

## **IDENTIFICACIÓN E INVENTARIO DE POTENCIA- LES GLACIARES ROCOSOS ACTIVOS EN LOS PIRINEOS MEDIANTE FOTOINTEPRETACIÓN EN VISORES CARTOGRÁFICOS 2D Y 3D: PRIMEROS RESULTADOS**

Josep VENTURA ROCA ([jventura@telespazio.es](mailto:jventura@telespazio.es))  
Telespazio Ibérica (Barcelona – Madrid)

Recibido: 02/02/2016  
Aceptado: 03/05/2016

**RESUMEN:** En este artículo se inventarían un total de 69 nuevos glaciares rocosos potencialmente activos (*intact rock glaciers*) en los Pirineos; incluyendo a 25 de reducidas dimensiones y catalogados como lóbulos protalud y a 27 con una superficie superior a los 20.000 m<sup>2</sup>. La metodología utilizada en esta fase del estudio ha sido la fotointerpretación en visores cartográficos 2D y 3D con ortoimágenes de alta resolución. Se analizan sus principales características junto a los 18 glaciares rocosos inventariados previamente y se establecen 5 tipologías de estas geoformas; 3 de talud periglacial y 2 de derrubios glaciogénicos. A destacar por su concentración de glaciares rocosos los nuevos macizos estudiados de Perdiguero – Gours Blancs y Punta Alta – Colomèrs con 10 y 8 glaciares rocosos respectivamente y la localización de diversos glaciares rocosos aislados en macizos del Pirineo Oriental (Canigó, Carlit y Puigmal-Carança).

**PALABRAS CLAVE:** Fotointerpretación, *intact rock glaciers*, permafrost, alta montaña, Pirineos.

### **IDENTIFICATION AND INVENTORY OF POTENTIAL ACTIVE ROCK GLACIERS IN THE PYRENEES BY PHOTO INTERPRETATION IN 2D AND 3D CARTOGRAPHIC VIEWERS: FIRST RESULTS**

**ABSTRACT:** In this article a total of 69 new potentially active rock glaciers (*intact rock glaciers*) in the Pyrenees are inventoried; including 25 small size rock glaciers cataloged as protalus lobe and 27 with area greater than 20,000 m<sup>2</sup>. The methodology used in this phase of the study was the photo interpretation in 2D and 3D cartographic viewers using high resolution orthoimages. Its main characteristics are analyzed together with 18 rock glaciers previously inventoried and five types of these landforms are established; 3 of talus rock glaciers (periglacial origin) and 2 of debris rock glaciers (glacial origin). It is remarkable, because of their concentration of rock glaciers, the new massifs studied, Perdiguero-Gours Blancs and Punta Alta-Colomèrs, are remarkable, with 10 and 8 rock glaciers respectively, and the location of various rock glaciers isolated in massifs of the Eastern Pyrenees (Canigou, Carlit and Puigmal-Carança).

**KEY WORDS:** Photo-interpretation, *intact rock glaciers*, permafrost, high mountain, Pyrenees.

## I. INTRODUCCIÓN

A raíz de los trabajos de cartografía geomorfológica a escala 1:25.000 y 1:10.000 que estamos llevando a cabo en la cuenca alta de la Noguera Pallaresa se han identificado pequeños glaciares rocosos «intactos» y probablemente activos en las cabeceras de los circos de Gerber (Pico de Bassiero), Broate (macizo de la Pica d' Estats), Gerri y Baiau (macizo de Monteixo – Medacorba). Este hecho nos llevó a plantearnos la realización de un examen exhaustivo a nivel de toda cordillera pirenaica partiendo de los inventarios más recientes de glaciares rocosos (SERRANO *et al.*, 2011) y de la disponibilidad de buena documentación cartográfica (ortofotos color de alta o muy alta resolución) consultable a través de visores cartográficos 2D y 3D, detectar otros aparatos susceptibles de considerarse como glaciares rocosos potencialmente activos. Las condiciones topoclimáticas y morfológicas que generan la formación y conservación de los glaciares rocosos activos en los Pirineos (situados en fondos de circo por encima de 2.500 m, al pie de paredes bajo cumbres entre 2.800 y 3.200 m y en orientaciones de componente N) se encuentran también en otros muchos de los altos circos pirenaicos y es de esperar que un análisis sistemático pueda arrojar nuevos resultados ampliando el actual inventario.

Existen dos aspectos destacables que también invitan a iniciar este estudio. En primer lugar, la realización reciente de estudios y cartografía del permafrost de montaña en los Pirineos; en el Macizo de Posets (SERRANO *et al.*, 2001; LUGON *et al.*, 2004; GONZÁLEZ GARCÍA *et al.*, 2012), en el Macizo de la Maladeta (LAMPRE, 1994; GONZÁLEZ GARCÍA *et al.*, 2014) o en ubicaciones marginales como en Peña Telera (CHUECA y JULIÁN, 2004). Por su parte SERRANO *et al.* (2009) elaboran en un entorno GIS a partir de datos climáticos y de indicadores geomorfológicos un mapa de «Permafrost de montaña en los Pirineos españoles» diferenciando entre zonas sin permafrost, zonas con permafrost posible y zonas con permafrost probable. En el mapa que adjuntan aparecen diversos macizos con permafrost probable o posible de los que no existen citas sobre indicadores geomorfológicos. En nuestro inventario vamos a aportar datos nuevos sobre algunos de ellos (Pica d' Estats, Monteixo-Medacorba, Punta Alta-Colomèrs-Bassiero, Perdiguero-Gourgs Blancs, Monte Perdido, etc.).

A partir de sus datos hemos elaborado la TABLA 1 donde aparecen claramente las franjas altitudinales donde en condiciones morfológicas y topoclimáticas adecuadas pueden generarse glaciares rocosos de origen periglacial como manifestación de la existencia de permafrost o suelo helado.

En segundo lugar la aceleración del proceso de deglaciación de los glaciares pirenaicos —ver por ejemplo el Informe Programa ERHIN 1984-2008 (ARENILLAS *et al.*, 2008) o el libro de J. CAMINS *Los 100 últimos glaciares del Sur de Europa*— liberando estos grandes espacios a una nueva dinámica geomorfológica periglacial desde las morrenas de la Pequeña Edad del Hielo (PEH) hasta los frentes actuales o los recuencos superiores libres de hielo pero con neveros, hielo recubierto de derrubios, lóbulos protalud, etc. Dentro de estos procesos se encuentra también la formación de glaciares rocosos de origen glaciogénico ya sea por núcleo de hielo cubierto de derrubios o por morrenas afectadas por flujo.

**Tabla 1.** Situación altitudinal del permafrost en los Pirineos

Presencia de Permafrost	Orientación Norte	Orientación Sur	Tipología de Permafrost
Possible	>2.400 m 2.000 m (al pie de grandes paredes)	>2.650 m	Esporádico
Probable	>2.700 m >2.630 m (caras N.)	>2.800 m	Discontinuo o continuo

FUENTE: (SERRANO *et al.*, 2009)

## II. GLACIARES ROCOSOS ACTIVOS EN LOS PIRINEOS

Las primeras referencias sobre glaciares rocosos en los Pirineos se remontan a las décadas de los años 50 y 60 del pasado siglo. SOLÉ SABARÍS (1951) describe estos depósitos, los nombra como «glaciares rocosos» y comenta su presencia en las montañas de Andorra y el alto Segre. BARRÈRE (1952) sin nombrarlos describe como «glacis» o «*moraine ordonée*» al glaciar rocoso de Bastampé y posteriormente (BARRÈRE, 1953) asocia este tipo de materiales con la presencia de grandes bloques y escasa matriz a «morrenas del Tardiglacial» y los compara con los actuales aparatos de Pène d’ Aragon (Cambalés) y Bastampe (Ardiden). Este autor sitúa en esquemas geomorfológicos varios «*glaciers noirs*» en los macizos de Balaitús, Vignemale y Néouvielle. ANGELY (1967) describe con detalle al glaciar rocoso de Guerreys pasando este de glaciar a glaciar negro y a glaciar rocoso, presentando unas formas frescas que podrían ser reactivadas.

En la década de los años 80 el interés por los glaciares rocosos genera diversos estudios donde se identifican ya claramente ejemplares de glaciares rocosos activos; Bastampé (CAZENAVE-PIARROT y TIHAY, 1983, 1986), Posets (HAMILTON, 1988), Argualas (SERRANO y RUBIO, 1989), Gemelos (AGUDO *et al.*, 1989), y Alba (MARTÍNEZ DE PISÓN, 1989) y un primer «inventario» de estas geoformas incluido en el catálogo de glaciares actuales en los Pirineos

(MARTÍNEZ DE PISÓN Y ARENILLAS, 1988). En este trabajo se inventarían dos glaciares rocosos activos en el Pirineo español; el glaciar rocoso de Argualas (Macizo de Picos del Infierno) y glaciar norte o de los Gemelos (Macizo de Posets). Unos años más tarde (ARENILLAS *et al.*, 1992) amplían este inventario para el sector español de dos a tres glaciares rocosos (Argualas, Gemelos y Besiberri) pero no incluyen tres más ya conocidos en ese momento (Posets, Cérrez y Alba). Sobre el glaciar rocoso de Besiberri existe una publicación anterior dando cuenta de su actividad (SERRANO *et al.*, 1991).

En los inventarios de glaciares rocosos realizados en esta época (inicio de los años 90) se aborda también la posibilidad de actividad actual o reciente en algunos de los aparatos cartografiados.

MARTÍ Y SERRAT (1990,1995) con un inventario de más de mil aparatos en el Pirineo catalán considera a la inmensa mayoría de ellos como «glaciares rocosos fósiles» y «reduciéndose la posibilidad de actividad a los aparatos situados en los sectores más elevados» en función de factores topoclimáticos favorables. Citan el trabajo de HAMILTON (1988) sobre el glaciar rocoso de Posets y en su artículo de 1995 aportan datos sobre la funcionalidad del glaciar rocoso de Besiberri N a partir de métodos fotogramétricos. Al respecto indicamos que la fotogrametría es usada por primera vez en el estudio de la dinámica de glaciares rocosos activos en los Pirineos por SANJOSÉ *et al.*, (1992) en el caso concreto del glaciar rocoso de Argualas. MARTÍ Y SERRAT (1990,1995) comentan también la línea de trabajo que relaciona a algunos glaciares rocosos con los «sistemas glaciares de derrubios» donde un glaciar blanco es paulatinamente recubierto de material detrítico y este construye un glaciar rocoso en su parte frontal. Esta asociación de glaciares rocosos con el glaciario actual hace que se incluyan, como hemos comentado anteriormente, a los primeros aparatos cartografiados dentro del catálogo de glaciares pirenaicos (MARTÍNEZ DE PISÓN y ARENILLAS, 1988).

Por su parte CHUECA (1989, 1991) realiza el inventario de los glaciares rocosos situados en el Pirineo aragonés y aplica un análisis estadístico pormenorizado. Establece con los 170 aparatos localizados una clasificación entre «Tipo I - glaciares rocosos activos de origen glaciar» (11 ejemplares); «Tipo II - glaciares rocosos inactivos de origen glaciar» (27 ejemplares) y el «Tipo III - glaciares rocosos inactivos de origen periglacial» (132 ejemplares). Con respecto a Tipo I comenta que «priman su posible funcionalidad actual y un origen estrechamente ligado al aporte de hielo glaciar» y sitúa en un mapa esquemático a los aparatos detectados, pero comenta su nombre y localización de una forma muy somera «son los ejemplos de Balaitús, Pecico, Argualas, Vignemale, Los Gemelos, Posets o Alba, entre otros de menor entidad» que

no hemos podido validar. El «Tipo I» definido es a nivel de hipótesis ya que no se demuestra su actividad.

