

El glaciario Pleistoceno de la Sierra de Béjar (Gredos occidental, Salamanca, España): nuevos datos para precisar su extensión y evolución

Pleistocene glaciations in the *Sierra de Béjar* (western Gredos range, Salamanca, Spain): new data about its maximum extension and glacier evolution

Rosa M. Carrasco¹, Javier de Pedraza², David Domínguez-Villar² y José Muñoz-Rojas¹

1. Dpto. de Ingeniería Geológica y Minera, Facultad de Ciencias del Medio Ambiente, Universidad de Castilla-La Mancha, Avda. Carlos III, s/n, 45071, Toledo. 2. Dpto. de Geodinámica, Facultad de Geología, Universidad Complutense de Madrid, C/ José Antonio Nováis, nº 2, Ciudad Universitaria. 28040, Madrid.

PALABRAS CLAVE: Morfología glaciario, *Vallum* morrénico, Variaciones glaciares, Sierra de Béjar, Sistema Central Español.

KEY WORDS: Glacial Morphology, Morrenic *vallum*, Glacial oscillations, Béjar Mountains, Spanish Central System.

RESUMEN

En este trabajo se aportan nuevos datos sobre los depósitos de *till* correspondientes a tres valles de origen glaciario de la Sierra de Béjar. Dado que esos depósitos se localizan fuera de lo que hasta el momento se ha considerado como dominio glaciario, su interés es primordial ya que permiten precisar el esquema de la secuencia evolutiva de los hielos en estas montañas. Dicho esquema, que es el objetivo principal de este trabajo, se integra en un modelo interpretativo del glaciario en estas áreas, cuyos pilares básicos son la existencia de monteras de hielo (*ice cap* and *ice field*) y de una etapa de máxima extensión de los glaciares previa a la de su máxima estabilización.

En lo relativo a las monteras de hielo, las aportaciones previas a partir de los datos obtenidos en diversos sectores de las sierras de Béjar, La Nava y Gredos Central han demostrado claramente su presencia. Por ello aquí nos limitaremos a integrar en el esquema evolutivo la nueva tipología de glaciares junto a los tradicionalmente descritos en estas montañas, es decir, los de circo, ladera y valle.

Por lo que respecta al nuevo límite de la máxima extensión de los hielos, se determina mediante los depósitos de *till* localizados fuera del dominio glaciario definido por la morrena de mayor desarrollo; dicha morrena es la que tradicionalmente ha sido considerada en el conjunto de la Sierra de Gredos como la principal (representa la etapa de máxima estabilización de los glaciares) y la más externa (representa la máxima extensión de los hielos). Este nuevo límite, considerado inicialmente como un hecho excepcional y aislado (sólo se había citado en el antiguo valle glaciario de la Garganta de la Serrá), es validado en el presente trabajo con los datos obtenidos en los antiguos valles glaciares del Arroyo de Culebrón, del Endrinal y de Cuerpo de Hombre.

ABSTRACT

On this work there are provided new data regarding the *till* deposits corresponding three valleys of glacier-related origin at the Sierra de Béjar. Given that these deposits are located out of what up to the moment has been considered as a glacier dominium, their interest is essential as they permit set the sketch of the evolutionary sequence of ice on these mountains. Such a schedule, which is itself the main aim of this work, is integrated on an interpretative model that of glacier history and evolution on these areas, which main pillars are the existence of both ice caps and ice fields, as well as a stage of maximum extension of glaciers previous to his maximum balance.

On relation to the ice caps, the previous statements regarding the data obtained on diverse sectors of the Béjar, Nava and Gredos ranges have clearly demonstrated their presence. Therefore, we will just need to integrate on the evolutionary sketch the new type of glaciers to those traditionally described on the mountains, that is, the circus, slopes and valley ones.

On respect to the new limit of the maximum ice extension, there is determined through the *till* deposits located out of the glacier dominium defined by the best developed moraine; such moraine is the one that traditionally has been considered o the whole of the Sierra de Gredos as the main one (representing the maximum ice extension). This sketches, initially considered as an exceptional and isolated fact (only quoted on the ancient glacier valley of the Serrá Gorge), is validated on the present work through the data obtained on the valleys of ancient glacier of the Culebrón, Endrinal and Cuerpo de Hombre.

