

# Expedición Groenlandia 2009 (II)

## Puntos de interés geológico<sup>1</sup>

Para aquellos que tengan ocasión de viajar a Groenlandia y estén interesados en conocerla geológicamente a fondo, se indican algunos puntos de interés geológico que pueden ilustrar su curiosidad para conocer un terreno geológico único en el mundo.

**TEXTO** | Domingo de Guzmán Fuente Puente, geólogo (guzmanf1488@icog.es); Carlos J. de Miguel Ximénez de Embún, geólogo (carlosj.demiguel@gmail.com); José Manuel García Aguilar, doctor en Ciencias Geológicas (chemacyanos@msn.com)

Palabras clave

**Groenlandia, puntos de interés geológico (PIG), expedición**

**FOTOGRAFÍAS** | Guzmán Fuente: 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 21, 22, 23 y 24; José Manuel García Aguilar: 17, 28, 29, 30, 32, 34, 35 y 37; María del Carmen Salcedo de Lara: 36; Antonio Aguado: 27.

El extremo SO de Groenlandia puede considerarse una región de excepcional interés geológico a escala mundial. Es un escenario único para llevar a cabo actividades de tipo geoturístico (senderismo, rutas fotográficas, etc.) y geodidáctico, donde pueden ser observados in situ multitud de fenómenos geológicos ligados a la actividad de agentes externos asociados al sistema glaciar-periglacial y analizado este excepcional catálogo de rocas, minerales y estructuras geológicas. Es por todo ello que dicha zona es altamente recomendable como destino de viaje para profesionales de la geología, profesores, aficionados o, simplemente, personas interesadas en conocer un lugar especial interés geológico.

### Qassiarsuk

*Nombre:* Qassiarsuk.

*Tipo de interés:* petrológico y estratigráfico, también geomorfológico.

*Localización (figura 1):* coordenadas geográficas aproximadas: 61° 09' 03" N, 45° 30' 58" O (inicio del itinerario en Qassiarsuk); 61° 08' 44" N, 45° 38' 03" O (playa de témpanos de Tasiusaq).

*Acceso:* partiendo del aeropuerto de Narsarsuaq, en su puerto local, situado un

kilómetro al sur, se toma una embarcación que cruza al otro lado del fiordo tras una travesía de unos 2 kilómetros. A la granja de Tasiusaq se accede tras un recorrido a pie de unos 7 kilómetros, que se puede iniciar en el monumento a Leif Eriksson (hijo de Erik el Rojo).

*Contexto geográfico:* en los alrededores del poblado de Qassiarsuk se sitúa el antiguo poblado vikingo de Brattahild, lugar del primer asentamiento de Erik el Rojo en la margen oeste del fiordo Qingua o Qassiarsuk, que constituye uno de los ramales superiores del fiordo Tunulliarfik

o Erik's Fjord. El poblado se halla sobre depósitos de una playa levantada, rodeado de suaves relieves de unos 300-400 metros de cota. La granja de Tasiusaq se encuentra al otro lado de estos relieves, en una pequeña ensenada del fiordo Sermilik o Breddefjord, situado más al oeste, y habitada por siete personas que viven en notable aislamiento junto a dicho fiordo.

*Contexto geológico:* la zona se halla enclavada junto a una serie vulcano-sedimentaria perteneciente al complejo Gardar, de edad Proterozoico superior (1350-1250 M.a.), que corresponde a un inicio de



Figura 1. Localización y ruta efectuada en Qassiarsuk (modificado del Mapa del Sur de Groenlandia a escala 1:250.000, editado por Artic Sun Maps©. Los sucesivos planos de situación de los PIG tienen la misma procedencia).

1. La primera parte de este artículo referente a la expedición se publicó en el número anterior de esta revista (T&T 36, 16-28. ICOG, 2009).

*rift* desarrollado en sentido NE-SO desde Canadá hasta unos 4.000 kilómetros al NE, mediante una extensión de la corteza en sentido ortogonal. Todo ello crea un sistema de fallas de gravedad que origina un surco deposicional subsidente y la sedimentación de unos 3.600 metros de areniscas y lavas basálticas interestratificadas. Estas areniscas, en muchos casos ferruginosas, se depositan en ríos que fluyen en paralelo a la dirección del rift y que erosionan los granitoides del sustrato, pertenecientes al cinturón ketilídico de edad Proterozoico inferior, los cuales se pueden observar en la zona de Tasiusaq.

*Descripción e interpretación:* en Qassiarsuk se pueden observar buenos afloramientos de la secuencia vulcano-sedimentaria en la que se presentan interestratificadas distintos tipos de rocas. Junto al Leif Eriksson Hostel afloran areniscas blancas de la formación Eriksfjord (*figura 2*), con espectaculares laminaciones y estratificaciones cruzadas y que se presentan en forma de bloques removilizados a causa de la fracturación. También muestran una incipiente meteorización alveolar. Sobre estas facies se depositaron tobas ricas en carbonatos (carbonatitas), de tonalidades rojizas (*figuras 3 y 4*), formadas por erupciones volcánicas datadas en 1.200 M.a. y que representan un afloramiento casi



Figura 2. Afloramiento de areniscas Gardar, situadas detrás del Leif Eriksson Hostel.

excepcional de este tipo de rocas. El conjunto se encuentra formando parte de un antiguo graben, a través de cuyas fisuras se ha producido, también, la intrusión de diques basálticos. El monumento a Leif Eriksson se encuentra sobre una brecha subvolcánica (diatremo) de estas rocas carbonáticas. Desde este monumento se puede realizar un itinerario hasta la granja de Tasiusaq, atravesando estos mismos materiales, menos afectados por la fracturación, a través de un paisaje de llanuras elevadas

a unos 200-300 metros de cota, con enormes estrías de dirección NE-SO y NO-SE y escala kilométrica, surcos y oquedades, debidos a la acción erosiva glacial, que forman lagos y lagunas de tamaños muy variables, hasta 200 metros. Cerca de la granja, se accede a una pequeña ensenada desde donde se puede observar un espectacular "bosque" de témpanos varados en la playa, procedentes del glaciar Eqaloruutit (*figura 5*). En este punto ya se observan afloramientos de granitos sieníticos del cinturón ketilídico.



Figura 3. Rocas carbonáticas rojizas sobre las areniscas anteriores. Al fondo, el monumento a Leif Eriksson.



Figura 4. Detalle de la brecha de rocas carbonáticas. Las estructuras brechoideas internas miden unos 3-5 centímetros de diámetro.



Figura 5. Playa de témpanos de Tasiusaq.