LAMPRE (1998) identifica en el Valle de Vallhibierna (Maladeta) 8 pequeños glaciares rocosos supuestamente funcionales (de la PEH o posteriores) situados en las cotas más elevadas y altitudinalmente muy por encima de otro grupo de glaciares rocosos relictos.

A finales de la década de los años 90 y después de un considerable número de estudios individualizados (incluyendo campañas de mediciones) se inventarían de nuevo los glaciares rocosos activos en los Pirineos (vertiente española y vertiente francesa) acotando la temática y ampliando notablemente el número de estas geoformas activas a 13 ejemplares (SERRANO y AGUDO, 1998; SERRANO *et al.*, 1999).

Más tarde, SERRANO *et al.* (2011) revisan estos datos incluyendo a un nuevo glaciar rocoso (La Paul) y presentan una visión de conjunto de la dinámica, la evolución y la estructura de los glaciares rocosos activos en los Pirineos. Este trabajo lo tomaremos como punto de partida para nuestro inventario. A los 14 ejemplares localizados vamos a sumarle 4 nuevas geoformas identificadas recientemente para completar el punto de partida (TABLA 2).

**Tabla 2.** Relación de los glaciares rocosos activos inventariados previamente en los Pirineos

<i>Estudio</i>	<i>Nº</i>	<i>Nombre y situación por macizos montañosos</i>
SERRANO Y AGUDO (1998) SERRANO <i>et al.</i> (1999)	13	Cérrez, Argualas (Picos del Infierno)
		Cambalès N., Cambalès - Pène d'Aragon, Grand Fache (Marcadau)
		Bastampe (Ardiden)
		Guerreys (Batoua)
		Gemelos, Posets (Posets)
		Alba, Maladeta (Maladeta)
SERRANO <i>et al.</i> (2011)	+1	Besiberri NW, Besiberri N (Besiberri)
SERRANO <i>et al.</i> (2011)	+1	La Paul (Posets)
FEUILLET (2010)	+3	Ardiden (Ardiden)
FEUILLET (2010)		Mechant, Campbiel (Néouvielle)
SERRANO Y AGUDO (2004)	+1	Cotiella (Cotiella)
BELMONTE (2014)		
Total	18	

FUENTE: Elaboración del autor

La tesis de FEUILLET (2010) sitúa en los Pirineos Centrales franceses un total de 8 glaciares rocosos activos y 14 inactivos. El autor mantiene que en toda la cordillera pirenaica el número de glaciares rocosos activos está subestimado y que de inactivos probablemente hay un número importante, pero des-

conocido hasta la fecha. Por nuestra parte hemos incluido a los nuevos glaciares rocosos activos pero no a los inactivos después de una revisión por fotointerpretación a nivel de criterios fisiográficos y morfométricos (altitud de los frentes, altitud de las cumbres, orientación en algunos aparatos, cobertura vegetal, etc.).

### III. METODOLOGÍA

Para la identificación e inventario de glaciares rocosos potencialmente activos (GR) en los Pirineos se han realizado las siguientes actividades:

a) Fotointerpretación sobre visores cartográficos en 2D y en 3D: realizada a partir los visores disponibles sobre el área pirenaica (ver TABLA 3). La fotointerpretación se ha realizado directamente con la inspección visual sobre las ortoimágenes aéreas a alta y muy alta resolución (generalmente a 0,5 m/píxel y en algunas zonas a 0,25 m/píxel) combinando, cuando era posible, la visualización de la imagen en fusión con la cartografía topográfica, la comparativa con ortoimágenes infrarrojo color y la consulta de imágenes históricas o tomadas en años distintos para discriminar mejor la cubierta nival (neveros al inicio de la estación estival). También ha sido de gran interés para aclarar dudas o visualizar mejor las geoformas en su contexto la combinación de las vistas 2D con las 3D y el 3D dinámico. Esta metodología (sobre todo la consulta 3D) ha sido utilizada recientemente para la cartografía de glaciares rocosos, facilitando así la exploración sistemática de áreas de gran extensión territorial por ejemplo en los Andes de Bolivia (RANGECROFT *et al.*, 2014), el Himalaya (SCHMID *et al.*, 2014), en los Alpes franceses (BOBET *et al.*, 2011) o en el mismo Pirineo Oriental (PÉREZ SÁNCHEZ *et al.*, 2013).

**Tabla 3.** Identificación de los visores cartográficos utilizados en el estudio

Nombre del visor	Tipo	Organismo	Zona estudiada
Google Earth <a href="https://www.google.es/earth/index.html">https://www.google.es/earth/index.html</a>	3D	Google	Toda la cordillera
Iberpix <a href="http://www.ign.es/iberpix2/visor/">http://www.ign.es/iberpix2/visor/</a>	2D	IGN-España	Pirineo aragonés y catalán
Géoportail <a href="http://www.geoportail.gouv.fr">http://www.geoportail.gouv.fr</a>	2D	IGN - France	Pirineo francés
Infoterre <a href="http://infoterre.brgm.fr">http://infoterre.brgm.fr</a>	2D	BRGM (France)	Pirineo francés
Ide Andorra <a href="http://www.cartografia.ad/visor-de-mapas">www.cartografia.ad/visor-de-mapas</a> <a href="http://www.ideandorra.ad/geoportal">www.ideandorra.ad/geoportal</a>	2D	Govern d' Andorra	Pirineo andorrano
SITAR Aragón (IDE Aragón) <a href="http://sitar.aragon.es/visores.jsp">http://sitar.aragon.es/visores.jsp</a>	2D 3D	Gobierno de Aragón	Pirineo aragonés
VISSIR – Catalunya <a href="http://www.icc.cat/vissir3">http://www.icc.cat/vissir3</a>	2D	ICGC - Catalunya	Pirineo catalán

FUENTE: Elaboración del autor

El estudio se realizó sistemáticamente en todos los macizos pirenaicos con cumbres superiores a los 2.500 m entre el macizo de Anie-Larra al W. y el de Canigó al E. La fotointerpretación se ha centrado en primer lugar en la diferenciación entre distintas geoformas de interés (glaciar rocoso, glaciar rocoso inicial o lóbulo protalud, morrenas de nevero, morrenas PEH afectadas por flujo) y en segundo lugar en identificar aquellos aspectos que permitan asignar a un ejemplar como glaciar rocoso activo; inspección de los frentes y laterales (fuerte pendiente, presencia de materiales finos,..), ausencia de vegetación, presencia de neveros en el interior o laterales del aparato, enlace activo entre los taludes de la pared y la zona de raíz del glaciar rocoso, la dinámica actual sobre las paredes del circo (actividad de los canchales, canales de aludes, derrubios afectados por flujo), relieve transversal bombeado, estado fresco de arcos transversales y longitudinales y surcos en el interior del aparato.

b) Consulta bibliográfica y fotográfica: la consulta bibliográfica complementaria se centro en la visualización de fotografías históricas y recientes para seguir el proceso de deglaciación de la PEH y la construcción de nuevos GR. En este sentido han sido muy interesantes las obras de CHUECA Y JULIÁN (2002) y de CAMINS (2013).

c) Elaboración de una lista general con todas las geoformas inventariadas por zonas y selección de la lista de potenciales glaciares rocosos activos (a falta de su verificación en campo y/o por teledetección): en una primera selección se descartaron aquellas geoformas que no se consideraron «glaciar rocoso» o «glaciar rocoso inicial» (o lóbulo protalud periglacial) y aquellas otras de pequeñas dimensiones (longitud o anchura <100 m). Por último otras geoformas se descartaron en función de la duda en su atribución. Las principales dudas reportadas que han aparecido son las siguientes:

- Aspecto general no definido
- Dimensiones reducidas
- Lóbulo protalud de reducidas dimensiones
- Origen glaciogénico PEH poco definido
- Duda sobre la funcionalidad en lóbulos superiores de un glaciar rocoso polimórfico (o poligénico)
- Deficiente calidad de la imagen (poco definida o contrastada, deficiente observación del talud y del enlace vertiente – raíz, presencia excesiva de nieve, etc.)

Aunque mantenemos en el estudio la denominación de «glaciares rocosos potencialmente activos», solo con la identificación por fotointerpretación y bajo criterios estrictamente morfológicos (fisiográficos) los GR que ahora inventariamos debemos considerarlos, según la clasificación de BARSH (1996) como «*intact rock glaciers*», agrupando en esta categoría tanto a los «*active rock glaciers*» como a los «*inactive rock glaciers*» (con presencia de hielo en su interior y con nula o poca dinámica), ambos indicadores de presencia de permafrost en la alta montaña. La agrupación anterior ha sido adoptada por la mayoría de los recientes inventarios regionales de glaciares rocosos diferenciando a los «*intact rock glaciers*» de los «*relict o fossil rock glaciers*», como por ejemplo en Noruega (LILLEOREN y ETZEMÜLLER, 2011), en los Alpes austríacos (KELLERER-PIRKLBAUER *et al.*, 2012), en los Alpes italianos (BARONI *et al.*, 2004), o en los Andes argentinos (MARTINI *et al.*, 2013).

En la TABLA 4 se indican el total de geoformas inventariadas, su zona geográfica, las incluidas en inventarios previos y finalmente las seleccionadas para incluir en el nuevo inventario.

**Tabla 4.** Datos generales de los glaciares rocosos y geoformas relacionadas inventariadas

Zona	Total Geoformas identificadas	GR Inventario previo (2011)	GR Dudosos	Nuevos GR potenciales activos (2015)
Pirineo meridional (España y Andorra)	139	10	84	45
Pirineo septentrional (Francia)	83	8	51	24
Total:	222	18	135	69

FUENTE: Elaboración del autor

d) Preparación de una tabla resumen (ver TABLA 5) para situar, parametrizar y clasificar a los GR seleccionados (tanto los inventariados anteriormente como los nuevos identificados): Mediante la consulta a inventarios recientes de glaciares rocosos (tanto fósiles como activos/inactivos) en varias zonas de los Alpes y Pirineos (BARONI *et al.*, 2004; MONNIER, 2006; SCAPOZZA, 2008; KELLERER-PIRKLBAUER *et al.*, 2012; KRAINER y RIBIS, 2012; PÉREZ SÁNCHEZ *et al.*, 2013) hemos preparado una ficha extensa con 34 parámetros distintos (algunos de ellos a documentar en una posterior fase de trabajo de campo) que se agrupan en:

- Posición (6 elementos): nombre, macizo, cuenca, coordenadas, etc.
- Morfometría (16 elementos): altitud raíz, altitud del frente, altitud cumbre, desnivel, orientación, longitud, anchura, índice de elongación, superficie, etc.

- Características (10 elementos): localización geomorfológica, morfología, litología, tipo; aquí se han conservado la clasificación de SERRANO *et al.* (2011), en Pt –glaciar rocoso de talud periglacial y Ggd– glaciar rocoso de derrubios glaciogénicos. Incluye 6 elementos a validar en campo (presencia de fuentes, grado de colonización vegetal/líquenes, origen del hielo, origen de los derrubios, descripción detallada de la superficie y los laterales del aparato).
- Datos adicionales (2 elementos): base cartográfica utilizada y referencias bibliográficas.

e) Realización de un primer análisis estadístico y una caracterización de «tipologías» de GR potencialmente activos sumando a los nuevos aparatos detectados a los ya incluidos en inventarios previos.

