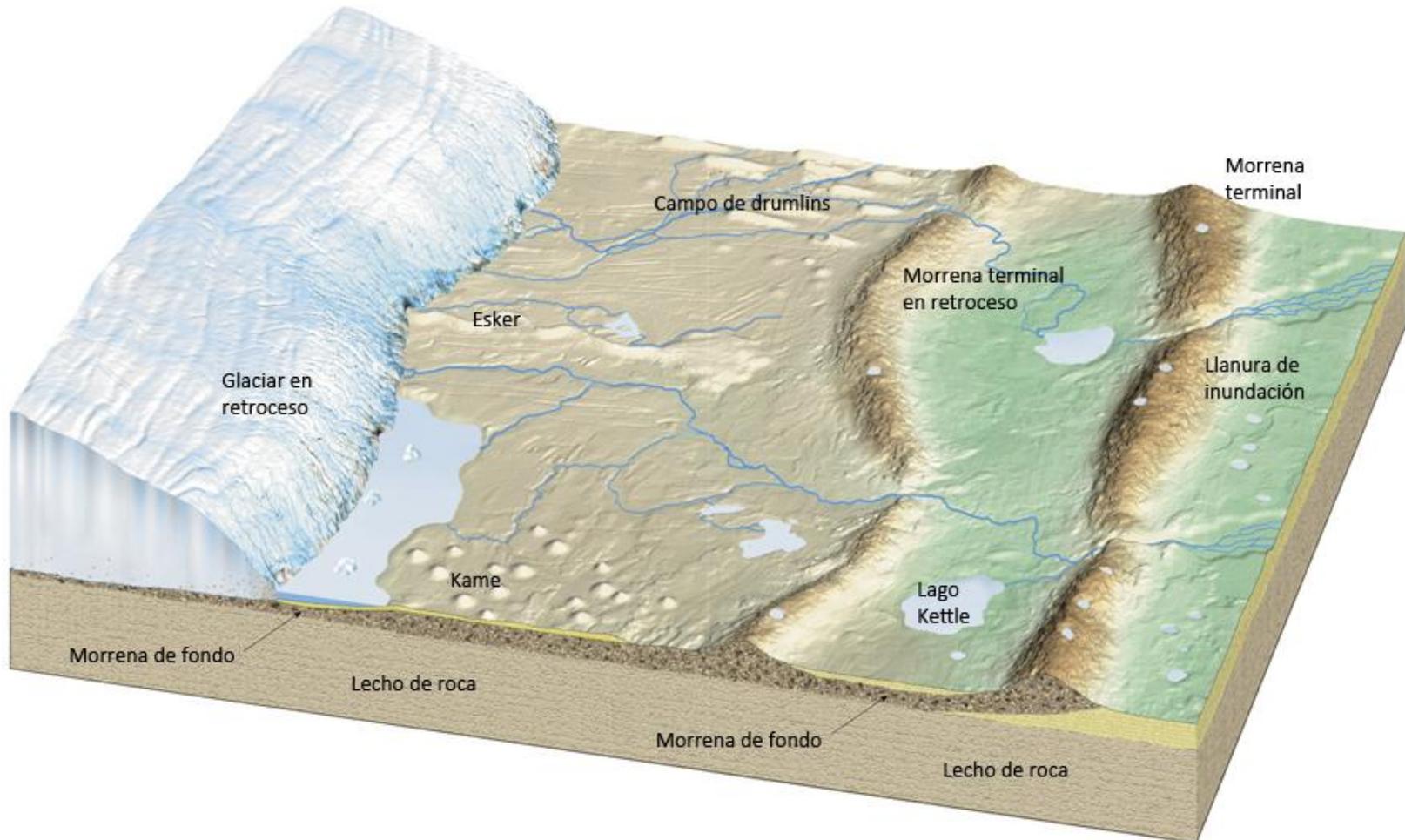
Depósitos glaciares

Formas constituidas por derrubios glaciares estratificados.

Depósitos en contacto con el hielo.

- Depositados por el agua de fusión que fluye por encima, en el interior y en la base del hielo inmóvil.
- Formas.
 - » Kames.
 - » Eskers.

Formas deposicionales de un glaciar



La teoría glaciaria y el período glaciario cuaternario

Período glaciario.