1. INTRODUCCIÓN

Aunque los trabajos de síntesis sobre la morfología glaciario del Sistema Central Español son escasos (ver al respecto: PEDRAZA & CARRASCO, 2005), a partir de ellos y de las aportaciones sectoriales es posible obtener una visión general de

la incidencia del glaciario en el modelado de estas áreas montañosas. Sin embargo, éste es un tema que no puede considerarse aún resuelto, ya que en las investigaciones de detalle siguen apareciendo datos que permiten completar o rectificar los modelos e interpretaciones previas. El trabajo que presentamos aquí se sitúa en esa línea de

nuevas aportaciones y contribuye a mejorar y precisar el modelo evolutivo de los fenómenos glaciares en la Sierra de Béjar y, por extensión, en el resto del Sistema Central.

Uno de los fundamentos para mantener y profundizar en esta línea de trabajos ya clásicos, se debe a que la secuencia evolutiva de los procesos glaciares en el Sistema Central tradicionalmente se ha basado en los datos geomorfológicos (geometría y disposición de los modelados y de las formaciones superficiales debidas a los fenómenos glaciares) y la asignación de cronologías relativas. Esto es así, por cuanto los depósitos debidos al glaciario que modeló estas montañas presentan notables limitaciones para elaborar secuencias sedimentarias referenciales y proceder a su datación. Ciertamente se trata de *tills* detríticos en los que predomina el material grueso o muy grueso y sin niveles ricos en materia orgánica; tampoco hay grandes complejos fluvio-glaciares ni secuencias de sedimentos finos propios de lagunas de obturación, que suelen ser los más adecuados para los estudios sedimentológicos, palinológicos y las dataciones con ^{14}C (FERNÁNDEZ, 1976; PEDRAZA & FERNÁNDEZ, 1981 a y b; ACASO, 1983; RUBIO, 1984, 1990; RUBIO *et al.*, 1992; CARRASCO & PEDRAZA, 1995; CARRASCO, 1997, 1999; RUIZ ZAPATA *et al.*, 1988, 1989, 1996).

En lo relativo al uso de otras técnicas de datación absoluta, hasta el momento únicamente pueden referirse dos trabajos: uno de VIEIRA *et al.* (2001) en Serra da Estrela aplicando termoluminiscencia, el otro de PALACIOS *et al.* (2007) en las sierras de Gredos y Guadarrama aplicando nucleidos cosmogénicos. De acuerdo con las dataciones obtenidas, en ambos casos se incluye todo este glaciario dentro del “Último Ciclo Glaciar”, no encontrando restos de ciclos previos en las zonas (valles) muestreadas. Sin embargo, no coinciden en la asignación del “Último Máximo Glaciar”; en Serra da Estrela resulta una edad de unos 30.000 años BP y en Gredos y Guadarrama de unos 21.000 años BP; este tipo de discrepancias se han planteado también en otras montañas peninsulares (JIMÉNEZ SÁNCHEZ & FARIAS ARQUER, 2002; GARCÍA RUIZ *et al.*, 2003; GONZÁLEZ SAMPERIZ *et al.*, 2006; PALLÁS *et al.*, 2006).

Dado que son numerosos los trabajos que detectan posibles diacronías en la secuencia de los procesos climáticos y oceánicos según la latitud y, concretamente, entre las regiones mediterráneas y las de latitudes más septentrionales (MORENO *et al.*, 2005; FLORINETH & SCHLÜCHTER, 2000; HUGHES *et al.*, 2006), es importante garantizar que esas discrepancias en la asignación de

cronologías a un determinado evento no son debidas a defectos en la aplicación de las técnicas de datación absoluta.

En definitiva y para progresar en el conocimiento de la edad del glaciario del Sistema Central, es necesario estructurar adecuadamente los trabajos de datación al objeto de precisar a qué evento evolutivo corresponde cada una de las asignaciones cronológicas. Esta labor exige conocer con exactitud la morfología de las áreas glaciarias y sus etapas evolutivas lo cual, como ya se indicó inicialmente, es el objetivo de la presente aportación.