#### IV. RESULTADOS

En este capítulo se describen los principales resultados del estudio en esta fase de inventario. Las referencias a GR concretos que aparecen en el texto vienen acompañados de un número entre paréntesis que se corresponde con el número identificativo de la tabla general de glaciares rocosos (TABLA 5).

##### IV.1. Análisis regional

Destacamos las siguientes consideraciones:

1. A los 9 macizos pirenaicos con GR activos conocidos (Picos del Infierno, Marcadau, Ardiden, Néovielle-Pic Long, Batoua, Cotiella, Posets, Maladeta y Besiberri) se le añaden los siguientes 15 nuevos macizos (de W a E): Balaitús, Tendeñera, Vignemale, Monte Perdido, Bachimala, Eriste, Perdiguero-Gourgs Blancs, Punta Alta-Colomèrs, Certascan, Monteixo-Medacorba, Estanyó, Carlit, Puigmal-Costabona y Canigó.

2. A los 18 GR inventariados previamente se le suman un total de 69 nuevos aparatos «potencialmente activos» distribuidos por los distintos macizos tal y como aparecen en la TABLA 6. De estos 69 GR, 22 se sitúan en macizos identificados previamente y el resto, 47 GR se ubican en los nuevos macizos que reportamos en este estudio.

3. En el Pirineo Central de Lleida y zonas limítrofes encontramos una importante concentración de GR (23 aparatos) situados en 5 macizos. Algunos de estos GR presentan una gran extensión y aspecto externo que puede evidenciar su actividad.

4. El inventario se extiende también hacia el Pirineo Oriental donde a favor de unas condiciones topoclimáticas muy concretas encontramos varios GR en

el Carlit (83), en el Canigó (87) y en algunas localizaciones en Puigmal-Caraña (84, 85 y 86) con aspecto externo diferenciable (frente y arcos externos abruptos, ausencia de vegetación, apariencia de finos en los frentes) del resto de glaciares relictos que se encuentran en el macizo.

**Tabla 6.** Relación de macizos pirenaicos con glaciares rocosos activos y potencialmente activos<sup>(\*)</sup>

Nº	Macizo	Altitud máxima (m)	GR activos (2011)	GR nuevos potenciales (2016)	Nº GR (total)
1	Balaitús	3.146	0	1	1
2	<b>Marcadau</b>	3.005	3	0	3
3	<b>Picos del Infierno</b>	3.081	2	1	3
4	Tendeñera	2.845	0	1	1
5	Vignemale	3.298	0	2	2
6	<b>Ardiden</b>	2.988	2	1	3
7	Monte Perdido	3.348	0	3	3
8	<b>Néouvielle-Pic Long</b>	3.192	2	4	6
9	<b>Batoua</b>	3.034	1	1	2
10	Bachimala	3.174	0	1	1
11	<b>Cotiella</b>	2.912	1	0	1
12	Eriste	3.056	0	2	2
13	<b>Posets</b>	3.369	3	0	3
14	Perdiguero-Gourgs B.	3.222	0	10	10
15	<b>Maladeta</b>	3.404	2	10	12
16	<b>Besiberri-Montardo</b>	3.029	2	5	7
17	Punta Alta-Colomèrs	3.014	0	8	8
18	Certasca	2.853	0	1	1
19	Pica d' Estats	3.143	0	4	4
20	Monteixo-Medacorba	2.944	0	5	5
21	Estanyó	2.915	0	4	4
22	Carlit	2.921	0	1	1
23	Puigmal-Caraña	2.909	0	3	3
24	Canigó	2.784	0	1	1
	Total		18	69	87

(\*) Los macizos incluidos en los inventarios anteriores aparecen resaltados.

FUENTE: Elaboración del autor

5. Volviendo al global del inventario también cabe destacar a 2 de los nuevos macizos reportados con una importante cantidad de GR; el de Perdiguero-Gourgs Blancs y el de Punta Alta-Colomèrs con 10 y 8 GR respectivamente.

6. En el grupo de 135 geoformas que no hemos incluido en el inventario se encuentran algunas zonas y aparatos concretos que merecerán a futuro una revisión como por ejemplo el macizo de Panticosa (GR Peña de Xuans), el de Subenuix-Peguera (GR de Saburó y GR de Mainera), el de Marcadau (GR Petit Pic d' Arratille), la región de Estom-Soubiran (Pic de la Sède- Pic de Labas) o las morrenas de los glaciares de los Portillones (Maladeta).

## IV.2. Comparativa del inventario previo con el inventario actual

En la TABLA 7 se muestra una comparativa entre los datos morfométricos más relevantes entre los inventarios previos y el inventario realizado en este estudio.

1. Las medias obtenidas tanto en la altura de cumbres como en las alturas de las raíces y los frentes de los glaciares es muy parecida, no así las mínimas. Estamos ampliando el mismo «nicho» morfológico y topoclimático de los 18 GR activos a un importante número de nuevas localizaciones.

2. Pero estos datos globales esconden la presencia de un grupo importante de GR (el 32,2%) que situándose bajo cumbres con alturas por debajo de la altura mínima de los inventarios anteriores (2.912 m), presentan unas medias parciales unos 100 metros más bajas que el conjunto en la altura de las cumbres, en la altura de la raíz y en la altura mínima de los frentes; 25 de los 28 GR de este subgrupo son glaciares rocosos de talud periglacial.

3. La comparativa entre los dos inventarios por lo que respecta a longitud (longitud total del GR), anchura y superficie muestra claramente que el nuevo inventario incluye un número importante de aparatos de reducidas dimensiones. Se ha detectado pues un grupo significativo de GR pequeños (glaciar rocoso inicial, lóbulo protalud) con posible actividad.

**Tabla 7.** Comparativa de los datos principales sobre glaciares rocosos entre el inventario inicial y el actual

Características (m.)	Inventarios previos (2011) GR activos (18)		Inventario actual (2016) GR activos + GR nuevos (87)	
	Media	Min. – Máx.	Media	Min. – Máx.
Altura cumbres	3.053	2.912 – 3.375	2.982	2.750 – 3.375
Altura raíz GR	2.793	2.566 – 3.060	2.755	2.483 – 3.075
Altura base frente GR	2.670	2.450 – 2.965	2.674	2.440 – 3.025
Altura de la pared dominante	260	72 - 445	227	72 - 455
Longitud máxima	376	123 - 794	220	45 - 794
Anchura	169	68 - 443	141	45 - 443
Superficie (m <sup>2</sup> )	57.745		27.729	

FUENTE: Elaboración del autor

## IV.3. Orientación

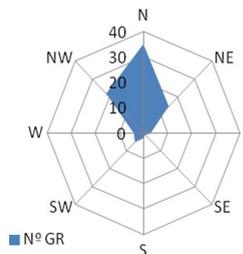
En la TABLA 8 se muestra claramente el dominio de las orientaciones de componente Norte (N, NE y NW) en la ubicación de los GR activos + GR nuevos (82,7% y 72 de los 87 ejemplares).

#### IV.4. Altura mínima de los frentes de los glaciares rocosos

1. Las franjas altitudinales de 2.500-2.600 m y 2.600-2.700 m son las que concentran más de la mitad de los GR (57, 5%, 50 aparatos). Su altitud media (2597 m) se sitúa en el límite inferior del permafrost discontinuo.

**Tabla 8.** Distribución de los glaciares rocosos según su orientación

Orientación	Nº	%
N	35	40,2%
NE	15	17,2%
E	3	3,4%
SE	1	1,1%
S	2	2,3%
SW	5	5,7%
W	4	4,6%
NW	22	25,3%
Total:	87	100,0%



FUENTE: Elaboración del autor

2. Solo un el 4,6% de los GR (4 aparatos) sitúan sus frentes en cotas inferiores a 2.500 m y únicamente en orientaciones de componente N y generalmente bajo paredes de circo de gran amplitud. Pertenecen a este grupo límite los GR de Tendeñera (8), Ardiden-Gran Lac (11), Cotiella (26) y Canigó (87).

**Tabla 9.** Distribución de los glaciares rocosos según franjas altitudinales y orientación

Altura mínima (m) y % (frente GR)	Global	Orientación N	Orientación S	Orientación E/W
4,6% <2.500	4	4	0	0
32,2% 2.501-2.600	28	27	0	1
25,3% 2.601-2.700	22	21	1	0
17,2% 2.701-2.800	15	11	2	2
13,8% 2.801-2.900	12	6	4	2
5,7% 2.901-3.000	5	3	1	1
1,1% 3.001-3.100	1	0	0	1
100 % Total	87	72	8	7
		82,8%	9,2%	8,0%

FUENTE: Elaboración del autor

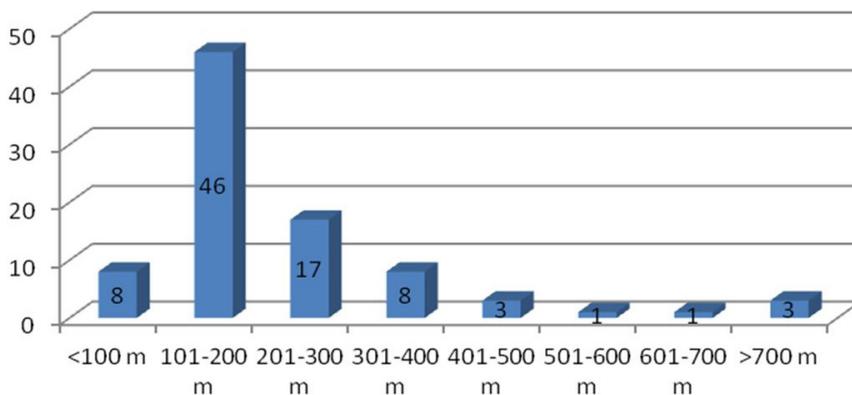
3. Prácticamente hasta los 2.700 m no se encuentran frentes de GR en orientaciones de componente S (8 aparatos). Su altura media se sitúa en 2.797 m y se sitúan bajo cumbres de más de 3000 m y con paredes de circo con desnivel importante (media de 180 m). Destacan por su extensión los GR de Pico de Alba-Cregüeña (46) en la Maladeta y de Pico Forqueta-Bagueña (27) en el macizo de Eriste.

4. Las franjas altitudinales superiores (> 2.900 m) presentan pocos ejemplares (6 aparatos). Situados bajo las cumbres más altas (>3.100 m) y en zonas recientemente deglaciadas de la PEH tienen un origen tanto de talud periglacial (3 ejemplares) como de derrubios glaciares (3 ejemplares). A los GR conocidos de Posets (29), Alba-1 (42), Maladeta Occd-1 (43) y Campbieil (17) le sumamos las nuevas localizaciones de Russell Sur (51) y Cilindro de Marboré (15).

#### IV.5. Longitud máxima

En el GRÁFICO 1 se muestran los datos relativos a la longitud máxima alcanzada por los GR del nuevo inventario.

**Gráfico 1.** Distribución de los glaciares rocosos según su longitud máxima



FUENTE: Elaboración del autor

1. La inmensa mayoría de los GR pertenece al grupo con longitudes comprendidas entre los 100 y 200 m (46 ejemplares). Si sumamos los dos primeros grupos (<100 m y 100-200 m) obtenemos 54 GR (el 62,1% del total). Queda claro pues el dominio de las dimensiones reducidas en los nuevos GR identificados como GR con posible actividad. Para completar este punto comentar que del inventario previo, todos los 18 GR tienen una longitud superior a los 200 m.