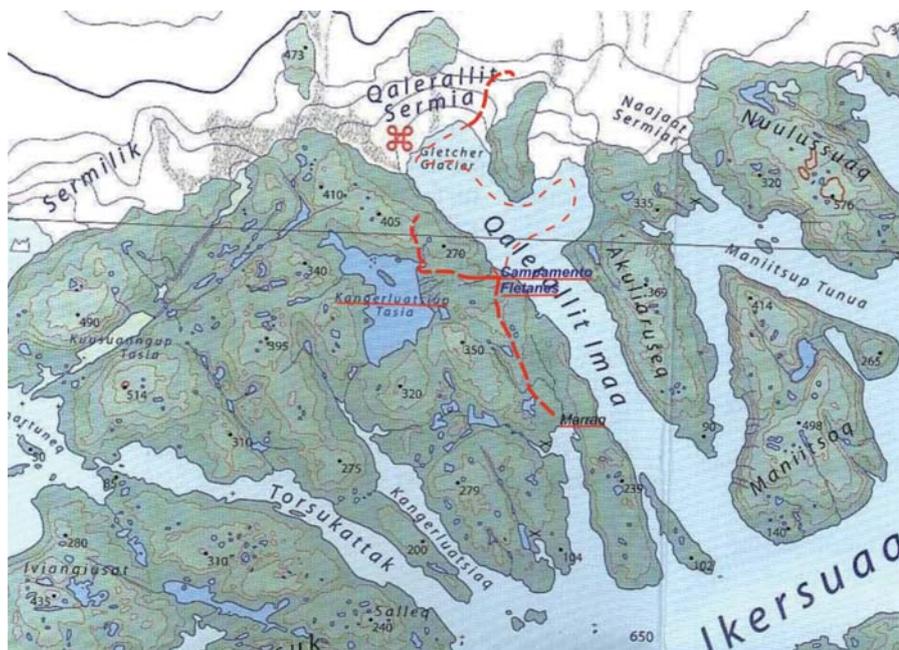


Figura 6. Situación del campamento "fletanes" y trazado de las rutas efectuadas desde este punto.

### Campamento 'fletanes'

**Nombre:** Qalerallit (campamento "fletanes").

**Tipo de interés:** de gran interés geomorfológico, también petrológico.

**Localización (figura 6):** coordenadas geográficas aproximadas del campamento "fletanes", base de los itinerarios, 60° 59' 10" N, 46° 40' 24" O.

**Acceso:** mediante navegación desde el punto anterior (Qassiarsuk), recorriendo el fiordo Tunulliarfik en dirección S-SO hasta el estrecho de Narsaq donde, con rumbo norte, se pasa al fiordo Sermilik para continuar aguas abajo durante un corto recorrido y entrar en el fiordo

Qalerallit. El campamento se encuentra casi al final del fiordo, en la orilla sur del mismo, sobre una playa arenosa en la orilla opuesta del frente glaciar.

**Contexto geográfico:** el campamento "fletanes" se halla en el extremo norte del fiordo Qalerallit (que quiere decir "fletanes" en lengua inuit), que constituye, a su vez, un brazo menor del fiordo Sermilik o Bredefjord.

**Contexto geológico:** Qalerallit expone, fundamentalmente, rocas del complejo ketilídico, aunque también se puede observar una gran variedad de rocas pertenecientes a reducidas intrusiones de la unidad Gardar. El término "ketilídico" procede del nombre vikingo fiordo Ketils, conocido actualmente como Tasermiut. Estas rocas están representadas por facies plutónicas (granitoides) pertenecientes al batolito Julianehåb (antiguo nombre de Qaqortoq), que constituye el basamento de la zona, acompañado en zonas más al sur por rocas pelíticas y psamíticas metamorizadas y migmatizadas. El batolito Julianehåb se interpreta como la zona de raíz de un arco-isla original en el borde del cratón arcaico situado al norte y se halla casi enteramente compuesto

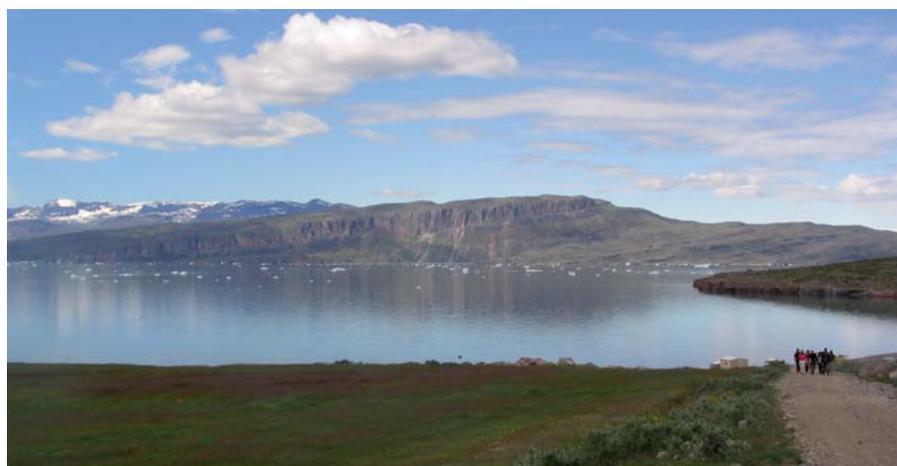


Figura 7. Vista de la sección monoclinal de la orilla oeste del fiordo Tunulliarfik.



Figura 8. Frente este del glaciar Qalerallit.



Figura 9. Campamento "fletanes".



Figura 10. Trayecto a través del glaciar.

por rocas plutónicas calcoalcalinas emplazadas entre 1850 y 1800 M.a., al final de la orogenia ketilídica. El batolito aparece en superficie tras haber estado sometido a erosión.

Por último, el retroceso de los hielos de los últimos miles de años, así como el levantamiento isostático de Groenlandia, han dejado expuestos en esta zona los afloramientos de estas rocas, acompañados de un amplio catálogo de morfologías glaciares, así como espectaculares planicies correspondientes a distintos niveles de paleoplayas y un fiordo seco.

*Descripción e interpretación:* en el tramo de navegación de Qassarsuk a Narsaq se puede observar, a lo largo de toda la orilla oeste del fiordo, una completa sección monoclinual de rocas metasedimentarias



Figura 11. Detalle de los depósitos asociados al glaciar.

y basálticas del grupo Gardar y granitos ketilídicos (figura 7). La erosión diferencial de las capas de arenisca y los flujos de lava basáltica situados sobre éstas, junto a su estructura monoclinual, originan una morfología inclinada muy característica que se sucede durante varios kilómetros hasta su contacto con el complejo Ilimaussaq. La ruta posterior hasta Qalerallit transcurre entre granitos ketilídicos, si bien en la zona del campamento éstos, junto a pequeñas intrusiones Gardar y una gran cantidad de diques volcánicos, dan lugar a un amplio catálogo petrológico: granitos, sienitas, dioritas, gabros... e, incluso, rocas ultramáficas de grandes cristales como troctolitas y olivino-noritas.