- Cuatro etapas frías principales para Europa (Alpes).
 - Würm.
 - Riss.
 - Mindel.
 - Donau.

El hielo cubría el 30% del área de superficie de la Tierra.

Extensión máxima de los glaciares de casquete durante el período glacial cuaternario



La teoría glaciaria y el período glaciario cuaternario

Período glaciario.

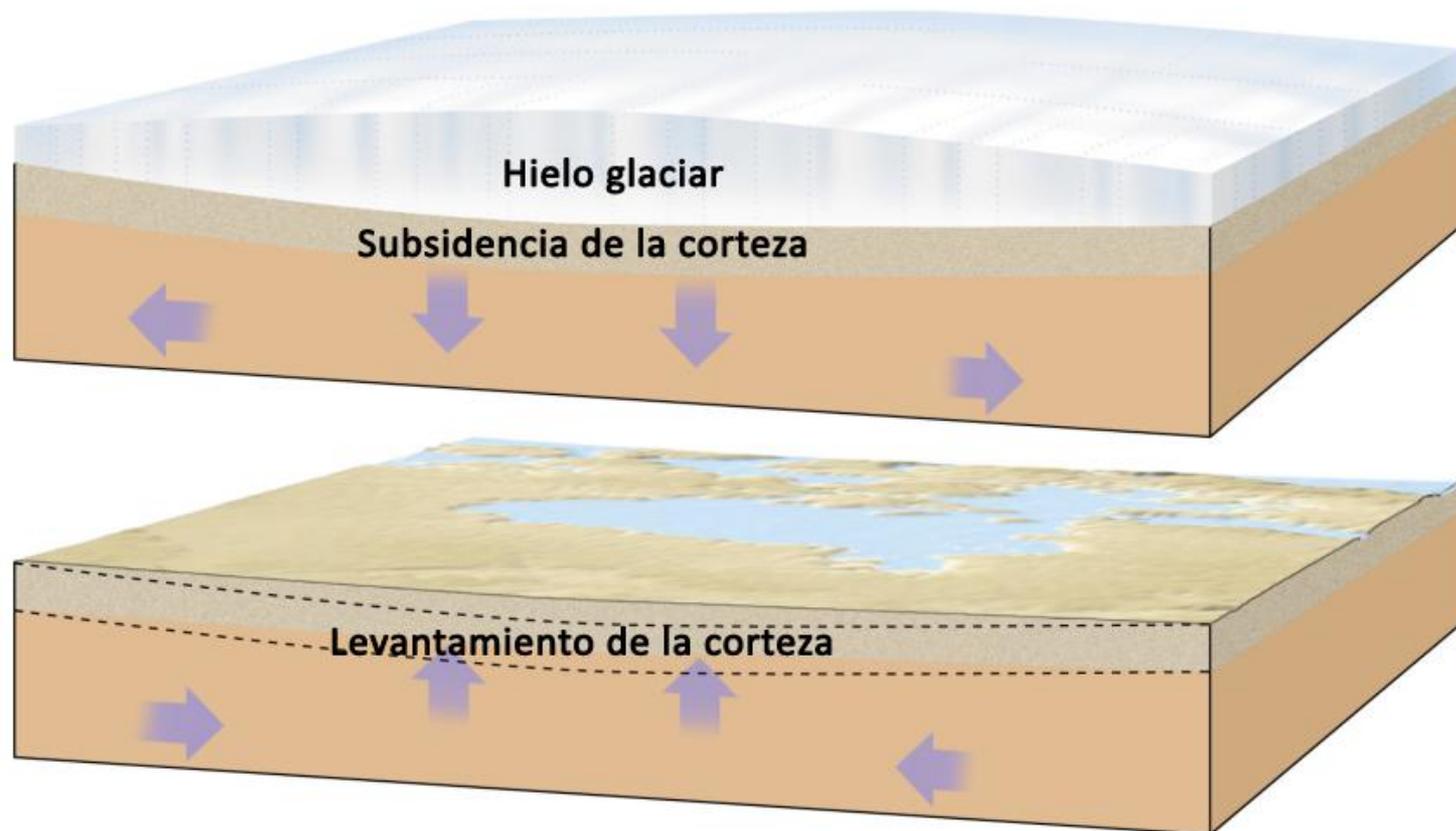
- El período glaciario empezó hace entre 2 y 3 millones de años.
- La mayoría de las principales etapas glaciares se produjo durante una división de la escala de tiempo geológico denominada Pleistoceno.

