

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FÍSICAS Y NATURALES Y AGRIMENSURA

CARRERA: AGRIMENSURA

DOCENTES:

Profesora Titular: Dra. Geog. Pilar Yolanda Serra – pilarserra@fibertel.com.ar

Jefe de Trabajos Prácticos: Agrimensor Juan Centurión – juncentu@hotmail.com

UNIDAD 8 –MODELADO GLACIAR

1. ¿Qué es un glaciar y cómo se forma?

Los glaciares son masas de hielo que, bajo la acción de la gravedad, se mueven desde la **zona de acumulación** a la zona de **ablación (fusión o deshielo)** abandonan el sistema por evaporación o por formación de icebergs.

Se forman en regiones donde la precipitación anual de nieve supera la cantidad que se funde y evapora en el verano. Se asocian con más frecuencia a las zonas cercanas a los polos, pero pueden encontrarse en muchas áreas montañosas, incluso próximas al Ecuador, como en las montañas de África y Sudamérica.



La nieve acumulada año tras año se transforma gradualmente en hielo. Los cristales de nieve caídos el año anterior se cristalizan dando granos redondeados que se denominan neviza.

Con el tiempo, la neviza queda enterrada por la nieve caída posteriormente y se hace cada vez más densa, a la vez que los huecos ocupados por el aire disminuyen. **Figura 1.** En unos pocos años se forma hielo blanco. Esta transformación, en zonas con poca fusión superficial, como Groenlandia y la Antártida, puede llevar cientos de años.

Cuando la acumulación de hielo es importante, los cristales continúan creciendo y el aire es expulsado casi por completo, obteniéndose así el hielo azul característico de los glaciares.

Figura 1

En la actualidad, los glaciares cubren aproximadamente un 10% de la superficie de la Tierra y almacenan unos 33 millones de kilómetros cúbicos de agua dulce, contribuyendo a regular el nivel medio de los océanos. En las épocas glaciales baja el nivel del mar, mientras que en los periodos más cálidos los hielos se funden, lo que produce el ascenso del nivel del mar en todo el mundo (cambios eustáticos).

Por otro lado, ejercen una influencia local y global sobre el clima, controlando los cambios de presión y las direcciones en las que sopla el viento. Podrían ser considerados como sistemas abiertos, con entradas y salidas, que interactúan con otros sistemas como atmósfera, océanos, ríos, relieve y paisaje.

2. Tipos de glaciares

La clasificación más general se hace atendiendo a su tamaño y a la relación con la topografía que cubren y que los rodea. Se distinguen cuatro tipos principales:

- ❖ **Grandes casquetes o continentales:** son grandes masas de hielo que cubren por completo el relieve sobre el que se asientan, excepto en las zonas marginales. Existen dos grandes casquetes, el de Groenlandia y el de la Antártida. Este último alcanza espesores de más de 4.000 m y almacena el 85% del agua dulce de la Tierra.
- ❖ **Pequeños casquetes:** Consiste en enormes capas de hielo que pueden cubrir una cadena montañosa o un volcán; su masa es menor que la presente en los glaciares continentales también cubren grandes áreas, aunque inferiores a 50.000 kilómetros cuadrados.
- ❖ **Glaciares de valle o alpinos:** en este caso el hielo no cubre por completo la topografía, sino que está canalizado en el fondo de algunos valles.
- ❖ **Glaciares de circo:** son pequeñas masas de hielo que se localizan en las cabeceras de los valles de zonas montañosas y ocupan depresiones denominadas circos. (este tipo y el anterior se conocen conjuntamente como glaciares alpinos)

3. Dinámica y relieve glaciar

Los glaciares son agentes geomorfológicos muy importantes. El hielo se desplaza lentamente sobre el relieve, comportándose como un material plástico, erosionando en unas zonas y transportando y abandonando materiales (sedimentos) en otras.

El hielo se mueve por dos procesos:

1- el flujo interno: La masa de hielo, en bloque, se desplaza sobre el fondo donde puede existir una película de agua líquida que reduce el rozamiento facilitando el movimiento del hielo sobre el sustrato rocoso.