El campamento "fletanes" (figura 9) se encuentra enclavado a unos 4 kilómetros frente al glaciar Qalerallit (figura 8), desde donde se puede asistir al espectáculo del estruendo de los "seracs" desprendiéndose. Este glaciar, con más de 10 kilómetros de recorrido, está compuesto por dos brazos: el oeste y el este (este último también conocido por glaciar Naajaat), que muestran en su contacto con el fiordo paredes verticales, numerosos témpanos, icebergs y murallas de hielo, que constituyen una de las masas heladas más viejas del planeta. La caminata con crampones que realizamos en un lateral del frente glaciar (figura 10) nos permitió observar con detalle distintas formas y procesos glaciares: lenguas glaciares con sus correspondientes morrenas laterales, centrales y frontales; depósitos de tillitas; bloques erráticos; mesas glaciares, etc. (figura 11), así como explorar las distintas morfologías esculpidas en el hielo: cuevas, sumideros, grietas y seracs, entre otras.

También desde el campamento se realiza la ascensión al lago Tasersuatsiaq o Kangerluatsiup, a través de un valle de arena de aspecto desértico, hasta alcanzar



Figura 12. Superficie y depósitos del nivel de paleoplaya. Al fondo, a la derecha, y al mismo nivel, se adivina el lago.

una plataforma plana que constituye un nivel de paleoplaya, situado en la cota 120 metros (figura 12). Dentro de los barrancos de erosión asociados a esta paleoplaya se observan espectaculares sets de

estratificación cruzada, pertenecientes a antiguas dunas, asociados a depósitos marinos más antiguos, datados en unos 10.000 años. Estas cotas son más altas de lo esperado debido a una pérdida global

de 40-50 metros en uno de los periodos cálidos posteriores al último periodo glaciario (fase Weichselian), que dio lugar a la fusión de los hielos y el consiguiente ascenso isostático en el conjunto de Groenlandia.

El lago tiene una forma trapezoidal con unas dimensiones máximas de casi 3 por 5 kilómetros (figura 13). Podría constituir otro lago glaciario, como los que abundan por la zona, o un lago interior desalinizado, sin descartar un control tectónico en su origen, dados los escarpes y alineaciones observadas en su contorno. Desde el lago se puede continuar caminando hacia el norte hasta la cota de 400 metros, desde donde se pueden observar unas magníficas panorámicas tanto del propio lago como del glaciario, el inlandsis y sus nunataks (figura 14).

Otro trayecto desde el campamento, esta vez hacia el SE, y tras una caminata de unos seis kilómetros, permite acceder al fiordo seco de Marraq (figura 15).



Figura 13. Vista del lago Tasersuatsiaq desde la cota 400. A la izquierda del mismo se observa la paleoplaya.



Figura 14. Vista del fiordo y glaciar de Qalerallit desde el punto anterior. Obsérvese la morfología en domo de los materiales graníticos de la zona.



Figura 15. Fierdo seco de Marraq.

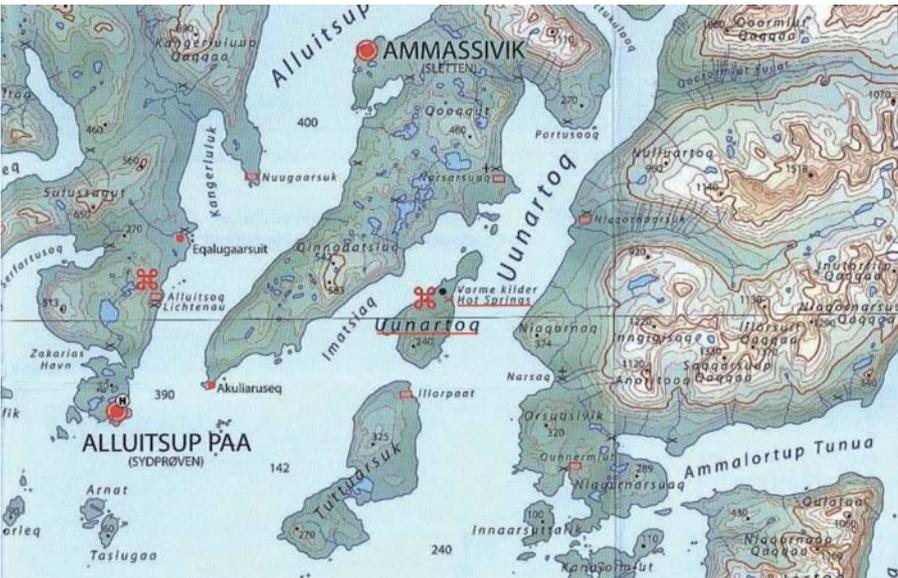


Figura 16. Localización de la isla Uunartoq.

**Uunartoq**

*Nombre:* Uunartoq.

*Tipo de interés:* hidrogeológico, geotermal, geomorfológico y, en menor medida, petrográfico.

*Localización (figura 16):* coordenadas geográficas aproximadas de la fuente termal de Uunartoq: 60° 30' 27" N, 45° 20' 01" O.

*Acceso:* sólo mediante navegación, a través del sistema de fiordos entre Alluitsup Paa y Nanortalik.

*Contexto geográfico:* Uunartoq (en groenlandés "isla templada") constituye una pequeña isla de unos 5 por 2 kilómetros, situada en el fiordo del mismo nombre, cerca de la población de Alluitsup Paa. Las aguas termales de Uunartoq son únicas en todo el sur de Groenlandia y sirven de lugar de vacaciones y acampada de muchos groenlandeses en un marco de singular belleza, rodeado de témpanos de hielo y escarpados picos.

*Contexto geológico:* el entorno de la isla se compone de rocas ketilídicas, producto de la alteración y erosión del batolito Julianehåb. Los productos de esta erosión fueron depositados en una cuenca *fore-arc* hacia el sur del arco como depósitos arenosos en la parte más proximal y arcillosos en zonas más distales de la cuenca, con una hipotética placa oceánica situada más hacia el sur.

Estos antiguos sedimentos se presentan ahora en dos sectores: zona de rocas psammíticas (areniscas y limolitas feldespáticas metamorizadas y conglomerados en menor medida) y zona de rocas pelíticas (limolitas, metalimolitas y arcillitas) en el extremo sur de Groenlandia. La compresión, deformación, migmatización y plegamiento de estas rocas tuvo lugar durante la orogenia ketilídica, terminando con la intrusión de rocas ígneas (granitos rapakivi, cuarzo-monzonitas y granodioritas de textura rapakivi) en las zonas de areniscas y pizarras. Las intrusiones del conjunto rapakivi, que ocupan aproximadamente 3.000 km<sup>2</sup>, fueron emplazadas entre 1.755 y 1.723 M.a.