La teoría glacial y el período glacial cuaternario

Algunos efectos indirectos de los glaciares del período glacial cuaternario.

- Grandes migraciones de los animales y las plantas.
- Cambios en los cursos de corrientes de agua.
- Subsistencia de la corteza en zonas que fueron centros de acumulación glacial.
- Descenso y elevación del nivel del mar en todo el mundo.
- Cambios climáticos.

Subsidencia de la corteza y eliminación de los glaciares



Causas de las glaciaciones

Cualquier teoría que intente explicar las causas de las épocas glaciares debe responder a:

- ¿Qué causa el comienzo de las condiciones glaciares?
- ¿Qué causó la alternancia de etapas glaciares e interglaciares que han sido documentadas para el Pleistoceno?

Causas de las glaciaciones

- Algunas posibles causas de las glaciaciones.

Tectónica de placas.

- Los continentes estaban dispuestos de manera diferente en el pasado.
- Cambios en la circulación oceánica.

Variaciones en la órbita de la Tierra.

- La hipótesis de Milankovitch.

Causas de las glaciaciones

Algunas posibles causas de las glaciaciones.

Hipótesis de Milankovitch.

- Variaciones en la forma (excentricidad) de la órbita de la Tierra (ciclos de 100.000 años).
- Cambios en el ángulo que forma el eje con el plano de la órbita terrestre (oblicuidad) (ciclos de 41.000 años).
- Bamboleo del eje de la Tierra (precesión) (ciclos de 26.000 años).
- Los cambios climáticos en los últimos cientos de miles de años están relacionados con las variaciones en la geometría de la órbita de la Tierra.

Pueden además existir otros factores que han podido influir.

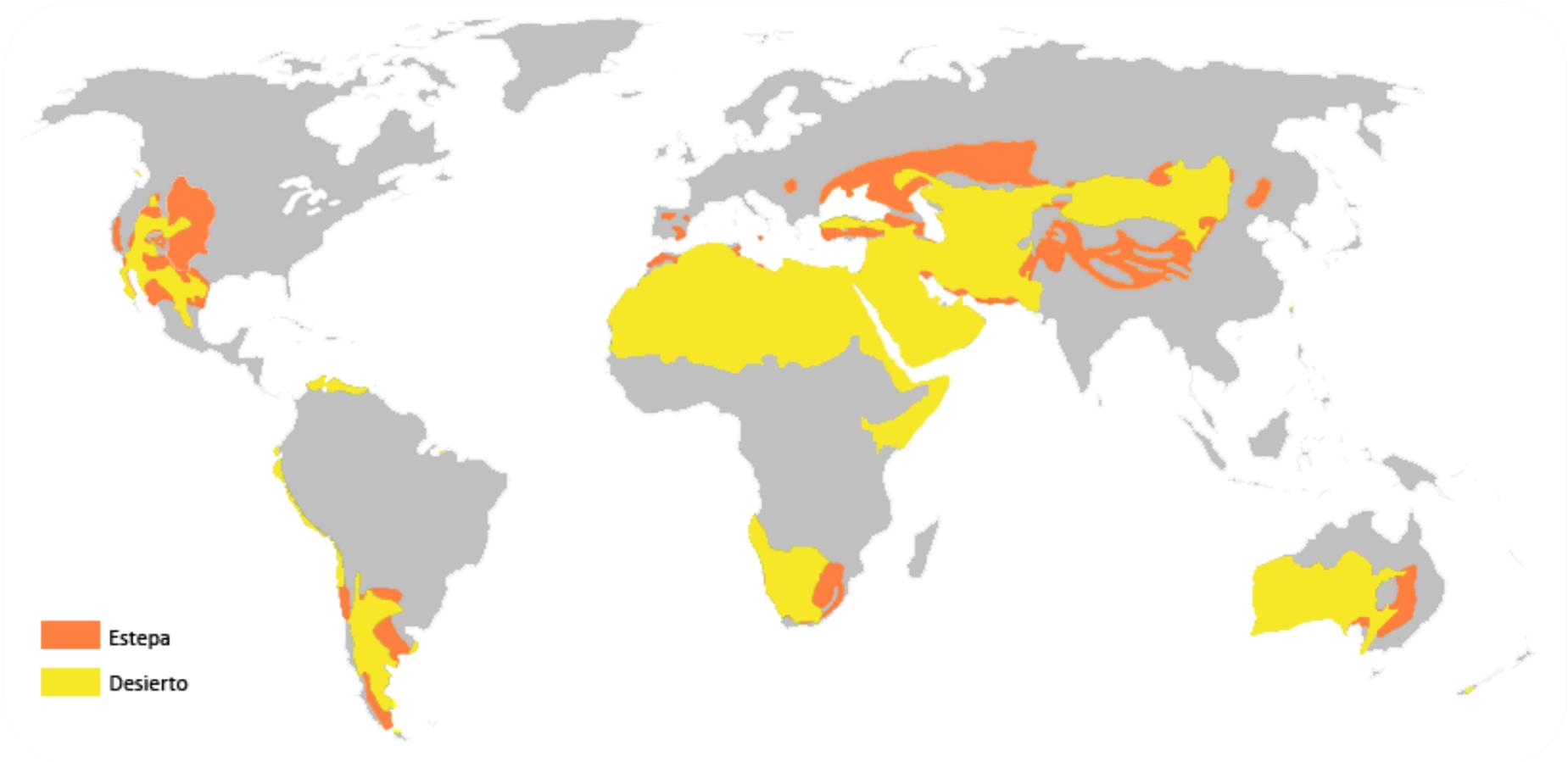
El viento y los medios áridos: sedimentos eólicos