2. Los grandes GR con longitudes superiores a los 300 m forman un grupo reducido de 16 aparatos (18,4 %) que incluye a 10 GR inventariados previamente y 6 GR nuevos de grandes dimensiones; Pic d' Aygues Cluses (32), Pico de Alba-2 (44), Pico Alba-Cregüeña (46), Punta Harlé-1 (57), Comalesbienes (61) y Comalespales-Coll de Colieto (63).

#### IV.6. Superficie

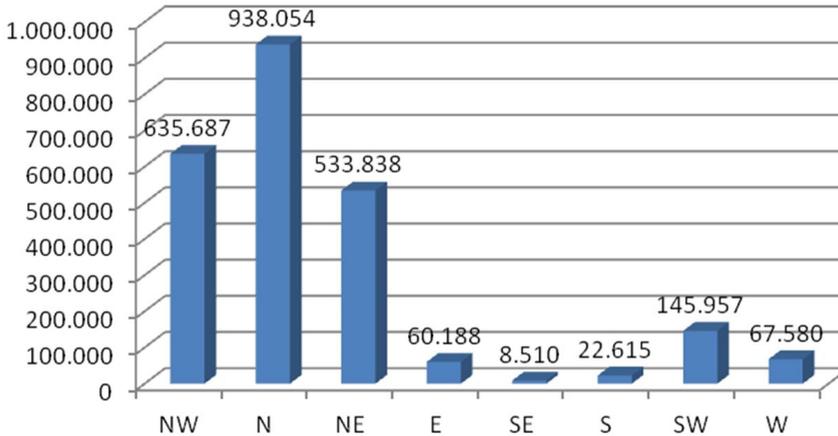
Para ordenar los datos relativos a la extensión de los GR adjuntamos una tabla con la distribución por intervalos de extensión de los GR con la información asociada del número de ejemplares, la superficie acumulada y los respectivos porcentajes para cada clase.

**Tabla 10.** Distribución de los glaciares rocosos según su superficie

Superficie (m <sup>2</sup> )	Nº	%	Superficie acumulada (m <sup>2</sup> )	% por grupo de superficie
<5.000	1	1,15%	3.250	0,13%
5-10.000	22	25,29%	168.816	7,00%
10-20.000	23	26,44%	300.617	12,46%
20-40.000	26	29,89%	669.649	27,76%
40-80.000	6	6,90%	307.259	12,74%
> 80.000	9	10,34%	962.838	39,91%
	87	100%	2.412.429	100%
			27.729 (media)	

FUENTE: Elaboración del autor

**Gráfico 2.** Superficie acumulada de los glaciares rocosos en función de su orientación



FUENTE: Elaboración del autor

Completamos este punto con el GRÁFICO 2 en el que se representan las superficies acumuladas por orientación de la totalidad de los 87 GR inventariados. Se muestra gráficamente el dominio absoluto, como en el análisis de otros parámetros, de las orientaciones con componente N. Estas suman un total de 72 GR (82,8 %) y una extensión acumulada que representa casi el 90 % (87,4%) del total.

#### IV.7. Clasificación y Tipología

De las tres clasificaciones básicas de los GR comentadas en la síntesis de SERRANO (2014); geometría, origen de los materiales y del hielo y estado de actividad, vamos centrarnos en la que hace referencias al origen de los materiales que construyen los GR. En la clasificación genética se identifican dos tipologías; la de talud periglacial - Pt (*talus rock glaciers*) y la de derrubios glaciogénicos - Ggd (*debris rock glaciers*).

Esta clasificación fue utilizada en el inventario de SERRANO *et al.* (2011) y vamos a mantenerla. Hemos introducido una subdivisión en cada uno de los dos tipos básicos y junto a otros parámetros morfométricos se ha realizado la siguiente tabla donde se definen 5 tipologías básicas de GR. La tabla incluye datos generales sobre el número de GR, la superficie cubierta, las características y algunos ejemplos para cada «tipo definido» de GR (con ejemplos tanto del inventario anterior como del actual).

Tanto los datos de la clasificación genética como los de la clasificación morfológica de los GR aparecen en la ficha general (ver TABLA 5). Con respecto a la clasificación morfológica se diferencian los siguientes tipos; lóbulo protalud (*protalus lobe*), lóbulo, lengua y complejo.

En el inventario se incluyen en las dos tipologías de Ggd (origen glaciogénico) un total de 25 aparatos, 8 inventariados previamente y 17 nuevos. En este grupo se ha optado por incluir una serie de geoformas cuya asignación final a GR deberá realizarse después de un trabajo de campo minucioso y/o mediante la aplicación de técnicas de medición (terrestres o por teledetección) para validar su funcionalidad. Aún con la duda sobre varios de ellos hemos optado por incluirlos ya que representan una variedad de GR que de validarse estará en relación directa con el reciente proceso de retroceso y fusión de los glaciares construidos durante la PEH y por tanto mostrarían bien la transición de glaciar a glaciar cubierto y/o a glaciar rocoso realizada en un corto periodo temporal. A continuación y a modo de ejemplo anotamos observaciones sobre dos ejemplares:

1. GR Cilindro de Marboré-Goriz (15): Aparece como un glaciar perfectamente delimitado en el mapa de Schrader (1874). Comentario y cartografía como «helero residual del Cilindro» (MARTÍNEZ DE PISÓN Y ARENILLAS, 1988). «Los restos constatables en los años 80 han desaparecido» (ARENILLAS *et al.*, 1992). Cartografía de las morrenas en el Mapa geomorfológico del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (GARCÍA RUIZ Y MARTÍ BONO, 2001). Por fotointerpretación se aprecia un potente volumen de material morrénico con un límite fronto-lateral abrupto (25 m). La acumulación presenta

pequeñas depresiones y de la pared del Cilindro se aprecian canchales activos afectados por flujo, desprendimientos y neveros situados en contacto con la raíz de la acumulación. Clasificación Ggd-1.

**Tabla 11.** *Tipologías de glaciares rocosos activos, características generales y ejemplos*

<i>Tipo</i>	<i>Nº</i>	<i>Superficie (m<sup>2</sup>)</i>	<i>Características</i>
Pt-1	25 (28,7%)	226.591 (9,4%)	Lóbulos Protalud Superficie media : 9000 m <sup>2</sup> (entre 5000 y 15.000 m <sup>2</sup> ) Longitud media: 115 m (máxima 150 m) <i>GR-EP: sin GR inventariados (diversos autores no consideran a los lóbulos protalud como GR verdaderos y por tanto todo y su estudio y cartografía no se han inventariado en los Pirineos como tales)</i> <i>GR-EA: 47-Estatats-Cregüena, 69-Montabone, 70-Broate W.</i>
Pt-2	23 (26,4%)	396.674 (16,4%)	GR de pequeñas dimensiones pero con varios arcos ,surcos y laterales y frente bien delimitados Superficie inferior a 25.000 m <sup>2</sup> ( media 17.250 m <sup>2</sup> ) Longitud media: 184 m (máxima 262 m) <i>GR-EP: 26-Cotiella, 17-Campbieil, 43-Maladeta Occd.-1</i> <i>GR-EA: 10-Crète de la Hourquette, 25-Gran Bachimala</i>
Pt-3	14 (16,1%)	704.545 (29,2%)	GR de grandes dimensiones. Morfologías nítidas Superficies entre 25.000 y 100.000 m <sup>2</sup> (media 50.325 m <sup>2</sup> ) Longitud media: 310 m (máxima 508 m) <i>GR-EP:3- Cambalès N, 7- Argualas, 23-Guerreys</i> <i>GR-EA:32 Aygues Cluses, 61-Comalesbienes, 64-Contraix</i>
Ggd-1	15 (17,2%)	882.093 (36,6%)	GR derivados de la transición glacial-glaciar negro- GR Vinculados mayoritariamente a la PEH y a la fusión reciente de glaciares y heleros Dimensiones variables (en longitud y superficie) Necesaria validación en campo para su atribución definitiva <i>GR-EP:11- Ardiden-Lac Grand, 31-Gemelos, 55-Besiberri NW</i> <i>GR-EA:41-Remuñé, 63-Comalespales, 87-Canigó</i>
Ggd-2	10 (11,5%)	202.526 (8,4%)	Variante del tipo anterior GR generadas a partir de morrenas frontales o laterales PEH afectadas por flujo (permafrost) Necesaria validación en campo para su atribución definitiva <i>GR-EP:29-Posets, 30- La Paul</i> <i>GR-EA:16- Collado de Astazú, 20-Bugarret-Lac Tourrat</i>
5	87	2.412.429	<i>GR-EP (inventario previo); GR-EA (nuevos GR inventariados)</i>

FUENTE: Elaboración del autor

2. GR Collado de Astazú-Marboré (16): Todo el sector está ocupado por glaciares en el mapa de SCHRADER (1874) formando un continuo en el Circo de Marboré desde la base del Monte Perdido hasta la vertical del Pico de Marboré. Cartografía de las morrenas en el Mapa geomorfológico del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (GARCÍA RUIZ Y MARTÍ BONO, 2001) sin asignación cronológica. En GARCÍA RUIZ *et al.* (2014) incluyen en un mapa las morrenas y otros depósitos en el Circo de Marboré y la acumulación inventariada aparece como «supuesto glacial rocoso» situado en contacto

fronto-lateral con morrenas holocenas (anteriores a las de la PEH). En la acumulación se observan varios grandes lóbulos procedentes de una zona de raíz formada por morrenas de fondo donde se aprecian alineaciones direccionales frecuentes en otras localidades alpinas y pirenaicas (DELALOYE *et al.*, 2003). Clasificación Ggd-2.

## V. CONCLUSIONES

1. La fotointerpretación mediante visores cartográficos 2D y 3D se ha mostrado como una potente herramienta para la identificación e inventario de potenciales glaciares rocosos activos. Permite una «exploración» detallada de grandes conjuntos territoriales (en este caso la totalidad de la cordillera pirenaica). La existencia en todo el territorio estudiado de coberturas de ortofoto color de alta resolución (0,5-0,25 m/píxel) permite un análisis detallado de estas geoformas. La superposición de diversas capas cartográficas temporales y la visualización dinámica en 3D prestan un gran apoyo a las tareas de fotointerpretación geomorfológica.

2. Se han seleccionado un total de 69 nuevos GR potencialmente activos, englobando en esta definición y a falta de su validación final, a los glaciares rocosos activos como a los inactivos agrupados dentro del término de «*intact rock glaciers*». Junto a los 18 aparatos ya censados situamos en este nuevo inventario a un total de 87 GR. Algunos geoformas dudosas del inventario general inicial no incluidas actualmente deberán verificarme por otros métodos. Todas los nuevos aparatos ocupan el mismo «nicho topoclimático» que el grupo de GR inventariado previamente. Se ha ampliado el número de altos macizos con GR potencialmente activos y en algunos casos las cotas inferiores de los mismos o la altura máxima de las cumbres principales que los cobijan se han reducido sensiblemente.