2. DESARROLLO Y ESTADO ACTUAL DE LAS INTERPRETACIONES CRONO-EVOLUTIVAS DEL GLACIARIO DEL SISTEMA CENTRAL

El glaciario del Sistema Central inicialmente se correlacionó con la secuencia de etapas frías en los Alpes y, de acuerdo con las ideas dominantes en ese momento, se definió una glaciación *Riss* y otra *Würm*. Esta interpretación se basó en la presencia de dos complejos morrénicos identificados en algunos macizos glaciarios (HUGUET DEL VILLAR, 1915, 1917; OBERMAIER & CARANDELL, 1916; VIDAL BOX, 1929, 1932, 1936, 1948; entre otros).

Considerando el grado de conservación de la morfología original, la escasa alteración meteorológica de los *tills* y su correlación con secuencias fluviales y fluvio-glaciares, FRÄNZLE (1959) y BUTZER & FRÄNZLE (1959) asignaron a todo el glaciario del Sistema Central una edad equivalente a la del *Würm*, es decir Pleistoceno superior.

Una tercera etapa en la progresión de estos conocimientos corresponde a la aplicación de las ideas más modernas en lo relativo a la evolución de los fenómenos glaciares en el mundo y, concretamente, en el hemisferio norte (ver por ejemplo: SUGDEN & JOHN, 1976). A partir de las cartografías de detalle realizadas en la Sierra de Gredos, pudieron separarse los complejos morrénicos internos y externos y sus correspondientes crestas de estabilización. Asumiendo la cronología propuesta por BUTZER & FRÄNZLE (op. cit.) y FRÄNZLE (op. cit.) de una única “fase glaciar” (equivalente a la *Würm* alpina), se precisó la secuencia evolutiva introduciendo dos “estadales o subetapas” (denominadas A y B) (PEDRAZA & LÓPEZ, 1980; PEDRAZA & FERNÁNDEZ, 1981a y b).

Siguiendo este mismo esquema e incorporando los datos aportados por el estudio de las diferentes tipologías de *tills* presentes en la Sierra de Gredos, RUBIO (1990) y RUBIO *et al.* (1992)

establecen una secuencia evolutiva basada en tres etapas mayores: un “máximo glaciario” al que sigue un retroceso limitado, un “reavance” que no llega a sobrepasar el máximo en ningún caso, y finalmente, un “retroceso” rápido y generalizado.

La cuarta y última etapa de las interpretaciones sobre el desarrollo glaciario en estas montañas modifica sustancialmente las previas, tanto en lo referente al tipo de glaciario como a la secuencia evolutiva. Por lo que respecta al tipo de glaciario y teniendo en cuenta los signos encontrados en las cimas de las sierras de Béjar y de La Nava, se describe por vez primera en estas sierras un glaciario de “montera” (*ice cap* e *ice field*) (CARRASCO & PEDRAZA, 1995); recientemente este tipo de glaciario también se ha citado en otros sectores de la Sierra de Gredos (ACASO *et al.*, 2007). En lo relativo a la secuencia evolutiva, en las investigaciones realizadas en la Sierra de la Nava (sector centro-occidental de Gredos) y concretamente en la garganta de la Serrá, se identificaron depósitos de *till* que desbordan el dominio del *vallum* morrénico de mayor desarrollo (CARRASCO, 1997, 1999), que era el indicador morfológico utilizado hasta entonces para establecer la máxima extensión del glaciario en estas áreas, por lo que debe introducirse una nueva etapa para explicar el desarrollo de los hielos.

A partir de esos nuevos datos, se elaboró un esquema evolutivo que localizaba el “máximo glaciario absoluto en el avance de los hielos” en una etapa previa a la de “máxima estabilización” y separadas ambas por un ligero retroceso; a esa máxima estabilización corresponde el *vallum* de mayor desarrollo, identificado hasta entonces como el límite de la máxima extensión de los hielos en la Sierra de Gredos. Completan el cuadro evolutivo una serie de etapas de retroceso que varían según los diferentes glaciares; en los valles donde mejor se han conservado o desarrollado estos indicadores morfológicos (La Serrá, Cuerpo de Hombre, Los Conventos), se distinguen tres etapas y una tardía restringida a las cabeceras de los valles (CARRASCO, *op. cit.*).