- Las regiones secas del mundo abarcan alrededor de 42 millones de km², un 30% de la superficie terrestre, ninguna otra región climática ocupa un área tan extensa. Dentro de estas regiones áridas, con déficit de agua, se reconocen dos subáreas: el desierto y la estepa.
- Los principales procesos geológicos en las zonas áridas.
- Erosión hídrica. Los cauces sólo transportan agua en respuesta a precipitaciones episódicas. Las inundaciones son repentinas y producen tasas de erosión muy considerables.
- Erosión eólica. Puede realizarse por deflación (arranque-vaciado) y por corrosión o abrasión (arranque-desgaste). La abrasión se traduce en rocas pulidas en facetas (cantos facetados o ventifactos), alveolos (picaduras o microoquedades), acanaladuras, etc.

Distribución y causas de las regiones secas

- Las regiones secas cubren el 30% de la superficie terrestre.
- Se reconocen dos tipos climáticos.
 - El desierto o árido.
 - La estepa o semiárido

Regiones de desierto y estepa del mundo



Distribución y causas de las regiones secas

- Las regiones secas se concentran en dos zonas.
Subtrópicos.
 - Desiertos de latitudes bajas.
 - En las proximidades de los trópicos de Cáncer y Capricornio.
 - Áreas de altas presiones donde el aire se hunde, cuando esto sucede el aire se comprime y calienta.

Distribución y causas de las regiones secas

- Las regiones secas se concentran en dos zonas
 - Latitudes medias
 - Localizadas en el interior de los continentes
 - La presencia de montañas elevadas que se cruzan en el camino de los vientos predominantes produce un desierto de sombra pluviométrica

Procesos geológicos en climas áridos

Meteorización.

- No es tan efectiva como en regiones húmedas.
- La meteorización mecánica produce rocas y fragmentos minerales inalterados.
- La meteorización química en los desiertos produce.
 - Arcilla.
 - Suelos poco potentes.
 - Minerales oxidados.

Procesos geológicos en climas áridos

Papel del agua

- Prácticamente todos los cauces de corrientes de agua en los desiertos están secos la mayor parte del tiempo.
- Los desiertos tienen corrientes de agua efímeras.
 - Transportan agua sólo durante períodos específicos de precipitación.
 - Los nombres de las corrientes de agua en los desiertos son diferentes en las distintas regiones.
 - » Wash y arroyo (oeste de Estados Unidos).
 - » Uadi (Arabia y África del Norte).

Procesos geológicos en climas áridos

Papel del agua.

- Los desiertos tienen corrientes de agua efímeras.
 - Los nombres de las corrientes de agua en los desiertos son diferentes en las distintas regiones.
 - » Donga (América del Sur).
 - » Nullah (India).
- Precipitaciones en el desierto.
 - La lluvia suele aparecer en forma de aguaceros.