*Descripción e interpretación:* el punto hidrotermal de Uunartoq (figura 17) forma una surgencia puntual de escaso tamaño



Figura 17. Surgencia termal de Uunartoq.



Figura 18. Cotas de alto relieve situadas al norte de la isla, en contraposición con otras más suaves, situadas al sur.



Figura 19. Detalle de las alternancias de rocas foliadas y deformadas de Uunartoq.

(laguna de unos 13 metros de diámetro) a elevadas temperaturas (medidas realizadas por nosotros han marcado temperaturas de unos 36 °C). Se trata de un fenómeno excepcional en Groenlandia (quizá el único en el sur) y, al contrario de lo que ocurre en Islandia, no está directamente relacionada a un volcanismo activo, sino a una

circulación hidrotermal a través de una fractura enraizada, probablemente de gran profundidad, que aflora en este punto.

Geomorfológicamente, además de la observación de los espectaculares fiordos salpicados de abundantes témpanos, destaca el modelado diferencial de las montañas circundantes controlado por la litología. En el entorno se presentan picos escarpados (figura 18) con aristas angulosas de perfil alpino, tipo "horn", resultado del modelado glaciar sobre los materiales no graníticos de la zona (metaareniscas, metapelitas, gneises y migmatitas), que aparecen fundamentalmente al norte de la isla como afloramientos que alternan estos materiales en capas deformadas y foliadas, tal y como puede observarse en el puerto (figura 19), en contraposición a las formas más suaves de paisaje asociadas a los granitos rapakivi, situados más al sur.

### Narsaq

Nombre: Narsaq.

Tipo de interés: elevado interés petrológico y mineralógico; en menor medida geomorfológico.

Localización (figura 20): coordenadas geográficas de Narsaq, 54° 44' 00" N, 46° 02' 50" O.

Acceso: bien por navegación desde cualquiera de los puntos anteriores o helicóptero desde Narsarsuaq, Nanortalik o Qaortoq.

Contexto geográfico: Narsaq es el tercer poblado más habitado del sur de Groenlandia, con unos 1.700 habitantes. Es un término groenlandés que significa "llanura", en referencia a la extensa planicie en la que se asienta el pueblo rodeado de un espectacular sistema de fiordos.

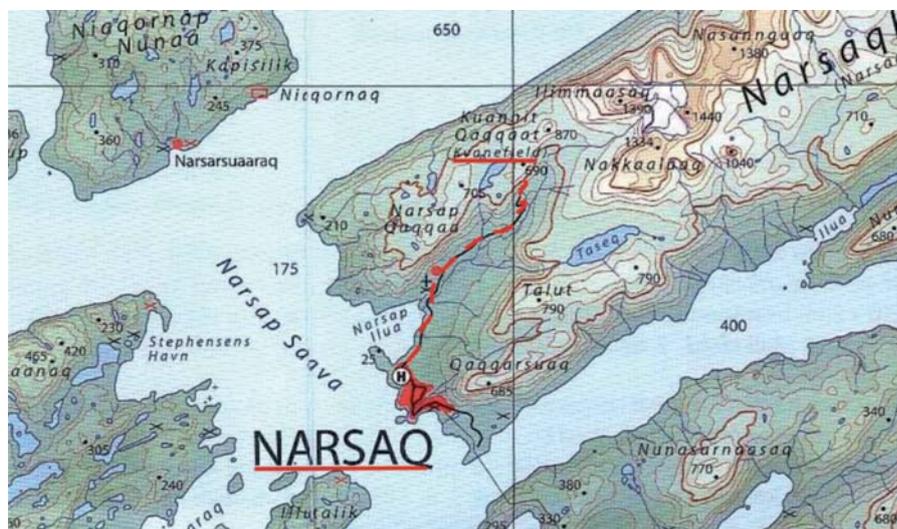


Figura 20. Localización de Narsaq.



Figura 21. Detalle de los enormes fenocristales de plagioclasa presentes en las anortositas de Narsaq.

**Contexto geológico:** Narsaq se asienta básicamente sobre terrenos de la unidad Gardar, pertenecientes al complejo Dyrnæs-Narsaq, y muestra una gran variedad de rocas como gabros, anortositas, granitoides, sienitas, diatremos volcánicos y rocas ultramáficas. Al norte y al este de la península de Narsaq aparece el complejo Ilimaussaq. Se trata de un sistema intrusivo de 8 x 17 kilómetros de tamaño, situado entre dos fiordos (Kangerdluarssuk y Tunulliarfik), y se considera uno de los complejos ígneos más importantes del mundo por su enriquecimiento en tierras raras, representado en un reducido ámbito por más de 225 minerales, 30 de los cuales fueron descritos por primera vez en el complejo Ilimaussaq como tugtupita, eudialita, sodalita, steenstrupina, arfvedsonita, etc., y 12 de ellos sólo se encuentran aquí (entre otros, sorensenita y naujakasita).

El complejo Ilimaussaq está constituido por un grupo de rocas sieníticas clasificadas como sienitas nefelínicas, conocidas localmente como agpaítas, dentro de las cuales se distinguen variedades como la naujaíta, bien representada y muy llamativa, de variados colores verdosos, blancos, negros y rojizos, y en la que se encuentran la mayoría de los minerales citados anteriormente; la lujavrita, sin duda la roca más rica en elementos raros, de tonalidades verdosas por su alto contenido en sodalita, o negras, cuando predomina la arfvedsonita; y la kakortokita, que no aparece en la zona visitada, compuesta por una sucesión de tres capas, una negruzca rica en arfvedsonita, otra en eudialita y la última en feldespato blanco. Además, todas estas rocas están acompañadas de una gran variedad de venas



Figura 22. Valle glaciar Narsaq Elv. Obsérvase el casi perfecto perfil en "U" de dicho valle.

pegmatíticas, así como intrusiones de sienitas augíticas, en las que se pueden encontrar grandes cristales de algunos de los minerales mencionados. Constituye, por tanto, un auténtico paraíso para petrólogos y mineralogistas. El complejo Ilimaussaq se formó a partir de magmas basálticos que fueron modificados durante su ascenso desde el manto y enriquecidos tanto en flúor, cloro y azufre, como en una gran variedad de elementos, entre los que tenemos litio, berilio, niobio y zirconio, además de tierras raras como uranio, itrio y thorio.

**Descripción e interpretación:** en el mismo poblado de Narsaq se pueden observar espectaculares afloramientos de anortositas del complejo Dyrnæs-Narsaq, en las que destacan los enormes fenocristales de plagioclasa (figura 21).