3. El conjunto de los 87 GR se ha agrupado en 5 tipologías; 3 pertenecientes a glaciares rocosos de talud periglaciario y 2 a glaciares rocosos de derrubios glaciogénicos. A destacar el grupo de GR (Pt-1) de reducidas dimensiones (longitud o anchura superior a 100 m.) correspondiente a glaciares rocosos iniciales o lóbulos protalud no incluidos en los primeros inventarios. En cuanto a extensión pasamos de 1 Km<sup>2</sup> (para 13 GR del inventario previo) a 2,4 Km<sup>2</sup> (en el inventario actual con los 87 GR)

4. La continuidad de este estudio regional en una segunda fase debería pasar por el avance en dos líneas de trabajo: a) la verificación en campo y la cartografía geomorfológica detallada de una selección de los nuevos GR localizados; b) la monitorización por teledetección mediante tecnología de interferometría radar diferencial (DinSAR) permitiría de una forma rápida y para todo

el conjunto de la cordillera la verificación del movimiento en los GR, su zonificación y la cuantificación de la velocidad de desplazamiento (en mm/ año). Recientes experiencias en los Alpes y en otras cordilleras avalan el uso de esta tecnología (ECHEARD, 2014; LIU *et al.*, 2013).

## BIBLIOGRAFIA

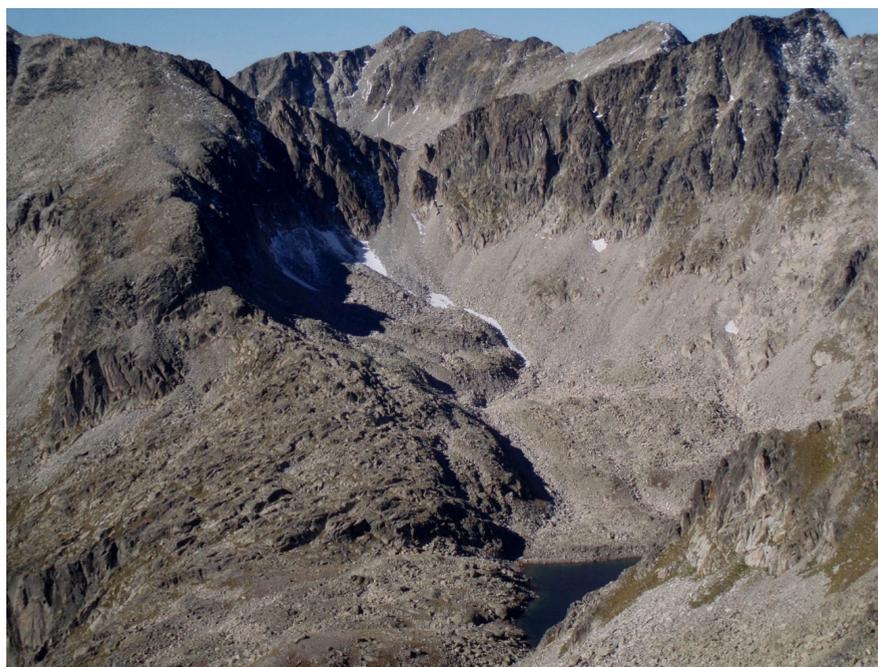
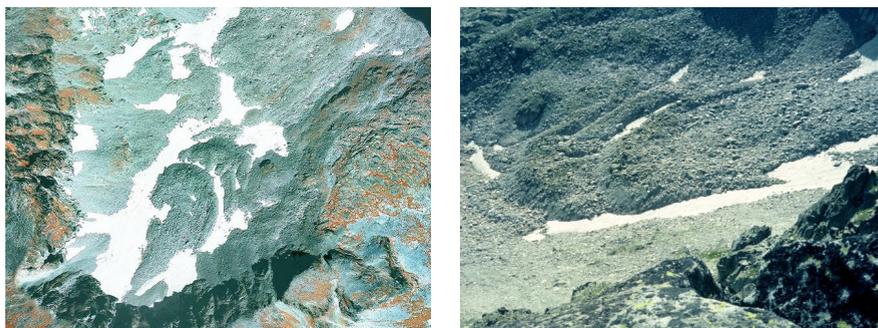
- AGUDO, C.; SERRANO, E.; MARTÍNEZ DE PISÓN, E. (1989): «El glaciar rocoso activo de Los Gemelos en el macizo de Posets (Pirineo aragonés)». *Cuaternario y geomorfología*, 3 (1-4), 83-92.
- ANGELY, G. (1967): «Anciens glaciers dans l'est des Pyrénées centrales». *Revue Géographique Pyrénées Sud-Ouest*, 38(1), 5-28.
- ARENILLAS, M.; MARTÍNEZ, R.; MARTÍNEZ DE PISÓN, E. (1992): «El estado de los glaciares españoles en 1991». *Eria*, 28, 176-182.
- ARENILLAS, M.; COBOS, G.; NAVARRO, J. (2008): «Los glaciares españoles, evolución reciente y situación actual», en *Datos sobre la nieve y los glaciares en las cordilleras españolas. El programa ERHIN 1984-2008*. Madrid. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 93-168.
- BARONI, C.; CARTON, A.; SEPPI, R. (2004): «Distribution and Behaviour of Rock Glaciers in the Adamello-Presanella Massif (Italian Alps)». *Permafrost and Periglacial Processes*, 15, 243-259.
- BARRÈRE, P. (1952): «Le relief des massifs granitiques du Néouvielle, de Cauterets et de Panticosa». *Revue Géographique Pyrénées Sud-Ouest*, 23, 69-98.
- BARRÈRE, P. (1953): «Équilibre glaciaire actuel et quaternaire dans l'Ouest des Pyrénées centrales». *Revue Géographique Pyrénées Sud-Ouest*, 24 (2), 116-134.
- BARSH, D. (1996): *Rock glaciers. Indicators for the present and former geocology in high mountain environment*. Berlin, Springer Verlag.
- BELMONTE, A. (2014): *Geomorfología del macizo de Cotiella (Pirineo oscense): cartografía, evolución paleoambiental y dinámica actual*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza (inérita).
- BOUVET, P.; CHARVET, R.; RIGUIDEL, A. (2011): *Les glaciers-rocheux dans les Hautes-Alpes : Inventaire, cartographie et risques associés*. Gap. Office National des Forêts, Service de Restauration des Terrains en Montagne des Hautes-Alpes.
- CAMINS, J. (2013): *Los 100 últimos glaciares del sur de Europa*. Igualada, Besa & Keops, S.L.
- CAZENAVE-PIARROT, F.; TIHAY, J.P. (1983): «Eboulis, formations morainiques et glaciers rocheux dans le massif de l' Ardiden (Pyrenees Centrales)» en, *Eboulis et environnement géographique passé et actuel*. Paris, A.G.F., Publ. Centre Géogr. Phys., 121-138.
- CAZENAVE-PIARROT, F. ; TIHAY, J.P. (1986): «Glaciers rocheux dans les Pyrénées Centrales et Occidentales», en *Communication a la Societé Hydrotechnique de France (section Glaciologie)*, Paris.
- CHUECA, J. (1989): «Características de los glaciares rocosos del área meridional del batolito de Panticosa (Pirineo Oscense)». *Geographicalia*, 26, 61-74.

- CHUECA, J. (1991): «Aplicación de métodos de análisis factorial en el establecimiento de una tipología de los glaciares rocosos del Pirineo central oscense». *Cuaternario y Geomorfología*, 5, 27-43.
- CHUECA, J.; JULIÁN, A. (2002): «Los glaciares pirenaicos aragoneses: Estudio de su evolución desde el final de la pequeña edad del hielo hasta la actualidad a través de documentación fotográfica (1880-1990)». *Boletín Glaciológico Aragonés* (número extraordinario).
- CHUECA, J.; JULIÁN, A. (2004): «Determinación de la existencia de permafrost en la Sierra de Telera (Pirineo central español), a partir de sondeos eléctricos verticales y mediciones BTS». *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 99, 65-74.
- DELALOYE, R.; LAMBIEL, C.; REYNARD, E.; LUGON, R. (2003): «Réponse du pergelisol à l'avancée glaciaire du petit âge glaciaire : quelques exemples alpins et pyrénéens». *Environnements périglaciaires*, 10, 46-65.
- ECHELARD, T. (2014): *Contribution à l'étude de la cinématique des glaciers rocheux dans les Alpes françaises par interférométrie radar différentielle (D-InSAR)*. Thèse de Doctorat, Université de Grenoble.
- FEUILLET, T. (2010) : *Les formes périglaciaires dans les Pyrénées Centrales Françaises: Analyse Spatiale, Chronologique et valorisation*. Thèse de Doctorat, Institut de Géographie et d' Aménagement Régional (IGARUN), Université de Nantes.
- GARCÍA-RUIZ, J.M.; MARTÍ BONO, C.E., (2001): *Mapa geomorfológico del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido*. Madrid, Organismo Autónomo de Parques Nacionales (OAPN).
- GARCÍA-RUIZ, J.M.; PALACIOS, D.; DE ANDRÉS, N.; VALERO GARCÉS, B.L.; LÓPEZ MORENO, J.I.; SANJUÁN, Y. (2014): «Holocene and “Little Ice Age” glacial activity in the Marboré Cirque, Monte Perdido Massif, Central Spanish Pyrenees». *The Holocene*, 24(11), 1439-1452.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M.; SERRANO, E.; GONZÁLEZ TRUEBA, J.J. (2012): «Distribución altitudinal de formas periglaciares en la Coma de la Paúl (Macizo de Posets, Pirineos)», en *Avances de la Geomorfología en España 2010-2012, Actas de la XII Reunión Nacional de Geomorfología* (Santander, 17-20 septiembre de 2012). Santander, 617-620.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M.; SERRANO, E.; GONZÁLEZ TRUEBA, J.J. (2014): «Elaboración de un mapa térmico de suelos en la alta montaña de la Maladeta (Pirineo Central) », en *Avances, métodos y técnicas en el estudio del periglacialismo* (GÓMEZ ORTIZ, A., SALVADOR FRANCH, F., OLIVA FRANGANILLO, M. Y SALVÀ CATARINEU, M., Eds.). Barcelona, Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, 277- 285.
- HAMILTON, L. (1988): «The development, age and present status of a rock glacier in the Posets Massif, Spanish Pyrenees». *Pirineos*, 131, 43-56.
- KELLERER-PIRKLBAUER, A.; LIEB, G.K.; KLEINFERCHNER, H. (2012): «A new rock glacier inventory of the Eastern european Alps». *Austrian Journal of Earth Sciences*, 105 (2), 78-93.
- KRAINER, K.; RIBIS, M. (2012): «A rock glacier inventory of the Tyrolean Alps (Austria)». *Austrian Journal of Earth Sciences*, 105 (2), 32-47.