El hielo se comporta como un sólido quebradizo hasta que la presión que tiene encima alcanza los 50 metros de espesor del hielo. Una vez sobrepasado este límite, el hielo se comporta como un material plástico y empieza a fluir. El hielo glaciar consiste en capas de moléculas empaquetadas unas sobre otras, donde las uniones **entre** capas son más débiles que las existentes **dentro** de cada capa. Esto hace que, cuando el esfuerzo sobrepasa las fuerzas de los enlaces que mantienen a las capas unidas, éstas se desplazan unas sobre otras.

2- deslizamiento basal. Éste se produce cuando el glaciar entero se desplaza sobre el terreno en el que se encuentra y en este proceso, el agua de fusión contribuye al desplazamiento del hielo mediante la lubricación de las rocas-

El agua líquida puede aparecer como consecuencia de varios procesos: 1- como consecuencia de que el punto de fusión disminuye a medida que aumenta la presión; 2- por fricción del hielo contra la roca, lo que aumenta la temperatura; 3- por el calor proveniente de la Tierra y 4- por agua que penetra a través de las grietas.

El desplazamiento de un glaciar no es uniforme ya que está condicionado por la **fricción** y la **fuerza de gravedad**. Debido a la fricción, el hielo glaciar inferior se mueve más lento que las partes superiores. A diferencia de las zonas inferiores, el hielo ubicado en los 50 metros superiores, no están sujetos a la fricción y por lo tanto son más rígidos. A esta sección se la conoce como zona de fractura.

El hielo de la zona de fractura viaja encima del hielo inferior y cuando éste pasa a través de terrenos irregulares, la zona de fractura crea grietas que pueden tener hasta 50 metros de profundidad, donde el flujo plástico las sella.

La **rimaya** es un tipo especial de grieta que suele formarse en los glaciares de circo y tiene una dirección transversal al movimiento por gravedad del glaciar. Podría decirse que es una grieta que

se forma en los puntos donde se separa la nieve del fondo del circo del hielo que todavía está bien adherido en la parte superior.

La erosión glaciar comprende diferentes mecanismos:

Los materiales, una vez incorporados al hielo, pueden ser transportados grandes distancias hasta que son abandonados en la zona de ablación. Si se encuentran en la superficie o en el interior del glaciar no experimentan grandes cambios durante el transporte. Pero los materiales que viajan en el contacto hielo-roca se van desgastando y redondeando, adquiriendo formas características, como los bloques "en plancha" (clastos con formas pentagonales, que tienen la superficie pulida y estriada).

En esta zona, el desgaste tanto de los detritos en transporte como del sustrato sobre el que se deslizan produce gran cantidad de materiales finos (arcillas) que se denominan **till o harina glaciar**.

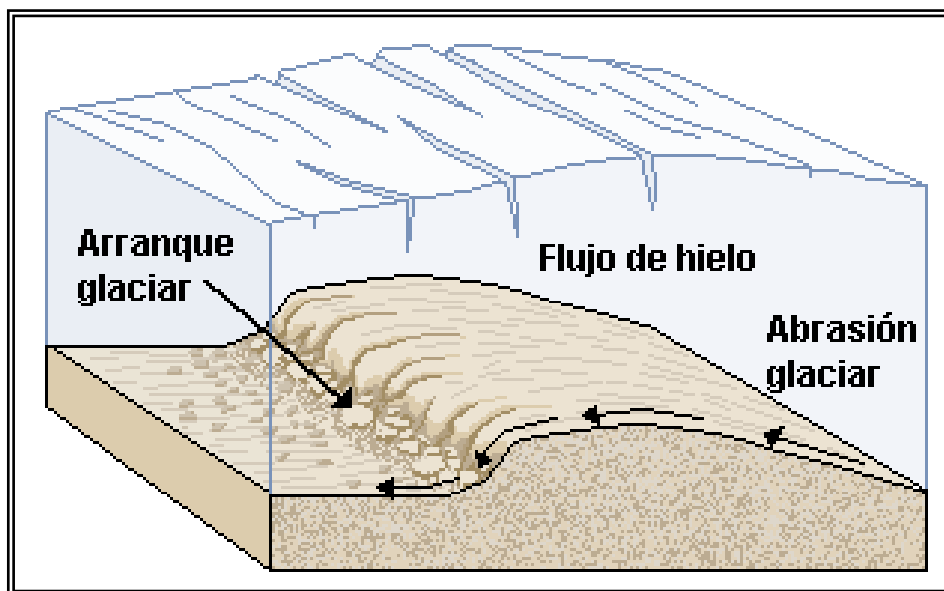
En la zona de ablación, cuando el hielo se funde, es donde los glaciares depositan la mayor parte de su carga. Estos materiales, en general con formas angulosas, tamaños variados y sin clasificar, se denominan **morrena**. Dependiendo de la posición que ocupen, se distinguen: morrenas laterales, centrales, de fondo y frontales.