Desde Narsaq, ya dentro del complejo Ilimaussaq, se inicia, hacia el norte, la visita al valle glaciar de Narsaq Elv (figura 22), que conduce al pequeño glaciar colgado de Narsaq Bræ, situado a una altitud entre 900 y 1.300 metros. Recorriendo todo su amplio fondo en "U" se pueden recolectar algunos



Figura 23. Bocamina de Kvanefjeld, antigua explotación de uranio.



Figura 24. Vista desde el punto anterior del frente del glaciar Narsaq Bræ y su morrena frontal al fondo, hacia la izquierda.

de los raros minerales mencionados anteriormente como la eudialita, así como observar todas las amplias variedades petrológicas de la zona.

Tras un recorrido de unos 6-7 kilómetros, se alcanza la zona de la escombrera de la mina de Kvanefjeld, frecuentada por numerosos coleccionistas de minerales. Desde aquí, pasando a la ladera, y tras un par de kilómetros de ascensión por una pista zigzagueante, se llega hasta la entrada de la bocamina (figura 23). En este punto se presenta una espectacular vista de la parte alta del valle, desde donde se adivina su frente glaciar y se observa la morrena que señala su máxima extensión (figura 24).

La bocamina de Kvanefjeld se encuentra actualmente sellada, debido a su radioactividad por uranio, asociada a rocas lujavíricas ricas en steenstrupina. El yacimiento de Kvanefjeld fue descubierto en 1956 y prospectado en diferentes fases entre

1958 y 1982, dejando en su parte baja una escombrera producto de la extracción de la mena, con el fin de ensayar su tratamiento y aprovechamiento. Entre los materiales apilados en esta escombrera se presentan varios tipos de lujavritas y rocas volcánicas modificadas con presencia de steenstrupina, naujakasita y villiamita. Actualmente, está siendo investigada por la compañía Greenland Minerals & Energy (GGG) que cifra unas reservas de 120.000 toneladas de uranio, además de casi cinco millones de toneladas de otros óxidos de tierras raras ([www.ggg.gl/Projects/Kvanefjeld-Project-Greenland.htm](http://www.ggg.gl/Projects/Kvanefjeld-Project-Greenland.htm)).

Como complemento a lo observado en este trayecto, y ya en el centro de Narsaq, se puede visitar la casa del señor Borge Brodersen, un geólogo danés asentado

en este poblado, donde podremos disfrutar de una magnífica colección de minerales y rocas de la zona. También tendremos la oportunidad de adquirir, entre otros muchos, ejemplares de tugtupita, raro mineral considerado la gema nacional de Groenlandia. Sus características fluorescentes frente a los rayos UV, como muchos otros minerales del entorno, nos permiten reconocerla frente a otras especies de aspecto muy similar, como la eudialita.

La tugtupita fue descubierta en esta zona en 1957 y hasta la fecha sólo se ha encontrado en otras dos áreas: el monte Saint Hilaire (Canadá) y la península de Kola (Rusia). La tugtupita de Kvanefjeld se encuentra dispersa en venas hidrotermales de hasta 50 centímetros de anchura, intruidas en naujaítas y sienitas augíticas. El mineral pertenece al grupo de los tectosilicatos y su fórmula química destaca por la presencia de sodio y berilio:  $\text{Na}_2\text{BeAlSi}_6\text{O}_{12}\text{Cl}$ . De todas sus propiedades externas, sin duda destaca su intenso y llamativo color, que suele oscilar entre el rosado y el carmín intenso (figura 25), así como su reactividad frente a la radiación ultravioleta.

### Igaliku

Nombre: Igaliku.

Tipo de interés: geomorfológico y tectónico; en menor medida, petrológico.

Localización (figura 26): coordenadas geográficas de Igaliku, 60° 59' 18" N, 45° 25' 35" O.



Figura 25. Detalle de la tugtupita, considerada la gema nacional de Groenlandia (<http://minerals.caltech.edu/files/Visible/tugtupite/tugtupite8080.jpg>).



Figura 26. Localización de Igaliku.



Figura 27. Panorámica general de Igaliku. Obsérvase el amplio catálogo de formas de relieve litoral.



Figura 28. Detalle de las areniscas rojas del complejo Gardar en Itilleq.

**Acceso:** bien por navegación a través del fiordo Igaliku o desembarcando en Itilleq, situado en el fiordo Tunulliarfik, a unos 10 kilómetros al sur del aeropuerto de Narsarsuaq, y accediendo por una pista de tierra de unos 4 kilómetros.

También se puede acceder mediante helicóptero desde Nanortalik o Qaqortoq.

**Contexto geográfico:** Igaliku constituye un pequeño poblado de pocos cientos de habitantes, famoso por haber sido la sede del obispado de Gardar durante la dominación nórdica de Groenlandia, entre los siglos X al XVI. Actualmente, pueden observarse las ruinas de la antigua iglesia y la casa del obispo. Estas ruinas se componen de bloques de arenisca roja, siendo algunos de ellos reutilizados años atrás para la construcción de las casas del poblado. Igaliku se halla enclavada en el extremo del fiordo que lleva su nombre, junto a una llanura prelitoral rica en pastos, que termina en algunas playas arenosas y en

un río de procedencia norte, que nace en un lago glaciar a cota 130 metros y recorre unos 2,5 kilómetros hasta desembocar en el fiordo. Al oeste del poblado se halla una colina de unos 800 metros de altura, desde donde podemos obtener una buena visión panorámica de toda la zona (figura 27).

**Contexto geológico:** la zona circundante a Igaliku pertenece, desde el punto de vista geológico, a la unidad Gardar (Proterozoico medio), mostrando materiales sedimentarios detríticos (areniscas rojas) intercalados con diques intrusivos basálticos de escala decimétrica. Uno de ellos se prolonga con una traza rectilínea en dirección ENE-OSO durante algunos kilómetros, a ambos lados del fiordo, que muestra fenocristales grises de plagioclasa y fragmentos de anortositas. Al sur y al norte de este conjunto aparecen mediante contactos de falla las unidades plutónicas del complejo ketilídico (granitos Julianehab). El poblado de Igaliku se asienta en una llanura compuesta principalmente de areniscas interestratificadas con capas de lava basáltica y tufas.

**Descripción e interpretación:** el afloramiento de areniscas rojas situado junto al embarcadero de Itilleq (figura 28) puede considerarse como uno de los más significativos de la zona. Las rocas observadas consisten en capas estratificadas de escala métrica de color rosa oscuro-rojo, con diversas estructuras sedimentarias internas como son granoclasificación, laminación horizontal y laminación cruzada. En todo caso, las areniscas presentan un



Figura 29. Panorámica del sector este del fiordo Igaliku, donde se observa la evolución desde un valle glaciar en "U" hacia otro fluvial en "V" (apreciable en el fondo del valle). Destaca, además, el magnífico ejemplo de abanico aluvial deltaico, desarrollado en la parte final del cauce.



