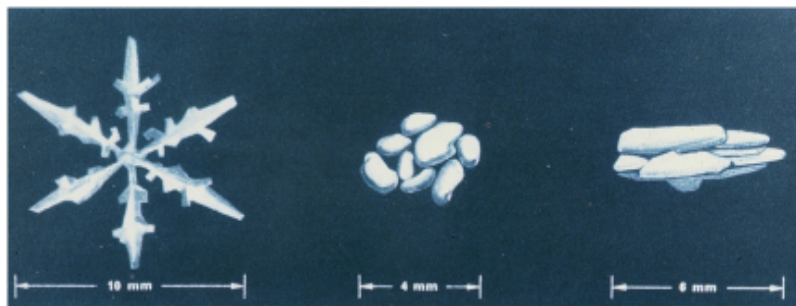


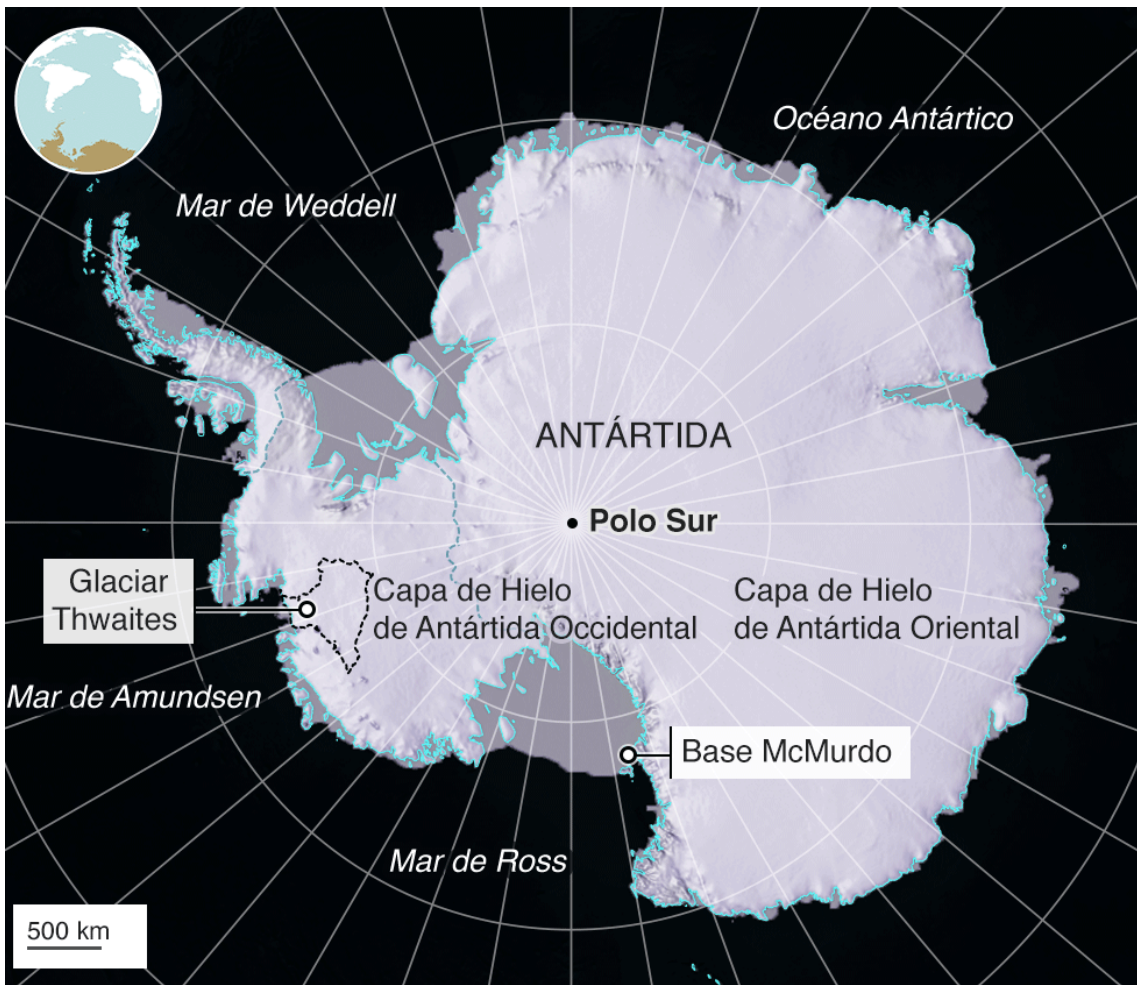
Tema 16.- **El medio glaciar.** Características generales. **Glaciares de casquete y de valle:** tipos de depósitos y ejemplos. **El glaciario a escala geológica.** Su alcance y transcendencia.