La idoneidad de este último modelo evolutivo para su generalización, está siendo validada por los datos obtenidos en otras áreas de la Sierra de Gredos. Además del glaciario de montera en el Macizo de la Mira (ACASO *et al.*, *op. cit.*), en los antiguos valles glaciares de las gargantas del Pinar (Macizo Central de Gredos) y Galingómez (Sierra de la Nava) se ha identificado un pequeño *vallum* morrénico enmascarado por el de mayor desarrollo y que representa la etapa de extensión máxima de los hielos previa a la máxima estabilización (PEDRAZA & CARRASCO, 2005).

Este mismo fenómeno también se ha detectado en la Sierra de Béjar (CARRASCO & PEDRAZA, 2007), y su análisis y significado evolutivo son los que se describen a continuación.

Finalmente y respecto a la cronología, se sigue manejando la clásica que atribuye todas estas etapas al “Último Ciclo Glaciario” (Pleistoceno superior). Esta cronología es la que confirman las primeras dataciones absolutas (VIEIRA *et al.*, 2001 y PALACIOS *et al.*, 2007), si bien habrán de validarse con mayor número de datos y mediante muestreos selectivos de acuerdo con indicadores morfológicos más precisos.

3. EXTENSIÓN DEL ÁREA GLACIARIZADA EN LA SIERRA DE BÉJAR

3.1. Contexto general

La sierra de Béjar es el sector más occidental de la Sierra de Gredos (Fig. 1). Con una dirección NE-SW, queda limitada entre los valles o corredores morfoestructurales del Jerte y del Alagón-Ambróz (también denominado a veces corredor de Béjar), que están regulados por las grandes fallas de Plasencia y del Ambróz, respectivamente.

Como el resto del Sistema Central, se trata de una montaña estructurada en bloques, cuya superficie de cumbres se sitúa a unos 2000 metros y conserva la morfología característica de la penillanura original previa a la reactivación del relieve durante la Orogenia Alpina; es decir, se trata de una planicie alomada en la que dominan los rellanos, otorgándole una fisonomía característica de meseta o altiplanicie (Fig. 2). Este rasgo morfológico fue uno de los factores condicionantes del tipo de glaciario que se desarrolló en estas áreas (CARRASCO, 1997).

Siguiendo el modelo estandarizado para todo el Sistema Central Español (PEDRAZA & CARRASCO, 2005), el glaciario de la Sierra de Béjar se clasificó como de montaña con tipologías de valle y circo (SCHMIEDER, 1915, ref. 1953; CARANDELL, 1924; VIDAL BOX, 1948; HERNÁNDEZ PACHECO, 1957; SANZ DONAIRE, 1976, 1979; RUBIO, 1984, 1990). Sin embargo, como se ha señalado previamente, se trató de grandes masas de hielo acumuladas en las cimas constituyendo un “glaciario de montera” equivalente a los “glaciares de meseta” (*ice cap*) (CARRASCO & PEDRAZA, 1995; CARRASCO 1997, 1999) y correlacionable con el clásicamente reconocido en Serra da Estrela (LAUTENSACH, 1929).

Dadas las características del lecho subglaciario impuestas por la morfología de altiplanicie o