Figura 30. Panorámica del sistema de fallas normales que limitan las unidades Gardar y Ketilídica al sur de Igaliku. Los escarpes apreciados corresponden a los planos de falla originales, seccionados por una fractura de salto en dirección visible en la parte media de la imagen.

grado de selección granulométrica importante y un grado de redondeamiento poco desarrollado. El medio de depósito de estas areniscas quedó fijado en un contexto fluvial de clima árido hace unos 1.300 M.a. Estas areniscas son muy apreciadas en la zona como roca ornamental.

Desde los relieves situados al sur y al oeste de Igaliku podemos disfrutar de unas espectaculares panorámicas. Desde aquí se aprecia un extenso catálogo de fenómenos geomorfológicos y tectónicos de gran interés. Entre los primeros destacan varias formas de modelado litoral, como son barras arenosas, una albufera, islas, un tómbolo, playas y abanicos deltaicos. También en el margen este del fiordo Igaliku se aprecia un curioso fenómeno de evolución de valle glaciar hacia valle fluvial (figura 29), de modo que el típico perfil en "U" aparece modificado en su zona basal hacia un perfil en "V", típico del tallado mediante flujos líquidos. En dirección este aparecen relieves de tipo alpino, donde se pueden apreciar fenómenos morfológicos como circos colgados, *horns* y *nunataks* sobre la planicie del *inlandsis*.

Entre los fenómenos tectónicos a destacar figura un espectacular sistema de fallas normales en escalera, con tres planos principales de escarpe, virtualmente desarrollados en tiempos recientes, que limitan en cartografía los materiales de la provincia Gardar del conjunto plutónico ketilídico (figura 30). Los saltos verticales de falla se han estimado en unos 5-6 metros. Por otro lado, ha podido apreciarse una falla de salto en dirección posterior a estas fracturas normales, que ha causado en éstas un evidente desplazamiento lateral.

### Fiordo Qooroq

*Nombre:* fiordo Qooroq.

*Tipo de interés:* geomorfológico y petrológico.

*Localización (figura 31):* coordenadas geográficas aproximadas: 61° 2' 08" N, 45° 23' 57" O.

*Acceso:* mediante navegación desde Narsarsuaq y Qasiarsaq, y caminando desde Itilleq.

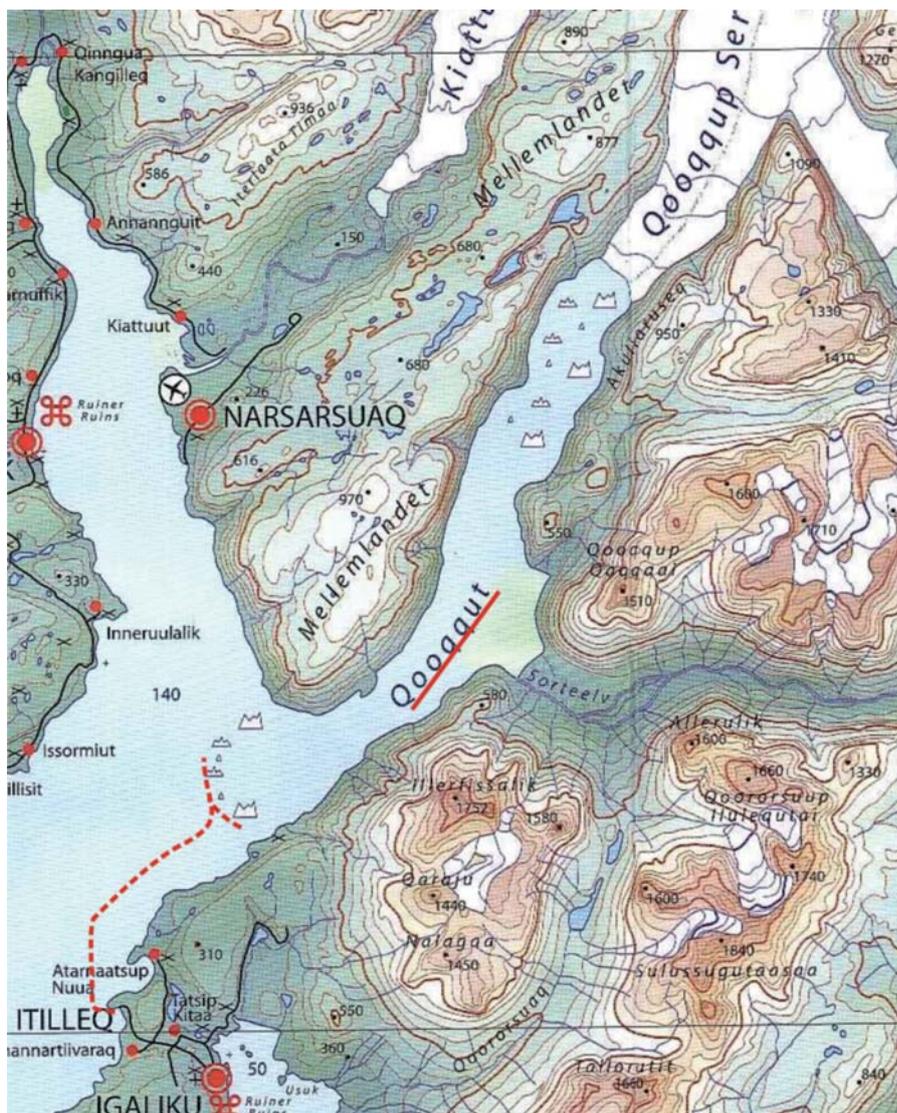


Figura 31. Localización del fiordo Qooroq.

*Contexto geográfico:* el fiordo Qooroq y el glaciar Qooqqup se sitúan al noroeste de la localidad de Igaliku y al sureste de Narsarsuaq. Se trata de un fiordo encajado de una anchura media de 1,5 km y orientación NE-SO, jalonado por cotas de 900 a 1.600 metros de altura a ambos lados, lo que le confiere un perfil topográfico espectacular. La zona superior del fiordo conecta con el glaciar a través de una banda compuesta por abundante banquisa estacional, que nutre de témpanos e icebergs el fiordo matriz de Tunulliarfik.

*Contexto geológico:* la zona pertenece al complejo Igaliku, incluido en la provincia Gardar, con una edad de 1.200 a 1.300 M.a. Petrológicamente, está compuesto por diversos tipos de sienitas s.l. y sienitas nefelínicas que se caracterizan por un alto

contenido en sodio y potasio y bajos contenidos en silicatos. Los diques de traquita son visibles desde la zona norte del valle. Desde el punto de vista geomorfológico, estas intrusiones sieníticas ofrecen un perfil en domo muy característico, reflejado en algunos casos en curvas de nivel de tipo circular y cimas que pueden superar los 1.600 metros de altura.