Procesos geológicos en climas áridos

Papel del agua.

Precipitaciones en el desierto.

- Dado que la cobertura vegetal es escasa, no se pone obstáculo alguno al agua de escorrentía y, por tanto, se producen inundaciones súbitas.
- Los sistemas de drenaje están mal integrados y carecen de un sistema extenso de afluentes.
- Las corrientes de agua realizan la mayor parte del trabajo erosivo en los desiertos.

Transporte eólico

Transporte de sedimentos por el viento.

Difiere del realizado por las corrientes de agua de dos maneras:

- El viento es menos capaz de elevar y transportar materiales gruesos.
- Dado que el viento no está confinado en cauces, puede extender el sedimento a lo largo de grandes áreas.

Mecanismos de transporte eólico

Transporte de sedimentos por el viento.

Mecanismos de transporte.

- Carga de fondo.
 - » Saltación – la arena se mueve saltando y rebotando a lo largo de la superficie.
 - » Aproximadamente entre el 20 y el 25 por ciento de la arena transportada en una tormenta de arena se mueve de esta forma.
- Carga en suspensión.

El transporte eólico

- Los factores que controlan este proceso son la morfología y tamaño de los clastos, por un lado y, por otro, la velocidad del viento.

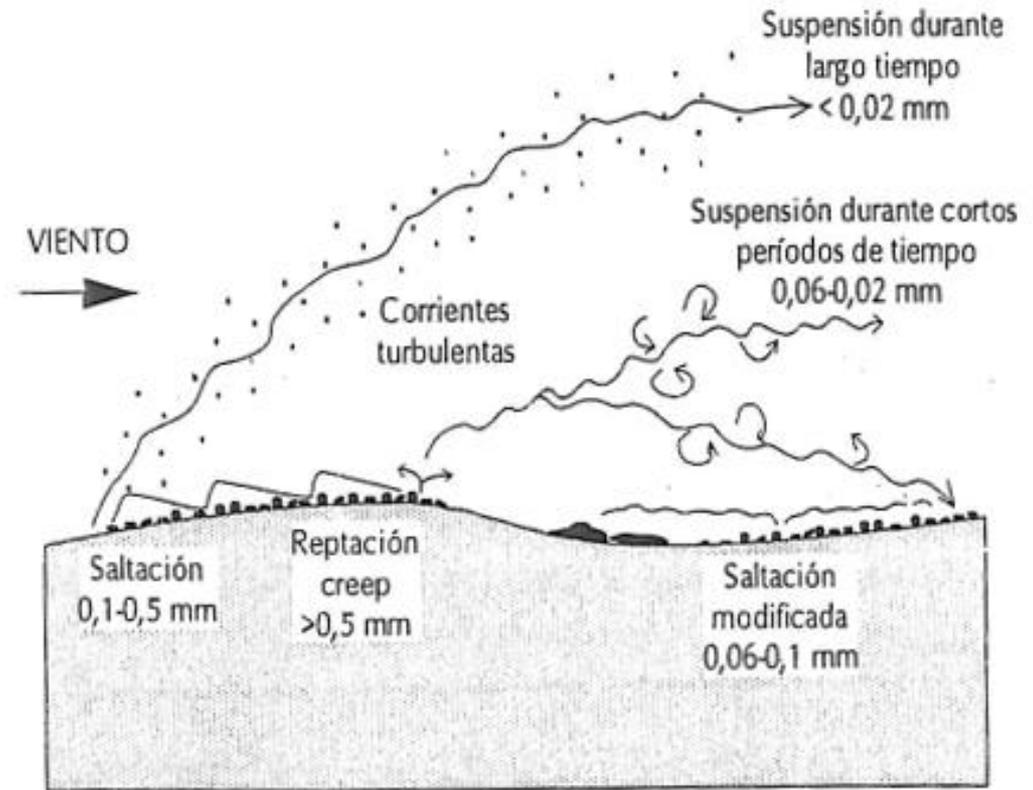


Fig. 10.3 // pp. 262. Pedraza (1996)

Figura 10.3. Modalidades de transporte eólico. El rango de tamaños indicado muestra una «franja» variable, entre una o dos unidades, en función del viento.