En el ambiente glaciar el agente que arranca las partículas de sedimento, las transporta y, finalmente, las deposita es el hielo. Este último es el resultado de la transformación “diagenética” de la nieve. El proceso es muy rápido a escala geológica (máximo unos pocos cientos de años). La nieve, conforme se entierra y cubre por nuevas capas, se descongela (por el aumento de presión) y vuelve a recrystalizar convirtiéndose en el hielo glaciar, al tiempo que aumenta considerablemente de densidad (de 0’1-0’2 a 0’9 gr/cm<sup>3</sup>). En el proceso cambia también su textura hacia cristales planos, aplastados y elongados, paralelos entre sí.

## EL HIELO GLACIAR



El hielo en la naturaleza se concentra en los denominados “glaciares”. Estos son fundamentalmente de dos tipos: los de casquete y los de valle. Los primeros se localizan en las Zonas Polares y ocupan enormes extensiones, allí donde el substrato es esencialmente continental. Los mayores casquetes polares que existen en la actualidad son el de la Antártida, en el Polo Sur, con 13.500.000 km<sup>2</sup> de extensión y un espesor máximo de hielo acumulado cercano a los 5.000 m y el de Groenlandia, en el hemisferio norte, con 1.500.000 km<sup>2</sup> de extensión y un espesor máximo de hielo cercano a los 3.500 m. Le siguen, con mucha menor entidad, los casquetes Patagónicos (norte y sur).



Fuente: Esri/Explorador REMA



El otro tipo de glaciar es el de “valle”, que se localiza en las zonas montañosas de ambos hemisferios, a alturas tanto más elevadas cuanto más cerca estén del Ecuador. En el glaciar típico de valle se distinguen la zona de circo, donde se acumula la nieve y el valle glaciar por donde discurre la lengua glaciar pendiente abajo hasta la zona de fusión.



*Glaciar Aletsch (Alpes suizos)*

Existen diferentes tipos: los de piedemonte o “Alaskianos”, en los que el hielo que fluye desde los diferentes valles se expande y se hace coalescente en la base de la montaña; el “Himaláyico”, donde se concentran valle abajo varias lenguas glaciares; el “Alpino” más típico, de una sola lengua y el “Pirenaico”, restringido a la zona de circo.

También en la naturaleza se da la transición de glaciar de casquete a glaciar de valle. Son los denominados glaciares “Escandinavos” con un casquete en la parte alta de la montaña del que derivan hacia abajo diferentes lenguas glaciares. Los casquetes “Patagónicos”, son en realidad de este estilo, ya que se subdividen en numerosos valles glaciares pendiente abajo, entre ellos por ejemplo el famoso “Perito Moreno” en Argentina (foto inferior), en este caso desde el Casquete Patagónico Sur.





*Glaciar Perito Moreno (Argentina)*

Los sedimentos de origen glaciar

El hielo se comporta como un fluido extraordinariamente lento (la velocidad media de desplazamiento en los glaciares es de unos pocos metros/año) y viscoso, capaz de arrancar del lecho y movilizar gran cantidad de material, de tamaño muy variable (hasta bloques enormes de varios metros cúbicos) a considerables distancias (hasta miles de kilómetros en los glaciares de casquete), ya que suele actuar durante largo tiempo.

El sedimento de origen glaciar es el “till”. Se trata de un conglomerado suelto, de cantos extremadamente angulosos (es de hecho una “brecha”), heterométrico (incorpora clastos de prácticamente todos los tamaños), polimíctico (con clastos de naturaleza muy diferente) y mal clasificado (de aspecto masivo). Los cantos están además con frecuencia pulimentados y estriados, por efecto de la fricción entre ellos y con el propio hielo conforme están siendo transportados. Los “tills” antiguos (pre-Cuaternarios) reciben el nombre de “tillitas” y suelen estar bien litificados y cementados.

Tanto en los glaciares de casquete como en los de valle los “tills” se acumulan en zonas definidas y localizadas de los mismos y los depósitos que se forman reciben el nombre genérico de “morrenas”.