*Descripción e interpretación:* quizá son los procesos glaciares uno de los fenómenos geológicos que más nos atraen por su magnitud y por su carácter exótico en nuestras latitudes. Dentro de la clasificación de glaciares (Stralher, 1979) tenemos en Groenlandia los de tipo alpino, formados por circo, lengua glaciar y zona de fusión o, como suele ser normal en Groenlandia, desembocadura en un fiordo,



Figura 32. Imagen del glaciar Qooqqup y su evolución hacia depósitos de banquisa en su zona baja dentro del fiordo Qooroq. Los relieves situados en primer plano corresponden a sienitas con morfologías de tipo domático.

Se estima que esta zona estuvo libre de hielo hace unos 9.000 años, mientras que hace de 4.000 a 5.000 años, unas condiciones climáticas más frías ocasionaron el avance de estos glaciares. En esta zona se estima que el máximo avance glaciar ocurrió hace 2.000 años. Actualmente, se halla en retroceso, aunque resulta evidente que los avances y retrocesos de los glaciares definen series de oscilaciones continuas, de modo que su evolución debe establecerse mediante un balance de masas a lo largo de miles de años.

### Narsarsuaq-valle de las Mil Flores

Nombre: Narsarsuaq.

Tipo de interés: geomorfológico.

Localización (figura 33): coordenadas geográficas aproximadas: 61° 11' 31" N, 45° 20' 38" O.

Acceso: a pie desde el puerto y aeropuerto de Narsarsuaq.

Contexto geográfico: el valle de las Mil Flores se sitúa a unos 3 kilómetros al NE

y los de cobertera, que consisten en grandes extensiones de hielo, denominadas comúnmente *inlandsis*. En la actualidad sólo existen dos *inlandsis* en el planeta: Antártida y Groenlandia.

El movimiento de un glaciar está regulado por su desplazamiento basal y la deformación interna asociada al mismo. El desplazamiento basal consiste en una traslación masiva sobre el lecho, mientras que la deformación interna conlleva movimientos diferenciales. En los glaciares observados desde zonas de mirador, como el Illiteq, Sermilik o el Qooqqup, las estructuras presentes en el hielo aparecen originadas por tensiones de flujo llamadas, según el caso, rimaya (si son de despegue de la roca), transversales, longitudinales o seracs (redes ortogonales). La mayor parte de ellas consisten en hendiduras subverticales que pueden alcanzar decenas de metros de profundidad y anchura y kilómetros de longitud, que suponen una dificultad extrema a la hora de aventurarse a recorrer a pie la superficie de alguno de estos glaciares.

Durante esta ruta iniciada en Igaliku hasta una zona de mirador atravesamos materiales del complejo Igaliku (provincia Gardar). Debido a la intensa meteorización de las rocas pudimos apreciar una gran acumulación de derrubios de ladera y una mayor cobertera vegetal respecto a las zonas donde afloran los granitos del

complejo Julianehab. Desde el mirador superior se observa, de modo privilegiado, la banquisa de témpanos a la entrada del fiordo Qooroq, en una línea curva que marca la morrena sumergida (figura 32). Los icebergs en la zona son abundantes en aquellos periodos donde dominan vientos de procedencia NE, que es la dirección donde se halla el glaciar Qooqqup.

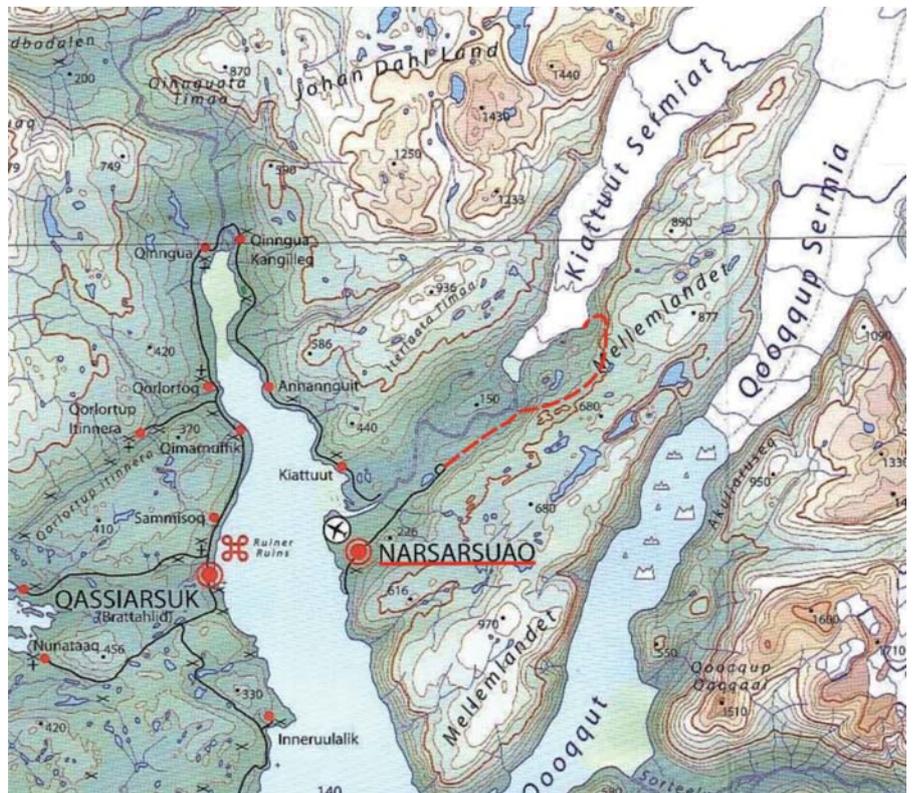


Figura 33. Localización del valle de las Mil Flores y el glaciar Kiattuut.



Figura 34. Valle de las Mil Flores, al NE de Narsarsuaq, caracterizado por la presencia de un cauce fluvial activo originado por el deshielo del glaciar Kiattuut. El fondo del valle aparece ocupado por sedimentos fluviales y palustres, mientras que las rocas del sustrato corresponden a sienitas de la unidad Gardar.

Quizá son los procesos glaciares uno de los fenómenos geológicos que más nos atraen por su magnitud y por su carácter exótico en nuestras latitudes

depósitos sedimentarios recientes de origen fluvial, glaciar y palustre. En el primer caso, se trata de gravas de granulometría media y alta, mientras que en el último se trata de depósitos de turbera asociados al desarrollo de un manto vegetal estacional ligado al nivel ecológico de tundra.