- LAMPRE, F. (1994): «La línea de equilibrio glacial y los suelos helados en el Macizo de la Maladeta (Pirineo aragonés): Evolución desde la Pequeña Edad del Hielo y situación actual», en *El glaciarismo surpirenaico: nuevas aportaciones* (C. MARTÍ BONO Y J.M. GARCÍA RUIZ, Eds.). Logroño, Geoforma Ediciones, 125-142.
- LAMPRE, F. (1998): *Estudio geomorfológico de Ballibierna (Macizo de la Maladeta-Pirineo Aragonés)*. Zaragoza, Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón.
- LILLEROREN, K.; ETZELMÜLLER, B. (2011): «A regional inventory of rock glaciers and ice-cored moraines in Norway». *Geografiska Annaler, Serie A, Physical Geography*, 93, 175-191.
- LIU, J.; MILLAR, C.I.; WESTFALL, R.D.; ZEBKER, H.A. (2013): «Surface motion of active rock glaciers in the Sierra Nevada, California, USA: Inventory and a case study using InSAR». *The Cryosphere*, 7, 1109-1119.
- LUGON, R.; DELALOYÉ, R.; SERRANO, E.; REYNARD, E.; LAMBIEL, C.; GONZÁLEZ TRUEBA, J.J. (2004): «Permafrost and Little Ice Age relationships, Posets massif, Central Pyrenees, Spain». *Permafrost and Periglacial Processes*, 15, 207-220.
- MARTÍ, M.; SERRAT, D. (1990): «Los glaciares rocosos del Pirineo Catalán: Primeros resultados» en, *Actas de la 1ª Reunión Nacional de Geomorfología* (Teruel, 17-20 Septiembre 1990). Teruel, 191-201.
- MARTÍ, M.; SERRAT, D (1995): «Les glaceres rocalloses pirinenques». *Terra, Revista Catalana de Geografia, Cartografia i Ciències de la Terra*, 25, 24-34.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E.; ARENILLAS PARRA, M. (1988): «Los glaciares actuales del Pirineo español», en *La Nieve en el Pirineo Español*. Madrid, MOPU, 29 -98.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. (1989): «Morfología glaciar del Valle de Benasque (Pirineo Aragonés)». *Eria*, 18, 51-64.
- MARTINI, M.A.; STRELIN, J.A.; ASTINI, R.A. (2013): «Inventario y caracterización morfoclimática de los glaciares de roca en la Cordillera Oriental argentina (entre 22° y 25° S)». *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 30 (3), 569-581.
- MONNIER, S. (2006): *Les glaciers-rocheux, objets géographiques. Analyse spatiale multiescalaire et investigations environnementales. Application aux Alpes de Vanoise*. Thèse de Doctorat. Université Paris XII – Val de Marne-École Doctorale SIMME.
- PÉREZ SÁNCHEZ, J.; SALVADOR FRANCH, F.; SALVA CATARINEU, M.; GÓMEZ ORTIZ, A. (2014): «Catalogación de los glaciares rocosos del macizo del Puigmal (Pirineo Oriental). Primeros resultados», en *Avances, métodos y técnicas en el estudio del periglaciarismo* (GÓMEZ ORTIZ, A., SALVADOR FRANCH, F., OLIVA FRANGANILLO, M. Y SALVÀ CATARINEU, M., Eds.). Barcelona, Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, 175-187.
- RANGECROFT, S.; HARRISON, S.; ANDERSON, K.; MAGRATH, J.; CASTEL, A.P.; PACHECO, P. (2014): «A first Rock Glacier Inventory for the Bolivian Andes». *Permafrost and Periglacial Processes*, 25, 333-343.
- SANJOSE, J.J. ; AGUDO, C. ; SERRANO, E. ; SILIO, F. (1992): «Auscultación topográfica y estudio fotogramétrico del glaciar rocoso de las Argualas (Pirineo aragonés): Datos Preliminares», en *Estudios de geomorfología en España. II Reunión Nacional de Geomorfología*, S.E.G. Murcia, 423-431.

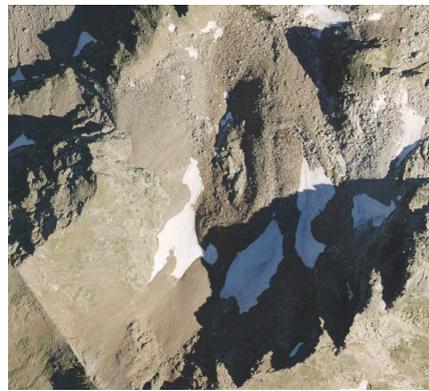
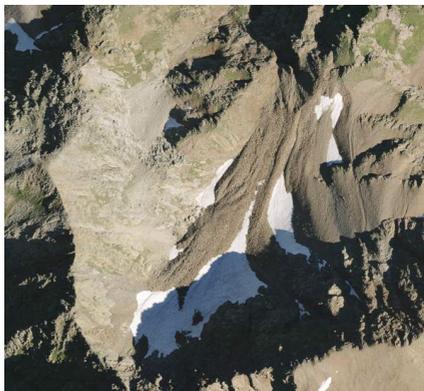
- SCAPOZZA, C. (2008): *Contribution à l'étude géomorphologique et géophysique des environnements périglaciaires des Alpes Tessinoises orientales*. Master of Science in Geography. Faculté des géosciences et de l'environnement. UNIL-Université de Lausanne.
- SCHMID, M.O.; BARAL, P.; GRUBER, S.; SHAHI, S.; SHRESTHA, T.; STUMM, D.; WESTER, P. (2014): «Assessment of permafrost distribution maps in the Hindu Kush-Himalayan region using rock glaciers mapped in Google Earth». *The Cryosphere Discuss.*, 8, 5293-5319.
- SHRADER, F. (1874): *Carte du Mont-Perdu et de la Région Calcaire des Pyrénées*. Expart des Mémoires de la Société des Sciences Physiques et Naturelles de Bordeaux. Bordeaux. Imp. G. Chariol.
- SERRANO, E.; RUBIO, V. (1989): «El glaciar rocoso activo de las Argualas (Pirineo Aragonés)». *Eria*, 19-20, 195-198.
- SERRANO, E.; MARTÍNEZ DE PISÓN, E.; MARTÍNEZ, R.; CANTARINO, I.; NAVARRO, J. (1991): «El glaciar noroccidental del Besiberri (Pirineo de Lérida)». *Pirineos*, 137, 95-109.
- SERRANO, E.; AGUDO, C. (1998): «Los glaciares rocosos de los Pirineos. Implicaciones ambientales» en, *Procesos biofísicos actuales en medios fríos. Estudios recientes* (GÓMEZ ORTÍZ, A., SALVADOR FRANCH, F., SHULTE, L., GARCÍA NAVARRO, A., Eds.). Barcelona, Universitat de Barcelona, 133-154.
- SERRANO, E.; AGUDO, C.; MARTÍNEZ DE PISÓN, E. (1999): «Rock glaciers in the Pyrenees». *Permafrost and Periglacial Processes*, 10, 101-106.
- SERRANO, E.; AGUDO, C.; GONZÁLEZ TRUEBA, J.J. (2001): «El dominio de la alta montaña periglacial en el macizo de Posets (Pirineo Aragonés)» en, *Periglaciario en montaña y altas latitudes. IPA-España*. Valladolid, Universidad de Valladolid, 163-184.
- SERRANO, E.; AGUDO, C. (2004): «Glaciares rocosos y deglaciación en la alta montaña de los Pirineos aragoneses (España)». *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 99, 159-172.
- SERRANO, E.; MORALES, C.; GONZÁLEZ TRUEBA, J.J.; MARTÍN, R. (2009): «Cartografía del permafrost de montaña en los Pirineos españoles». *Finisterra*, XLIV, 87,45-54.
- SERRANO, E.; GONZÁLEZ TRUEBA, J.J.; SANJOSÉ, J.J. (2011): «Dinámica, evolución y estructura de los glaciares rocosos de los Pirineos». *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 37, 145-170.
- SERRANO, E. (2014): «Glaciares rocosos. Controversias y certidumbres», en *Avances, métodos y técnicas en el estudio del periglaciario* (GÓMEZ ORTÍZ, A., SALVADOR FRANCH, F., OLIVA FRANGANILLO, M. Y SALVÀ CATARINEU, M., Eds.). Barcelona, Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, 115-134.
- SOLÉ SABARÍS, L. (1951): *Los Pirineos. El medio y el hombre*. Barcelona, Ed. Martín.

**Figura 1.** *Glaciar rocoso de Contraix-Coll de Serradé (64) en el macizo de Punta Alta-Colomers: a) ortofoto infrarrojo color (superior izquierda); b) Detalle del frente (superior derecha); c) Vista general de contexto (inferior)*



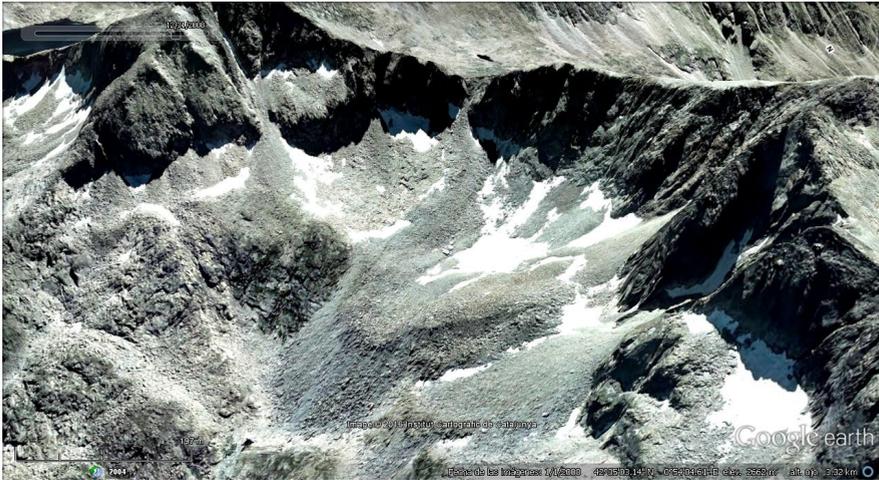
FUENTE: Imagen cenital de Vissir3-ICGC (superior izquierda) y fotografías del autor (Josep Ventura)

**Figura 2.** a) Vista 3D de la cabecera del Circo de Clarabide (Val Louron). De izquierda a derecha los glaciares rocosos de Pico de la Madera (34), Pic d' Aygues Tortes (33) y Pic Aygues Cluses (superior); b) Detalle del glaciar rocoso del Pic d' Aygues Cluses (inferior izquierda); c) Detalle del glaciar rocoso del Pico de la Madera (inferior derecha)



FUENTE: Imagen 3D de Google Earth (superior) y vistas cenitales de Géoportail (inferior)

**Figura 3.** a) Vista 3D (arriba) del glaciar rocoso de Comalesbienes (61); b) Vista 3D (abajo) del glaciar rocoso de Comalespales- Coll de Colieto (63). Ambos situados en el macizo de Punta Alta-Colomèrs



FUENTE: Imágenes 3D de Google Earth (superior e inferior)

**Figura 4.** a) Detalle del Circo de Broate (macizo de la Pica d' Estats) donde se sitúan varios glaciares rocosos iniciales (70 y 71). El pequeño aparato situado en una posición central debido a sus reducidas dimensiones no se ha incluido en el nuevo inventario; b) Abajo a la izquierda, frente del glaciar rocoso de Broate W (70); c) Abajo a la derecha, frente del glaciar rocoso del Pic de Gerri (74) en el macizo de Monteixo-Medacorba