En los glaciares de casquete la morrena más importante, en extensión, es la morrena de fondo, que se localiza a su base y ocupa prácticamente todo el mismo. Su espesor es muy variable (normalmente del orden de varios metros) y no siempre está presente. A veces está intensamente deformada, al “congelarse” y ser de nuevo empujada y arrastrada por el propio hielo.

Las segundas en importancia son las morrenas frontales, que se disponen como largos cordones (de decenas a cientos de kilómetros de longitud), fácilmente reconocibles y trazables en el campo en el caso de las “glaciaciones cuaternarias” más recientes, lo que sirve de inestimable ayuda para determinar la extensión de los casquetes glaciares más importantes (Europeo, Norteamericano, etc.) desarrollados en las distintas fases (etapas) de la “Glaciación Cuaternaria”.

Depósitos más localizados son los “drumlins”, “eskers” y “kames”. Los “drumlins” son depósitos morrénicos de perfil elipsoidal, de hasta 50 m de altura y varios cientos de metros de longitud, con el lado de mayor pendiente directamente enfrente a la dirección de empuje del hielo. Normalmente se presentan asociados formando los denominados “campos de drumlins”. Su origen es desconocido. Los “eskers” son cordones morrénicos ligados a torrentes subglaciares, que se forman por abandono de parte de la carga de sedimento que transportan, y que marcan el trazado de los mismos. Los “kames” son depósitos en forma de semicono (pequeños deltas) localizados a la salida de los torrentes subglaciares. Un caso particular y curioso son los denominados “bloques erráticos”, clastos de considerable tamaño (hasta varios metros cúbicos) de rocas “exóticas” que han sido trasladados y han “viajado” arrastrados por el hielo considerables distancias (hasta miles de kilómetros) desde su “fuente” (área madre). Un ejemplo comparable en el mar son los denominados “ice rafted debris” o “dropstones”, transportados en el seno de los “icebergs” y depositados como “elementos exóticos” en el centro del mar, una vez fundido el hielo.

Los depósitos morrénicos ligados a los glaciares de valle son también diversos. Están, por un lado, la “morrena de fondo”, las “morrenas laterales” y las “morrenas centrales” (estas últimas desarrolladas sólo cuando confluyen varias lenguas glaciares en un mismo valle). Todas ellas, muy visibles cuando el glaciar está activo, se erosionan rápidamente hasta desaparecer por completo, una vez el glaciar deja de existir. La morrena más importante en los glaciares de valle es la “frontal”. Allí, en la zona de ablación y fusión del hielo en el frente del mismo, es donde se acumula la mayor parte del sedimento que arrastra el glaciar. Dichas morrenas, en los glaciares cuaternarios, marcan hasta donde se extendía el hielo en las distintas fases de glaciación y son fácilmente reconocibles en la gran mayoría de los macizos montañosos actuales, sobre todo las ligadas a las últimas etapas de glaciación Cuaternarias (las más recientes). Por ejemplo, en el caso de Sierra Nevada, se identifican claramente las ligadas al “Younger Dryass” (de hace ~ 12.000 a 10.000 años) y la de la “Pequeña Edad del Hielo” (~ del año 1.300 al 1.900 de nuestra era).



*Laguna del Caballo en el valle del río Lánjarón (Sierra Nevada), represada por una antigua morrena (del “Younger Dryass”). La incisión en el centro de la morrena es “artificial” (hecha recientemente)*





*Valle del río Guarnón (Sierra Nevada)  
Morrena frontal ligada al último glaciar de Sierra Nevada (de la “Pequeña Edad del Hielo”) en la pared norte del “Pico Veleta*

#### Alcance y transcendencia del glaciario

La extensión y alcance del fenómeno glaciario es sobradamente conocida durante el Cuaternario. En las fases “frías” del mismo los glaciares llegaron a ocupar enormes extensiones en los continentes (sobre todo del hemisferio norte). Subsecuentemente los depósitos cuaternarios de origen glaciario (morrenicos) están omnipresentes en muchas partes del globo, sobre todo a latitudes altas y en la Alta Montaña.