*Descripción e interpretación:* desde el puerto de Narsarsuaq nos adentramos a través de una pista en donde se ubicaba una antigua base americana hacia la zona superior del valle con la intención de alcanzar un mirador sobre el glaciar Kiattuut. La zona inferior de dicho valle, en forma de "V", nos indica que es de origen fluvial (río Narsarsuaq), de modo

de Narsarsuaq. Dicho valle remonta el glaciar Kiattuut que, en periodos de verano, funde su frente debido a las altas temperaturas, originando un cauce fluvial de anchura y caudal considerable, que desemboca, finalmente, en el fiordo Tunulliarfik, justo al norte de la pista del aeropuerto.

*Contexto geológico:* la zona inferior del valle se compone de sienitas y diques de traquitas de la unidad Gardar, mientras que la zona superior se compone de basaltos de la formación Eriksfjord, junto con capas de areniscas interstratificadas con estos materiales volcánicos. También pueden apreciarse durante el recorrido



Figura 35. Imagen panorámica del glaciar Kiattuut, encajado entre rocas sieníticas de la unidad Gardar. Puede apreciarse la compleja red de grietas de tensión, fruto de la dinámica del propio glaciar.



Figuras 36. Los autores del presente artículo en el "gabinete" del campamento de "fletanes", Carlos de Miguel (izquierda), José Manuel García Aguilar (centro) y Guzmán Fuente (derecha).

La región SO de Groenlandia puede ser considerada un auténtico paraíso geológico, esencialmente desde el punto de vista petrológico, mineralógico y geomorfológico

que alcanzamos una gran playa fluvial en lo que debió de ser un lago asociado al frente del glaciar (figura 34). En esta zona se observan sedimentos fluviales originados por este cauce fluvial que presenta unas aguas de color lechoso, indicador de la apreciable carga en suspensión que arrastra. Este tono difiere notablemente del que se puede apreciar en las cascadas cercanas, cuyo origen se sitúa en un sistema de lagunas glaciares localizadas en la zona superior del valle. El sendero que atraviesa la zona inferior del valle fluvial discurre sobre un manto de flores de distintos colores, pertenecientes

a especies de afinidad subpolar dentro de la tundra. Este catálogo de tonos amarillentos, rojos, rosados y azules da nombre al valle.

Visitar la superficie de este glaciar resulta en extremo difícil, debido a sus profundas y peligrosas grietas que lo atraviesan, por lo que decidimos observarlo desde un mirador situado a gran altura y desde el que se dominaba un paisaje espectacular (figura 35). Durante el ascenso se pueden observar lagunas de diverso tamaño de origen glaciar entre las colinas.

Las observaciones históricas efectuadas en este glaciar se remontan a 1876, momento en el que adquirió su máxima extensión, coincidente con la "pequeña edad de hielo" del siglo XIX. El movimiento del glaciar fue medido en dos puntos, a 240 y 147 metros del margen, demostrándose un movimiento anual de 77 y 38 metros, respectivamente. Diversas expediciones realizadas a este glaciar desde 1899 han puesto en evidencia un adelgazamiento paulatino en la masa de hielo y un retroceso del frente glaciar, hecho este comprobado a través de nuestras propias observaciones.



Figuras 37 y 38. Imagen de la entrega de diplomas conmemorativos de la expedición en la cena de despedida llevada a cabo en Qassarsuk (izquierda), y foto de varios componentes de la expedición.

### Conclusiones

Como ha quedado patente a lo largo de este artículo (y su primera parte publicada en *T&T* 36), la región SO de Groenlandia puede ser considerada un auténtico paraíso geológico, esencialmente desde el punto de vista petrológico, mineralógico y geomorfológico. Las especiales características fisiográficas de esta zona,

unidas a sus constantes ecológicas, hacen de ella, además, un laboratorio natural de primer orden, a la hora de detectar y evaluar las consecuencias del cambio climático global. Por otro lado, tenemos cómo la ausencia de una infraestructura turística desarrollada, su climatología y su especial red de transportes hacen de este lugar un entorno único para la realización de actividades naturales no exentas de aventuras e imprevistos, tal y como

podimos constatar en nuestra expedición a lo largo de casi tres semanas. Esta sensación de naturaleza en estado puro y sus increíbles escenarios paisajísticos permiten concluir que Groenlandia, sin lugar a dudas, es uno de los últimos destinos de este planeta donde aún se puedan descubrir nuevas sensaciones, nuevas emociones (*figuras 36, 37 y 38*) y, quizá, algún nuevo descubrimiento geológico.

### Agradecimientos

Agradecemos a todos los compañeros de la expedición su asistencia y colaboración en este proyecto, y especialmente a Lorenzo Calero, estudiante de Ciencias Ambientales de la Universidad de Málaga, por su entusiasmo y ayuda en la tarea de reconocer y catalogar los múltiples tipos petrológicos y minerales encontrados. Asimismo, agradecemos a la profesora Carmina Salcedo de Lara (Departamento de Lengua y Literatura del IES nº 1 de Fuengirola) la corrección lingüística del trabajo. También agradecemos a Almudena Durán sus aportaciones sobre historia y sociología de Groenlandia.

### Bibliografía

Henriksen, N. (2008). *Geological history of Greenland*, GEUS, Dinamarca.  
 Kvanefjeld Project - Greenland, en: [www.ggg.gl/Projects/Kvanefjeld-Project-Greenland.htm](http://www.ggg.gl/Projects/Kvanefjeld-Project-Greenland.htm)  
 New Multi-Element Targets and Overall Resource Potential, en: [www.ggg.gl/Projects/New-Multi-Element-Targets-and-Overall-Resource-Potential.htm](http://www.ggg.gl/Projects/New-Multi-Element-Targets-and-Overall-Resource-Potential.htm)  
 Sorensen, H. (2006). *Geological Guide - South Greenland. The Narsarsuaq - Narsaq - Qaqortoq region*, GEUS, Dinamarca.  
 Strahler, A. N. (1979). *Geografía física*. Omega.

## Promoción especial para el Colegio de Geólogos y familiares directos

**miravé**  
CLÍNICA DENTAL

### Servicios gratuitos:

- Visita (consulta i revisión)
- Ortodoncia (1a visita)
- Visita prótesis
- Fluoración (infantil y adultos)
- Radiografías intraorales
- Extracción de puntos de sutura

### Servicios por sólo 20 €:

- Extracción dental simple
- Visita de urgencias de día
- Ortopantomografía
- Higiene dental
- Enseñanza de Higiene Oral

### Hasta un 20% de descuento:

en el resto de tratamientos, en cualquier especialidad.



Estética dental. Ortodoncia invisible. Detección del cáncer oral. Tratamiento de ronquidos.

### SERVICIO DE URGENCIAS

CON PRESENCIA DE DENTISTA 24horas/365días