La velocidad de desplazamiento de los glaciares está determinada por la fricción y ésta hace que el hielo del fondo se desplace a una velocidad menor que las partes superiores. Las velocidades medias varían. Algunos presentan velocidades tan lentas que los árboles pueden establecerse entre los derrubios depositados. En otros casos, sin embargo, se desplazan varios metros por día. Tal es el caso del glaciar Byrd, un glaciar de desbordamiento en la Antártida que, de acuerdo a estudios satelitales, se desplazaba de 750 a 800 metros por año (unos 2 metros por día).

Las rocas y los sedimentos son incorporados al glaciar por varios procesos. Los glaciares erosionan el terreno principalmente de dos maneras: abrasión y arranque.

Arranque y abrasión

A medida que el glaciar fluye sobre la superficie fracturada del lecho de roca, ablanda y levanta



bloques de roca que incorpora al hielo. Este proceso de **arranque**, se produce cuando el agua de fusión penetra en las diaclasas del lecho rocoso y se congela. **Figura 2.**

Cuando el agua se expande, actúa como una palanca que suelta la roca levantándola, de modo que sedimentos de todos los tamaños entran a formar parte de la carga del glaciar.

Figura 2

La **abrasión** ocurre cuando el hielo y la carga de fragmentos rocosos se deslizan sobre el lecho de roca y funcionan como un papel de lija que alisa y pule la superficie situada debajo. La roca pulverizada por la abrasión recibe el nombre de harina de roca. Esta harina está formada por granos de roca de un tamaño del orden de los 0,002 a 0,00625 mm. A veces, la cantidad de harina de roca producida es tan elevada que da diversos colores a las aguas de fusión.

Otra de las características visibles de la erosión glaciar son las estrías glaciares. Éstas se

producen cuando el hielo de fondo contiene grandes trozos de roca que marcan surcos en el lecho de roca. Cartografiando la dirección de las estrías se puede determinar el desplazamiento del flujo glaciar, lo cual es una información de interés en el caso de antiguos glaciares.

Velocidad de erosión

La velocidad de erosión de un glaciar es muy variable y está controlada por cuatro factores importantes: 1- velocidad del movimiento del glaciar; 2- Espesor del hielo 3- Forma, abundancia y dureza de los fragmentos de roca contenidos en el hielo en la base del glaciar; 4- Friabilidad de la roca del lecho glaciar.

4. Sedimentos o Derrubios glaciares

Bloque errático



Una vez que el material es incorporado al glaciar, puede ser transportado varios kilómetros antes de ser depositado en la zona de ablación. Todos los depósitos dejados por los glaciares reciben el nombre de derrubios glaciares.

Los grandes bloques que se encuentran en el till o libres sobre la superficie se denominan erráticos glaciares si su litología es diferente a la roca de base. Son rocas acarreadas y luego abandonadas por un glaciar y puede utilizarse su litología para averiguar la trayectoria del glaciar que la depositó. **Figura 3**

Figura 3

Morrenas

El nombre más común para los sedimentos de los glaciares es el de morrena.

- ❖ Morrena terminal: montículo de material removido previamente depositado al frente de la lengua glaciar.
- ❖ Morrena de fondo: constituida por el material transportado en la base del glaciar y depositado al fundirse la lengua.
- ❖ Morrena lateral: formada por los materiales que desde las paredes del valle caen hacia el glaciar y se acumulan paralelos a éste.
- ❖ Morrena central: se forma cuando se juntan lenguas laterales y pasan a constituir una central compleja.

5- Principales formas de relieve Figura 4

❖ Valles glaciares

La acción erosiva del hielo sobre las paredes rocosas modela una depresión de un valle glaciar en forma de U llamado **artesa** que es profundizado y ensanchado por cientos de metros, hecho que ocurre no sólo en el glaciar principal sino en todos los afluentes. Cuando los glaciares acaban retrocediendo los valles glaciares afluentes quedan por encima de la depresión glaciar principal, y se los denomina **valles colgados**.