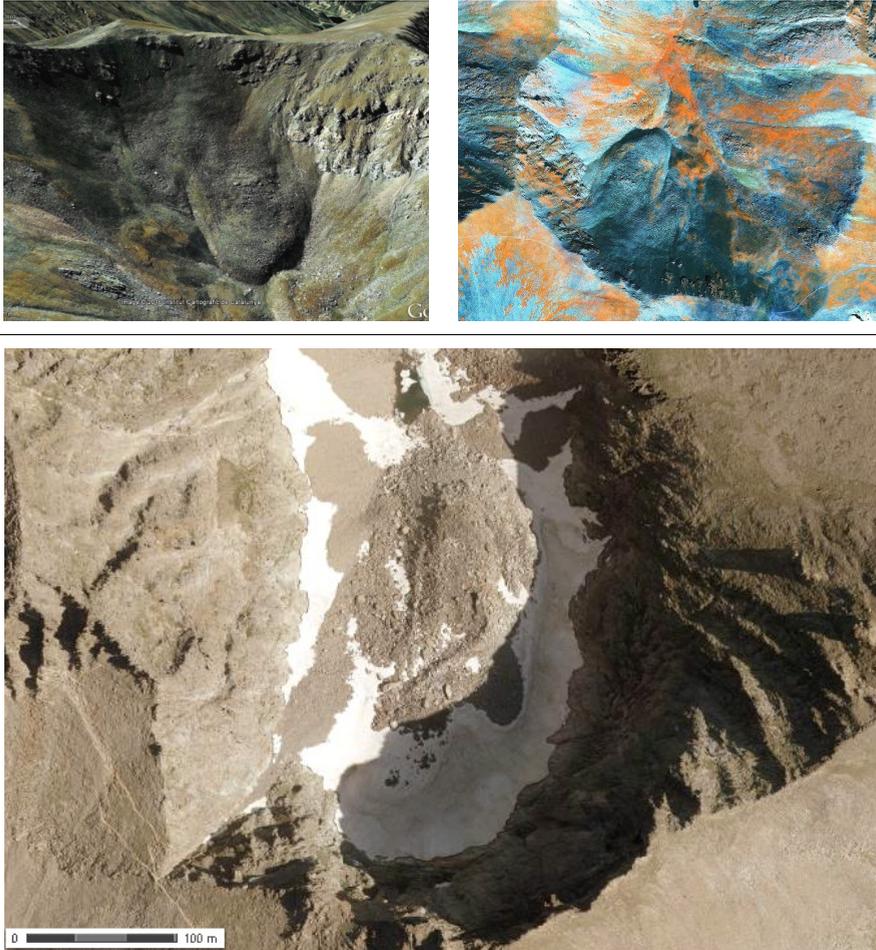
FUENTE: Imagen cenital de Vissir3-ICGC (superior) y fotografías del autor (Josep Ventura)

**Figura 5.** a) Imagen superior, vista 3D del glaciar rocoso del Collado de Astazú-Marboré (16) en el macizo de Monte Perdido; b) Imagen inferior, vista 3D de los glaciares rocosos de Pico de Alba-2 (44) a la izquierda y de Pico de Alba-Cregüña (46) a la derecha (macizo de la Maladeta).



FUENTE: Imagen 3D de Google Earth (superior) e imagen 3D de Sitar Aragón3D (inferior)

**Figura 6.** a) Superior izquierda, vista 3D del glaciar rocoso del Pic de la Fossa de Gegant (84) en el macizo de Puigmal-Carancà ; b) Superior derecha, ortofoto infrarrojo color del mismo glaciar rocoso (84); Imagen inferior, vista vertical del glaciar rocoso de la Pica del Canigó-Barbet (87)



FUENTE: Imagen 3D de Google Earth (superior izquierda); vista cenital de Vissir3-ICGC (superior derecha) y vista cenital de Géoportail (inferior)

**Tabla 5.** Inventario de glaciares rocosos activos y potencialmente activos en los Pirineos (2016)

SITUACION GENERAL			MORFOMETRIA													CLASIFICACION													
Nº	Nombre del Glaciar Rocoso (GR)	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z		
1	Pico Anonimo - Batallus	42° 49' 48" N - 00° 17' 22" W	2.884	3.057	173	SE	123	78	1.58	8.510	Lobullo protalud	Pl-1																	
2	Grande Fachre	42° 48' 43" N - 00° 14' 08" W	2.655	2.575	3.005	350	N	167	117	1.43	16.790	Lengua	Pl-2																
3	Cambalés (Cambalés N)	42° 49' 43" N - 00° 14' 26" W	2.700	2.584	2.965	265	NE	460	205	2.24	82.958	Compuesto	Pl-3																
4	Pene d' Aragon (Cimbalés)	42° 49' 25" N - 00° 13' 51" W	2.700	2.553	2.947	247	NE	794	256	3.10	150.748	Lengua	Ggd-1																
5	Punta Zarra	42° 48' 02" N - 00° 14' 59" W	2.702	2.670	2.944	242	N	150	120	1.25	11.718	Lengua	Ggd-1																
6	Cérez	42° 46' 03" N - 00° 16' 28" W	2.745	2.702	2.911	186	N	123	81	1.52	9.381	Lengua	Pl-2																
7	Agualas	42° 46' 33" N - 00° 16' 23" W	2.730	2.590	3.032	302	NW	508	250	2.03	92.896	Lengua	Pl-3																
8	Tendñera	42° 41' 01" N - 00° 12' 08" W	2.483	2.447	2.845	362	N	136	110	1.24	11.700	Lengua	Ggd-1																
9	Clot de la Hount (morrena frontal)	42° 46' 40" N - 00° 09' 03" W	2.921	2.879	3.299	378	NW	148	115	1.29	12.209	Lobullo	Ggd-2																
10	Crête de la Hourquète	42° 47' 02" N - 00° 07' 55" W	2.709	2.633	2.847	138	N	153	120	1.28	15.843	Lobullo	Pl-2																
11	Pic d' Arctiden - Lac Grand	42° 50' 32" N - 00° 03' 56" W	2.720	2.450	2.988	268	N	780	225	3.47	135.500	Lengua	Ggd-1																
12	Bastampe	42° 49' 33" N - 00° 02' 50" W	2.661	2.544	2.931	270	NE	467	165	2.83	64.234	Lengua	Ggd-1																
13	Mah Arroy (Estom)	42° 47' 03" N - 00° 04' 35" W	2.791	2.746	2.965	174	NW	125	100	1.25	8.698	Lengua	Pl-2																
14	Pico Blanco	42° 41' 14" N - 00° 03' 16" W	2.757	2.704	2.916	159	NW	45	116	0.39	3.250	Lobullo protalud	Pl-1																
15	Cilindro de Marboré (Góiz)	42° 41' 17" N - 00° 01' 07" E	3.075	3.025	3.325	250	W	262	125	2.10	25.737	Lengua	Ggd-1																
16	Collado de Astazú (Marboré)	42° 41' 54" N - 00° 01' 19" E	2.810	2.774	3.251	441	NE	131	224	0.58	24.450	Lobullo	Ggd-2																
17	Campbell	42° 47' 38" N - 00° 06' 52" E	3.025	2.922	3.173	148	NW	216	130	1.66	24.639	Lengua	Pl-2																
18	Mechant	42° 48' 18" N - 00° 09' 27" E	2.647	2.544	2.944	297	N	160	120	1.33	15.175	Lobullo	Ggd-1																
19	Campbell - Arête de Lentilla	42° 47' 06" N - 00° 06' 41" E	2.773	2.730	3.044	271	W	100	95	1.05	7.528	Lobullo	Pl-2																
20	Bugarret - Lac Tourrat	42° 48' 13" N - 00° 05' 38" E	2.925	2.834	3.031	106	NE	193	115	1.68	20.347	Lengua	Ggd-2																
21	Pic Badet	42° 47' 47" N - 00° 06' 35" E	2.914	2.875	3.160	246	E	152	76	2.00	12.175	Lengua	Pl-2																
22	Bèche Chausenque - Lacs Verts	42° 50' 36" N - 00° 06' 43" E	2.652	2.590	2.973	321	NW	180	270	0.67	24.107	Lobullo	Pl-2																
23	Guerreys	42° 47' 54" N - 00° 20' 28" E	2.673	2.577	2.975	302	NW	353	148	2.39	40.235	Lengua	Pl-3																
24	Loustou	42° 44' 06" N - 00° 21' 23" E	2.800	2.769	3.023	273	W	80	119	0.67	8.200	Lobullo	Pl-2																
25	Gran Bachimala	42° 42' 12" N - 00° 23' 14" E	2.806	2.660	3.176	370	NW	262	96	2.73	16.492	Lengua	Pl-2																
26	Collita (Armenia)	42° 30' 58" N - 00° 19' 28" E	2.566	2.494	2.912	346	NE	155	68	2.28	10.888	Lengua	Pl-2																
27	Pico Forqueta - Baqueña (Eriste)	42° 37' 50" N - 00° 25' 24" E	2.767	2.722	3.008	241	SW	175	226	0.77	26.710	Compuesto	Pl-3																
28	Tuca de Silerets	42° 37' 15" N - 00° 26' 34" E	2.620	2.572	3.000	180	E	302	126	1.03	13.870	Lobullo protalud	Pl-1																
29	Posets	42° 39' 34" N - 00° 26' 50" E	3.060	2.965	3.375	315	E	302	162	1.86	34.143	Lengua	Ggd-2																

a, Coordenadas del frente del GR (lectura en Google Earth); b, Altitud raíz /rooting (m); c, Altitud del frente-base (m); d, Altitud max. cumbre (m); e, Dif. Altura cumbre-raíz (m); f, Orientación general; g, Longitud max. (m); h, Anchura max. (m); i, Índice de elongación (L/A); j, Superficie (m<sup>2</sup>); k, Clasificación morfológica; l, Clasificación genética / Tipología

Tabla 5. (cont.)