Movimiento de la arena por el viento



El Viento arrastra las arenas del Sahara hacia las Islas Canarias y Océano Atlántico



El viento en el desierto

Erosión eólica.

Mecanismos de erosión eólica.

– Deflación.

- » Levantamiento del material suelto.
- » La deflación produce depresiones de deflación (depresiones superficiales) y pavimento desértico (una superficie de granos gruesos).

Erosión eólica

Erosión eólica.

Mecanismos de erosión eólica.

- Abrasión.
 - » Crea ventifactos (rocas con caras planas) y yardangs (crestas esculpidas por el viento).
- El viento está limitado en la vertical.

Proceso de formación de ventifactos sobre pavimento desértico



Wikipedia

Yardang rocoso (Texas)

Wikipedia



Depósitos eólicos

Depósitos eólicos

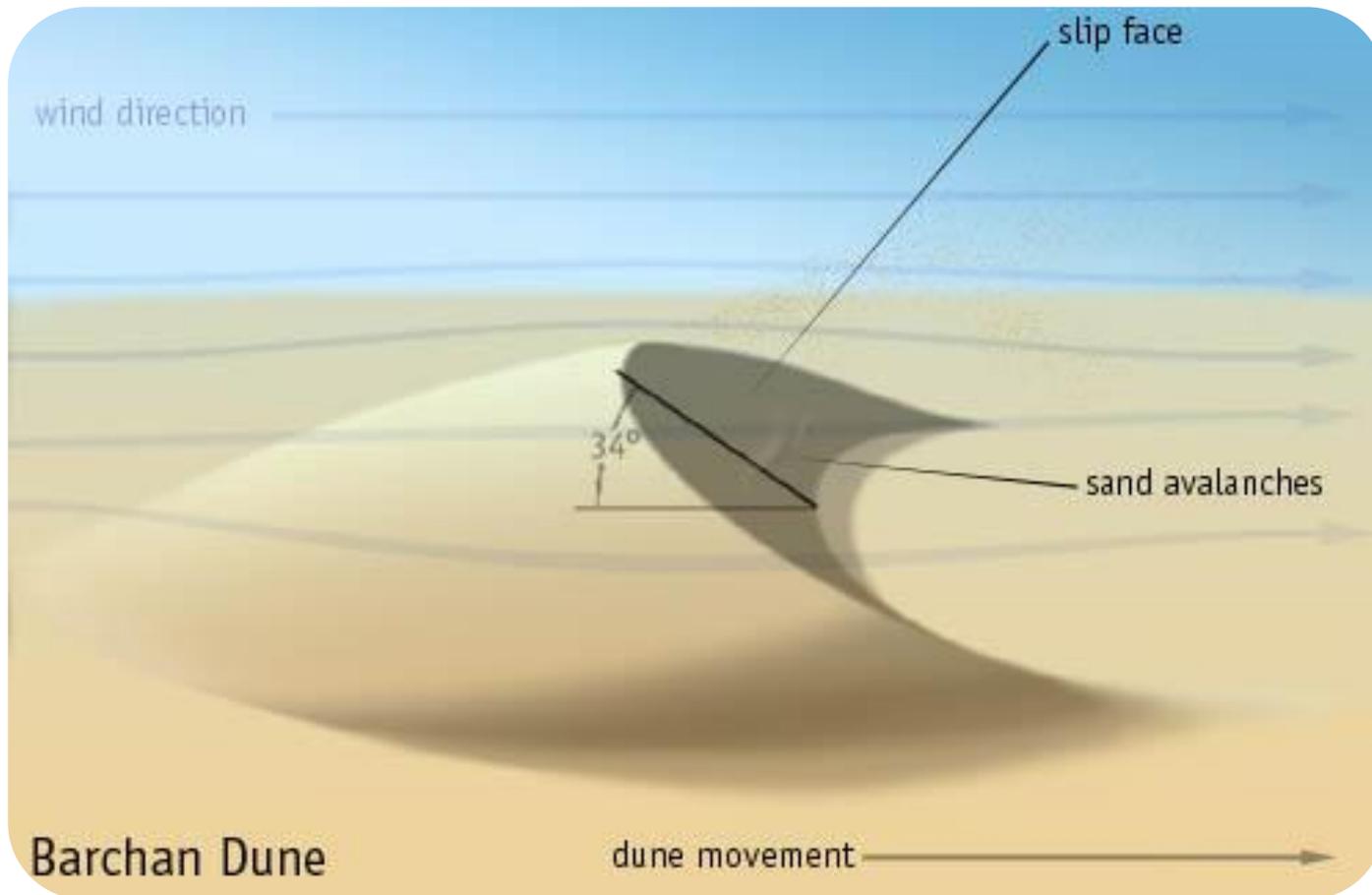
- En algunas regiones el viento crea significativas estructuras deposicionales.
- Dos tipos de depósitos eólicos.
 - Dunas.
 - » Montículos o crestas de arena.
 - » Suelen tener formas asimétricas.
 - » La pendiente de barlovento está más empinada y la de sotavento se denomina cara de deslizamiento.