❖ Circo glaciar:

Situado en la cabecera del glaciar con forma de anfiteatro de paredes escarpadas por todos lados pero abiertas hacia un lado del valle por donde la fuerza de gravedad permite la descarga glaciar a través de la **lengua**. Se amplía progresivamente y suele dividirse en dos partes: la baja, donde se acumula la nieve y hielo y la alta, con pendientes mayores pero con un hielo más compacto por

su temperatura más baja. Ambas zonas suelen quedar separadas por una grieta más o menos transversal u horizontal que se denomina rimaya.

❖ **Aristas y horns**

Además de las características que los glaciares crean en un terreno montañoso, también es probable encontrar crestas sinuosas de bordes agudos que reciben el nombre de **aristas** y picos piramidales y agudos llamados **horns**.

Ambos rasgos pueden tener el mismo proceso desencadenante: el aumento de tamaño de los circos producidos por arranque y por la acción del hielo. En el caso de los **horns**, el motivo de su formación son 3 o más circos que rodean a una sola montaña.

Las aristas surgen de manera similar; la única diferencia se encuentra que en los circos no están ubicados en círculo, sino más bien en lados opuestos a lo largo de una divisoria. Las aristas también pueden producirse con el encuentro de dos glaciares paralelos. En este caso, las lenguas glaciares van estrechando las divisorias a medida que se erosionan y pulen los valles adyacentes.



Figura 4

❖ **Rocas aborregadas**

Son formadas por el paso del glaciar cuando esculpe pequeñas colinas a partir de protuberancias del lecho de rocas. Una protuberancia de roca de este tipo recibe el nombre de roca aborregada. Las rocas aborregadas son formadas cuando la abrasión glacial alisa la suave pendiente que está en el frente del hielo glacial que se aproxima y el arranque aumenta la inclinación del lado

opuesto a medida que el hielo pasa por encima de la protuberancia. Estas rocas indican la dirección del flujo del glaciar.

❖ **Drumlins**

Las morrenas no son las únicas formas depositadas por los glaciares. En determinadas áreas que en alguna ocasión estuvieron cubiertas por glaciares de casquete continentales existe una variedad especial de paisaje glacial caracterizado por colinas lisas, alargadas y paralelas llamadas drumlins. Son de perfil asimétrico y aerodinámico compuestas principalmente por **till**. Su altura oscila entre 15 a 50 metros y pueden llegar a medir hasta 1 km de longitud. El lado empinado de la colina mira la dirección desde la cual avanzó el hielo, mientras que la pendiente tendida sigue la dirección en que el hielo fue desplazándose. No aparecen en forma aislada, sino que se encuentran agrupados en **campos de drumlins**. **Figura 5.**

No se sabe con certeza cómo se forman, pero por su aspecto aerodinámico, se puede inferir que fueron moldeados en la zona de flujo plástico de un glaciar al avanzar sobre materiales previamente depositados, remodelándolos.