Nº	SITUACIÓN GENERAL		MORFOMETRÍA													CLASIFICACIÓN	
	Nombre del Glaciar Rocosó (GR)	Macizo	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	k	l	
30	La Paul	Posets	42° 39' 50" N - 00° 26' 40" E	2.930	2.784	3.375	445	N	384	86	4.47	31.060	Lengua	Ggd-2			
31	Gemeiols	Posets	42° 40' 14" N - 00° 26' 19" E	2.910	2.816	3.125	215	N	287	155	1.85	45.920	Lengua	Ggd-1			
32	Pic d' Aiguës Cluses	Perdigueró-G. Blancs	42° 41' 38" N - 00° 25' 30" E	2.715	2.681	2.873	158	NE	331	110	3.01	32.123	Lengua	Pl-3			
33	Pic d' Aiguës Tortes	Perdigueró-G. Blancs	42° 41' 33" N - 00° 25' 51" E	2.650	2.682	2.873	223	N	172	85	2.02	10.733	Lengua	Pl-2			
34	Pico de la Madera	Perdigueró-G. Blancs	42° 41' 37" N - 00° 26' 17" E	2.678	2.573	2.843	165	N	230	115	2.00	25.525	Lengua	Pl-3			
35	Pic Hourcade (superior)	Perdigueró-G. Blancs	42° 44' 08" N - 00° 26' 50" E	2.863	2.799	2.924	101	NW	119	80	1.49	8.000	Lóbulo prolatud	Pl-1			
36	Pic des Isclats	Perdigueró-G. Blancs	42° 43' 23" N - 00° 27' 55" E	2.760	2.722	2.924	164	N	137	56	2.45	6.159	Lóbulo prolatud	Pl-1			
37	Perdigueró - Cd. Sup. Lliterola	Perdigueró-G. Blancs	42° 41' 41" N - 00° 30' 47" E	2.930	2.860	3.222	292	W	290	107	2.71	26.115	Lengua	Ggd-1			
38	Pic de Crabiulles	Perdigueró-G. Blancs	42° 42' 24" N - 00° 31' 50" E	2.652	2.595	3.107	455	N	159	73	2.18	8.993	Lengua	Ggd-2			
39	Pic Foulhouse (Est)	Perdigueró-G. Blancs	42° 41' 49" N - 00° 34' 55" E	2.670	2.608	2.800	130	NE	192	80	2.40	10.660	Lengua	Pl-2			
40	Tussa de Maupas	Perdigueró-G. Blancs	42° 41' 54" N - 00° 32' 10" E	2.935	2.895	3.038	103	SW	135	92	1.47	13.420	Lengua	Ggd-2			
41	Pico de Remunés	Perdigueró-G. Blancs	42° 41' 21" N - 00° 33' 08" E	2.607	2.543	2.886	279	N	279	332	0.84	61.680	Lóbulo	Ggd-1			
42	Pico de Alba - 1	Maladeta	42° 39' 31" N - 00° 37' 07" E	3.040	2.915	3.112	72	NW	260	130	2.00	23.320	Lengua	Pl-2			
43	Maladeta Occd. - 1	Maladeta	42° 39' 28" N - 00° 37' 40" E	2.990	2.910	3.110	160	N	287	80	3.59	21.530	Lengua	Pl-2			
44	Pico de Alba - 2	Maladeta	42° 39' 26" N - 00° 36' 43" E	2.723	2.633	3.112	389	NW	337	164	2.05	54.930	Lengua	Pl-3			
45	Maladeta Occd. - 2 (Punta Delmáis)	Maladeta	42° 39' 32" N - 00° 37' 51" E	2.911	2.830	3.187	276	N	150	115	1.30	13.730	Lóbulo prolatud	Pl-1			
46	Pico de Alba - Crequeüeta	Maladeta	42° 39' 11" N - 00° 36' 51" E	2.925	2.622	3.121	196	SW	680	135	5.04	83.660	Compuesto	Ggd-1			
47	Estatats - Crequeüeta	Maladeta	42° 38' 14" N - 00° 36' 39" E	2.766	2.715	2.994	228	N	145	98	1.48	12.620	Lóbulo prolatud	Pl-1			
48	Aragüells - Valhibierna	Maladeta	42° 37' 48" N - 00° 36' 57" E	2.755	2.705	2.955	200	SW	80	358	0.22	9.817	Lóbulo prolatud	Pl-1			
49	Aragüells - Coronas	Maladeta	42° 37' 55" N - 00° 37' 57" E	2.864	2.828	3.048	184	S	131	45	2.91	5.525	Lóbulo prolatud	Pl-1			
50	Pic Argarot - Cresta de Llosàs	Maladeta	42° 37' 10" N - 00° 38' 55" E	2.916	2.829	3.045	129	S	183	101	1.81	17.090	Lóbulo prolatud	Pl-1			
51	Rusell Sur (Llosàs)	Maladeta	42° 37' 10" N - 00° 40' 11" E	2.981	2.943	3.206	225	SW	81	178	0.46	12.350	Lóbulo	Ggd-1			
52	Pic de Salenques (Barrancs)	Maladeta	42° 38' 05" N - 00° 40' 55" E	2.750	2.636	2.932	182	N	275	180	1.53	40.260	Lengua	Ggd-2			
53	Cresta del Felxant	Maladeta	42° 37' 17" N - 00° 43' 09" E	2.684	2.628	2.873	189	NE	103	75	1.37	7.227	Lóbulo prolatud	Pl-1			
54	Besiberri (N)	Besiberri-Montardo	42° 36' 34" N - 00° 49' 44" E	2.745	2.593	3.008	263	N	330	443	0.74	108.613	Compuesto	Pl-3			
55	Besiberri (NW)	Besiberri-Montardo	42° 36' 04" N - 00° 49' 14" E	2.780	2.545	3.023	243	NW	740	225	3.29	131.380	Lengua	Ggd-1			
56	Comatoforno	Besiberri-Montardo	42° 35' 36" N - 00° 49' 48" E	2.900	2.845	3.029	129	NE	117	87	1.34	10.084	Lengua	Ggd-2			
57	Punta Harlé-1	Besiberri-Montardo	42° 36' 45" N - 00° 50' 19" E	2.700	2.578	2.885	185	NW	328	106	3.09	28.195	Lengua	Pl-3			
58	Punta Harlé-2	Besiberri-Montardo	42° 36' 49" N - 00° 50' 26" E	2.687	2.584	2.885	198	NW	253	80	3.16	22.731	Lengua	Pl-2			

a, Coordenadas del frente del GR (lectura en Google Earth); b, Altiud raíz /rooting (m); c, Altiud del frente-base (m); d, Altiud max. cumbre (m); e, Dif. Altura cumbre-raíz (m); f, Orientación general; g, Longitud max. (m); h, Anchura max. (m); i, Índice de elongación (L/A); j, Superficie (m<sup>2</sup>); k, Clasificación morfológica; l, Clasificación genética / Tipología

Tabla 5. (cont.)

Nº	SITUACION GENERAL		MORFOMETRIA													CLASIFICACION	
	Nombre del Glaciar Rocoso (GR)	Macizo	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l			
59	Montardo	Besiberri-Montardo	42° 38' 09" N - 00° 52' 29" E	2.650	2.605	2.833	183	N	110	118	0,93	10.838	lobulo prolatud	Pt-1			
60	Pic de la Tallada Llarga	Besiberri-Montardo	42° 36' 40" N - 00° 54' 31" E	2.585	2.525	2.750	165	N	184	146	1,26	23.788	Lengua	Pt-2			
61	Comasheñes	Punta Alta-Colomers	42° 34' 40" N - 00° 53' 14" E	2.795	2.645	2.983	188	NW	308	413	0,75	91.377	Compuesto	Pt-3			
62	Punta Alta (NE)	Punta Alta-Colomers	42° 35' 20" N - 00° 53' 09" E	2.850	2.755	3.014	164	NE	195	130	1,50	24.020	Lengua	Pt-2			
63	Comaspales-Coll de Colletó	Punta Alta-Colomers	42° 35' 14" N - 00° 54' 05" E	2.700	2.544	2.970	270	N	401	280	1,43	85.706	lobulo	Ggd-1			
64	Contraix - Coll de Serradé	Punta Alta-Colomers	42° 35' 07" N - 00° 54' 52" E	2.700	2.625	2.958	258	NE	240	139	1,73	28.516	Lengua	Pt-3			
65	Contraix (Colletó)	Punta Alta-Colomers	42° 35' 25" N - 00° 54' 29" E	2.735	2.682	2.958	223	N	138	86	1,60	9.921	lobulo prolatud	Pt-1			
66	Gran Tuc de Colomers (NE)	Punta Alta-Colomers	42° 35' 37" N - 00° 56' 25" E	2.730	2.635	2.933	203	NE	185	243	0,76	38.152	lobulo	Pt-3			
67	Gran Tuc de Colomers (N)	Punta Alta-Colomers	42° 35' 33" N - 00° 56' 39" E	2.680	2.600	2.933	253	N	200	161	1,24	22.902	lobulo	Pt-2			
68	Pic de Bassiero (Gerber)	Punta Alta-Colomers	42° 36' 41" N - 00° 59' 43" E	2.580	2.537	2.903	323	N	171	109	1,57	15.495	Lengua	Pt-2			
69	Pic de Montabone	Cerlescan	42° 43' 11" N - 01° 16' 23" E	2.700	2.640	2.795	95	NW	111	100	1,11	10.113	lobulo prolatud	Pt-1			
70	Col de Broate (W)	Pica d' Estiats	42° 40' 11" N - 01° 23' 35" E	2.715	2.668	2.893	178	NW	110	85	1,29	7.661	lobulo prolatud	Pt-1			
71	Col de Broate (Est)	Pica d' Estiats	42° 40' 11" N - 01° 23' 02" E	2.830	2.790	3.072	242	NW	76	110	0,69	6.936	lobulo prolatud	Pt-1			
72	Coll dels Guins del' Ase	Pica d' Estiats	42° 40' 31" N - 01° 23' 13" E	2.745	2.679	3.058	313	NW	130	80	1,63	7.560	Lengua	Ggd-2			
73	Pic de Canabona	Pica d' Estiats	42° 39' 29" N - 01° 24' 26" E	2.851	2.811	2.964	113	N	95	117	0,81	8.143	lobulo prolatud	Pt-1			
74	Pic de Gerri	Monteixó-Medacorba	42° 36' 05" N - 01° 23' 36" E	2.606	2.550	2.899	253	N	127	113	1,12	11.902	lobulo prolatud	Pt-1			
75	Pic de Santons	Monteixó-Medacorba	42° 35' 27" N - 01° 25' 53" E	2.795	2.710	2.885	90	N	156	180	0,87	14.722	lobulo prolatud	Pt-1			
76	Pic de Racofred	Monteixó-Medacorba	42° 36' 24" N - 01° 26' 59" E	2.676	2.605	2.837	161	N	265	126	2,10	26.027	Lengua	Pt-3			
77	Pic de Lavans	Monteixó-Medacorba	42° 36' 37" N - 01° 26' 04" E	2.658	2.568	2.892	234	N	297	145	2,05	28.288	Lengua	Pt-3			
78	Roca Entravessada	Monteixó-Medacorba	42° 36' 06" N - 01° 26' 51" E	2.690	2.643	2.928	238	NE	101	102	0,99	6.627	lobulo prolatud	Pt-1			
79	Aspres de la Serrera (Sorteny)	Estanyó-Andorra	42° 36' 55" N - 01° 36' 02" E	2.610	2.549	2.863	263	NW	90	180	0,50	9.597	lobulo prolatud	Pt-1			
80	Pic de la Cabaneta NW (Sorteny)	Estanyó-Andorra	42° 36' 58" N - 01° 36' 17" E	2.662	2.621	2.863	201	NW	46	148	0,31	5.713	lobulo prolatud	Pt-1			
81	Pic de la Cabaneta N (Ransol)	Estanyó-Andorra	42° 37' 00" N - 01° 36' 28" E	2.655	2.578	2.863	208	N	140	46	3,04	5.735	lobulo prolatud	Pt-1			
82	Pic de la Cabaneta NE (Ransol)	Estanyó-Andorra	42° 36' 50" N - 01° 36' 47" E	2.596	2.538	2.863	267	N	137	97	1,41	7.237	lobulo prolatud	Pt-1			
83	Pic Carlit - Castel Izard-1	Carlit	42° 34' 30" N - 01° 56' 04" E	2.673	2.610	2.921	248	N	197	166	1,19	20.736	Lengua	Pt-2			
84	Pic de la Fossa de Gegant	Puigmal - Carançà	42° 25' 14" N - 02° 11' 14" E	2.710	2.631	2.808	98	NE	189	185	1,02	22.804	lobulo	Pt-2			
85	Pic Superior de la Vaca	Puigmal - Carançà	42° 25' 11" N - 02° 12' 06" E	2.680	2.580	2.826	146	N	209	148	1,41	23.214	Lengua	Pt-2			
86	Pic dels Gorgs	Puigmal - Carançà	42° 25' 18" N - 02° 12' 32" E	2.650	2.591	2.834	184	NW	113	60	1,88	5.648	lobulo prolatud	Pt-1			
87	Pica del Canigó (Barbet)	Canigó	42° 31' 11" N - 02° 27' 36" E	2.525	2.440	2.784	259	N	231	101	2,31	20.470	Lengua	Ggd-1			

a, Coordenadas del frente del GR (lectura en Google Earth); b, Altitud raiz /rooting (m); c, Altitud del frente-base (m); d, Altitud max. cumbre (m); e, Dif. Altura cumbre-raiz (m); f, Orientación general; g, Longitud max. (m); h, Anchura max. (m); i, Índice de elongación (L/A); j, Superficie (m<sup>2</sup>); k, Clasificación morfológica; l, Clasificación genética / Tipología