Paisaje dunar (Death Valley, California)



Formación de dunas de arena

Wikipedia



Barchan Dune

dune movement

Tipos de dunas

- Depósitos eólicos.

Tipos de depósitos eólicos.

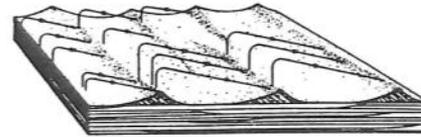
– Dunas.

- » Pequeña migración de las dunas en dirección del movimiento del viento.
- » Los tipos de dunas de arena son: barjanes, dunas transversas, longitudinales, parabólicas y dunas en estrella.

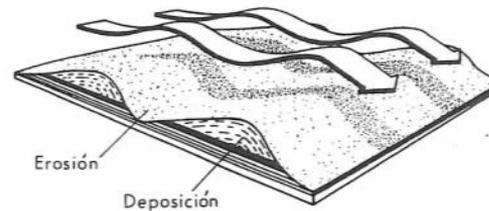
Tipos de dunas y vientos dominantes

- Los criterios para clasificar las dunas son muy variados (por sus dimensiones, por su morfología externa, por su estructura interna), aunque el criterio más frecuentemente utilizado es por su génesis.

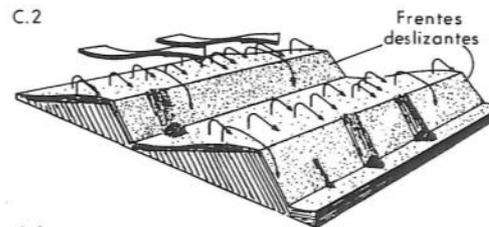
A. Ripples



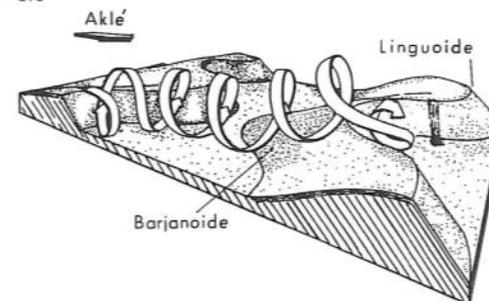
C.1 Dunas transversas



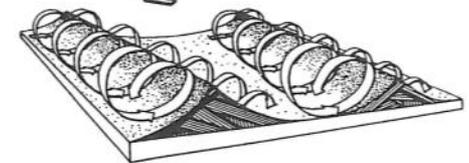
C.2



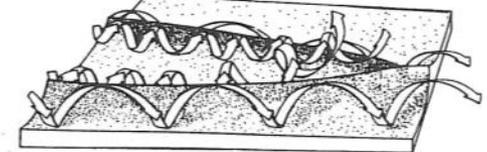
C.3



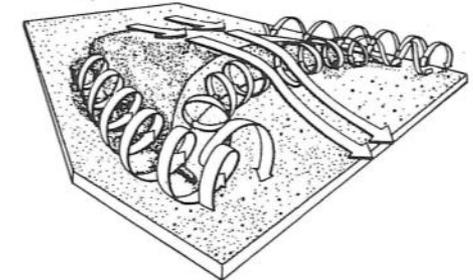
B.1 Dunas longitudinales



B.2 Unión en Y



D.1 Barjón



D.2 Barjanes formando una duna seif



Fig. 10.7. // pp. 265. Pedraza (1996)

Formación de dunas costeras parabólicas



Dunas en estrella



Otros depósitos eólicos

Otros depósitos eólicos.