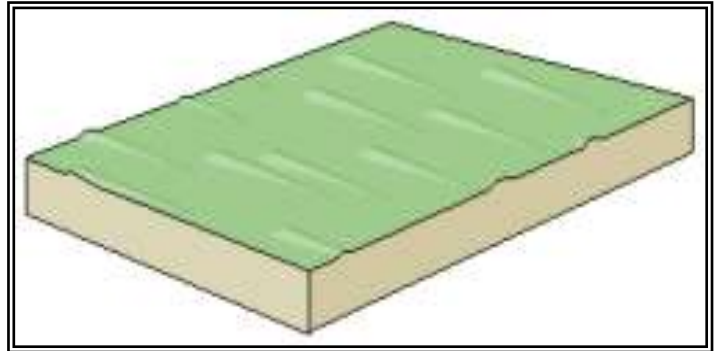
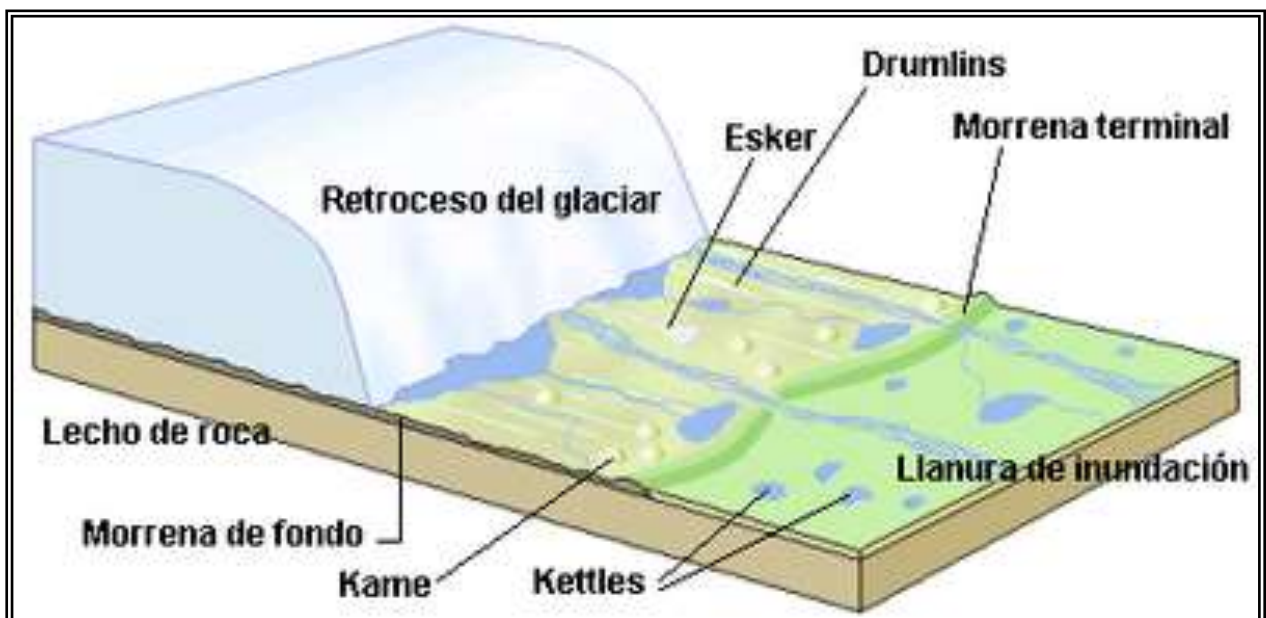


Figura 5: campo de drumlins

❖ **Derrubios glaciares finos del frente glaciar**

El agua que surge de la zona de ablación se aleja del glaciar en una capa plana que transporta fino sedimento; a medida que disminuye la velocidad, los sedimentos contenidos empiezan a depositarse y entonces el agua de fusión empieza a desarrollar canales anastomosados llamados **sandur**.



❖ **kettles**

Se producen cuando enormes bloques de hielo quedan estancados en el derrubio glaciar y después de derretirse dejan huecos en el sedimento, dando origen, casi siempre, a un sistema formado por numerosos lagos interconectados con formas alargadas y paralelas con una dirección

más o menos coincidente con la dirección del avance del hielo.

Es una morfología glacial muy frecuente en Finlandia (que suele denominarse "el país de los 10.000 lagos), en Canadá y en algunos de los estados de Estados Unidos como Alaska, Wisconsin y Minnesota. Estas depresiones, por lo general, no superan los 2 km, aunque en algunos casos llegan a alcanzar los 50 km de diámetro y las profundidades oscilan entre los 10 y los 50 metros.

❖ **Kames**

Cuando un glaciar disminuye su tamaño hasta un punto crítico, el flujo se detiene y el hielo se estanca. Mientras tanto, las aguas de fusión que corren por encima, en el interior y por debajo del hielo dejan depósitos de derrubios estratificados. A medida que el hielo va derritiéndose, va dejando depósitos estratificados en forma de colinas, terrazas y cúmulos.

Cuando estos depósitos tienen la forma de colinas de laderas empinadas o montículos se los llama **kames** y se forman cuando el agua de fusión de abanicos o deltas, deposita sedimentos a través de aberturas en el interior del hielo.

Los **eskers** forman crestas sinuosas largas y estrechas compuestas fundamentalmente de arena y grava. Su altura puede superar los 100 metros y su longitud los 100 km. y se orientan en el mismo sentido de desplazamiento del glaciar. Son depósitos dejados por los ríos de aguas de fusión que fluyen por debajo de la masa de hielo que avanza lentamente. Estos ríos dan salida al agua de la base del glaciar y ocupan una especie de cuevas muy alargadas donde quedan depositados los sedimentos que la capacidad del hielo sí podía transportar pero la del agua, no.