Lo que quizá no es tan conocido es que la “Glaciación Cuaternaria” no es tal, sino que se extiende muy por detrás en el tiempo. De hecho, investigaciones muy recientes han puesto muy claramente de manifiesto que el “Casquete Antártico” empezó a formarse hace ~ unos 34 millones de años (en el tránsito Eoceno-Oligoceno) y adquirió, muy rápidamente, unas dimensiones muy semejantes a las actuales, una vez la Antártida quedó aislada térmicamente, al abrirse los estrechos del Drake (que la desconectó de Suramérica) y de Tasmania (que la alejó de Australia), y crearse la corriente de fondo fría y profunda circum-Antártica. En el tránsito Oligoceno-Mioceno (hace ~ unos 23 millones de años) hubo otro “repunte” en la extensión del hielo con el “Casquete Antártico” ocupando una superficie ~ un 20% superior a la actual. Etapas intermedias especialmente cálidas, con los glaciares limitados a las áreas de montaña en el interior de la Antártida, son las del Mioceno Medio y la del Plioceno Inferior. En el Cuaternario, como bien es sabido, el “Casquete Antártico” volvió a adquirir dimensiones continentales.

“Episodios de glaciación” con esta extensión temporal (de varias decenas de millones de años) se identifican en el registro geológico en varios momentos concretos. Hay al menos cinco que se reconocen relativamente bien. Tres en el Precámbrico (las “Glaciaciones Precámbricas”) y dos en el Fanerozoico (la “Glaciación Ordovícica” y la del “Carbonífero”). En estas dos últimas las reconstrucciones paleogeográficas al uso sitúan el Polo Sur, y el casquete polar asociado, en el macrocontinente de “Gondwana”, y más en concreto en África, en el Ordovícico, y la Antártida, en el Carbonífero. La extensión de los casquetes polares está reconstruida en base a las “tillitas” de esas edades preservadas en las diferentes masas continentales (África, Sudamérica, Madagascar, India, Antártica y Australia) que originalmente conformaban “Gondwana”.

En el caso de las “Glaciaciones Precámbricas” teorías recientes apuntan a que en algunas de ellas (al menos en las dos más recientes, cercanas ya al Cámbrico) la Tierra llegó a congelarse del todo, convirtiéndose en una gigantesca “pelota de hielo” (“Snowball Earth Theory”). El argumento principal es la existencia de extensos depósitos tillíticos de esas edades, a paleolatitudes Tropicales y Ecuatoriales.

Dentro de esos grandes episodios de glaciación hay (o hubo) episodios menores con fases de glaciación (“períodos glaciares”) y desglaciación (“períodos interglaciares”), que siguen patrones temporales regulares, a intervalos periódicos. En el caso del Cuaternario son bien conocidas los periodos glaciares e interglaciares de los últimos 500.000 años, que mantienen una periodicidad de ~ 120.000, coincidentes con los llamados “ciclos de excentricidad de corta duración de la banda de Milankovitch”. El control de estas oscilaciones climáticas es puramente orbital y guarda relación directa con el grado de insolación de la Tierra en función de su posición respecto al Sol al describir su órbita elíptica de traslación respecto al Sol. En las últimas fases de la “Glaciación Cuaternaria”: episodios “Mindel” (hace ~ 360.000 años), “Riss” (hace ~ 240.000 años) y “Wurm” (hace ~ 20.000 años) (usando la “Terminología Alpina”), el Casquete Polar Europeo llegó a alcanzar latitudes centroeuropeas, con el máximo a la altura de París en el “Mindel” y algo más restringido, a la altura de Berlín y Londres, en la de menor extensión y más reciente, la glaciación “Wurm”.

Hay numerosos ciclos glaciación-desglaciación a menor escala. El más conocido de todos es el que lleva aparejada la mini-glaciación más reciente conocida como la “Pequeña Edad del Hielo” (~ del año 1.300 al 1.900 de nuestra era), de la que existen numerosas evidencias históricas. En el máximo de esta miniglaciación (alrededor del año 1.750) ocurrieron hechos históricos muy importantes que cambiaron en parte el rumbo reciente de la humanidad, tales como la “Revolución Francesa” y la “Crisis de la Patata”, en Irlanda. Estos ciclos acontecen con una periodicidad de unos pocos cientos de años. Antes de la “Pequeña Edad del Hielo” hubo un período térmico de cierta bonanza (el “Óptimo Térmico Medieval”, en la “Alta Edad Media”) e, inmediatamente antes otro período frío (al inicio de la “Baja Edad Media”), coincidente con la desaparición del Imperio Romano por invasión de las tribus “bárbaras” procedentes del norte y centro de Europa (“obligadas” presumiblemente a migrar hacia el Sur por el frío reinante). La civilización Romana prosperó durante la época de bonanza térmica previa. Es bien conocido por los astrónomos, que los períodos fríos de estos ciclos menores coinciden en el tiempo con épocas de escasa o nula actividad de las explosiones termonucleares en el sol (que son el origen de las “Manchas Solares”).