- Depósitos de loess.
 - » Depósitos de limo transportado por el viento.
 - » Las dos fuentes principales de este sedimento son los desiertos y las llanuras de aluvión glaciares.
 - » Los depósitos más extensos están en China y en el centro de Estados Unidos.

Los loess

- Las partículas de tamaño inferior a la arena ($< 0,02$ mm) pueden ser transportadas a grandes distancias hacia zonas muy alejadas del dominio árido, dando lugar a unos depósitos muy particulares denominados loess.
- Los loess son formaciones sedimentarias constituidas por partículas de tamaño limo-arcilloso, composición mayoritariamente cuarcítica, colores ocre-amarillentos y sin estratificación, que cubren grandes extensiones en el Hemisferio Norte, en una banda casi paralela a los límites que tuvieron los hielos durante su máximo desarrollo durante el Pleistoceno.

Características de los loess

Tabla 10.1. Características generales del loess (modificado de Dapples, 1963).

Color:	Amarillo u ocre amarillento, como más característico; también gris o pardo. Desarrolla suelos con horizonte «A» de tonos oscuros, al ser rico en materia orgánica.
Textura:	<ul style="list-style-type: none"> a) Friable. b) Está formado fundamentalmente por fracción limosa, pero también contiene partículas del tamaño arcilla y arena. En general, la fracción entre 0,01 y 0,05 mm forma al menos el 50% del peso del material. c) Los granos de arena o de limo grueso, suelen estar rodeados por un agregado de partículas arcillosas y son angulosos o subangulosos. e) Al microscopio muestran texturas sueltas y abiertas, con pocas uniones entre los granos y muchos vacíos intergranulares.
Composición:	<ul style="list-style-type: none"> a) La fracción tamaño arcilla es variable, aunque la montmorillonita y la illita son los minerales más abundantes. b) La fracción tamaño limo está compuesta por cuarzo (=50%); a veces feldespato, hasta =20%; calcita, dolomita y micas, menos del 10%; localmente tiene pequeñas esquistas de ceniza volcánica y, en menor proporción, sílex, hornblenda, clorita y piroxenos. c) La fracción tamaño arena es predominantemente silíceo y, en menor proporción, aparecen agregados de minerales arcillosos. La calcita es un componente importante, aunque no exista siempre, y suele presentarse en concreciones, tubos, conchas de gasterópodos y cementando otros granos.
Estructura:	<ul style="list-style-type: none"> a) En muchos afloramientos se observa un diaclasado vertical. b) Las estructuras tubulares, pueden aparecer hasta 9 ó 12 metros por debajo de la superficie. Incrustan raíces y a veces están asociadas con pequeños tubos formados sobre raicillas de 1 mm de diámetro o menos. c) En las superficies de fractura, aparecen incrustaciones de carbonatos y también en torno a las raíces visibles; por debajo de las zonas socavadas pueden formarse microestalactitas. d) Las concreciones de calcita son muy frecuentes; la profundidad a la que empiezan a aparecer es directamente proporcional a la pluviosidad.
Propiedades técnicas:	<ul style="list-style-type: none"> a) La permeabilidad vertical para el agua es mayor que la horizontal. b) Al ejercer una carga sobre un loess saturado en agua, se produce una rápida consolidación del mismo. El loess seco, soporta pesos que no puede soportar después de su saturación por la lluvia o las aguas de escorrentía.
Formas topográficas:	<ul style="list-style-type: none"> a) Forma escarpes, principalmente en las trincheras artificiales y en los ríos. b) A lo largo de los valles se forman verdaderas chimeneas, barrancos estrechos y divisorias agudas. c) Recubren la topografía anterior. d) Forma sistemas de drenaje complejos. Las vertientes presentan rellanos escalonados, debidos a los deslizamientos de tierras.

Problemática ingenieril

- Estabilidad de canchales y pedreras (canchal de Merilla en río Miera).
- Hielo-deshielo, variaciones de volumen e hinchamientos.
- Efecto cuña del hielo y desplazamiento de bloques por laderas (bloques desplazados en valle del Miera).
- Permafrost y cimentaciones. Asientos diferenciales.
- Desplazamientos de dunas por migración.
- Estabilidad de taludes en loess.