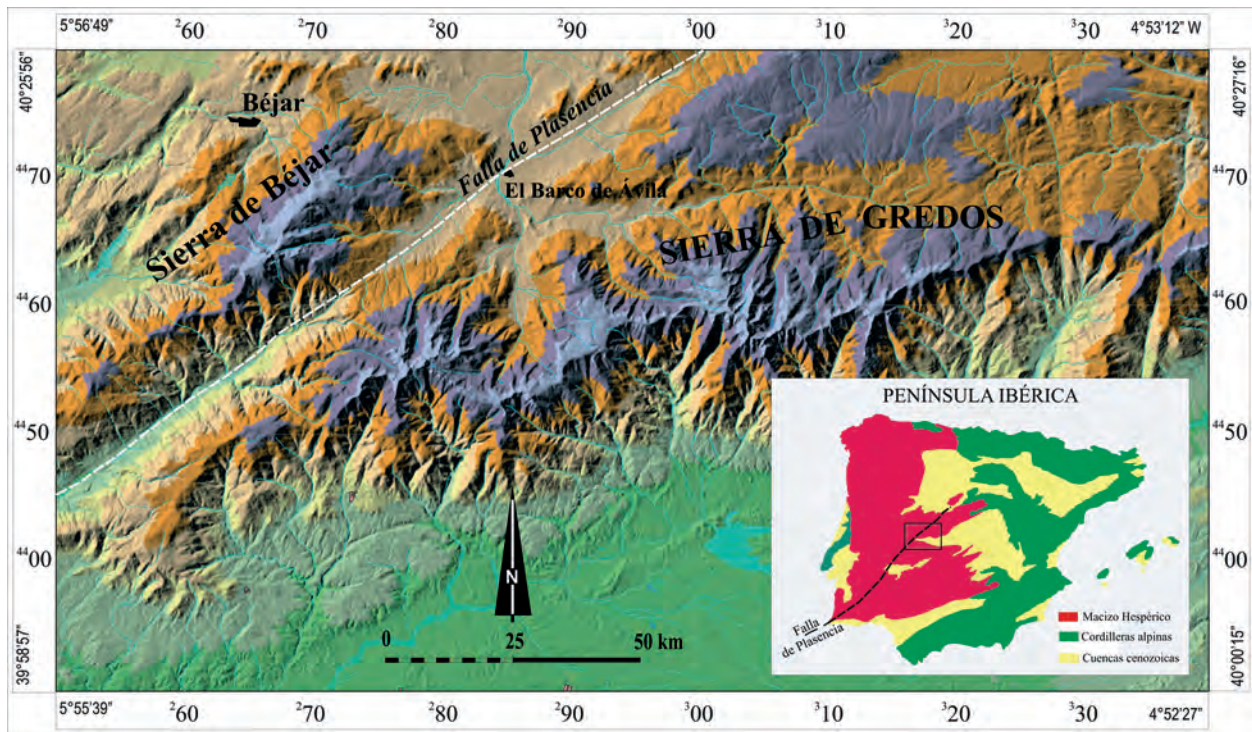


Fig. 1.—Esquema de situación de la Sierra de Béjar en el contexto de la Sierra de Gredos.

—Location sketch of the Sierra de Béjar at the Sierra de Gredos framework.

meseta, la masa de hielo presentaba una fisonomía cupuliforme y un flujo extrusivo no confinado de tipo centrífugo. Dicho flujo se producía a partir de los centros de acumulación de la “cúpula”, cuya morfología era más aguda o aplanada en función de las irregularidades del lecho basal; así, el núcleo central ocupó la cuerda principal, desde el Canchal Negro (2369 m) hasta el Torreón (2374 m), con dos culminaciones extremas, la Sierra del Calvitero al NE y el Torreón al SW, y dos centrales, la Cuerda del Calvitero y el Canchal de la Ceja. En las zonas marginales (coincidentes, en general, con la ruptura de pendiente que marca el límite de la superficie culminante) tuvo lugar un flujo de hielo divergente en todas direcciones que generaba desbordamientos tipo *outlet* (El Canterón, El Endrinal, etc.) y lenguas encajadas en valles (Cuerpo de Hombre, El Trampal, etc.; ver Fig. 2). Todos estos rasgos morfológicos y dinámicos se establecen a partir de la disposición del escalonamiento de los umbrales modelados por el hielo y las direcciones dominantes de pulidos y estrías.

Considerando las formas resultantes de todos estos procesos, las morfologías más evidentes corresponden sin duda a las que aparecen

en las vertientes. Son los grandes vaciados (cuencas y valles) generados por “glaciares de ladera”, debidos a desbordamientos tipo *outlet*, y “glaciares de valle” cuyas lenguas eran sobrealimentadas por la montera. Un ejemplo destacable de este tipo de funcionamiento se encuentra en la cabecera del glaciar de la Hoyuelas u Hoya Mayor, que comienza a tener fisonomía de circo a partir de 2150 m, localización en la que la acumulación de hielo era mayor y, por tanto, adquiriría gran capacidad para modelar el sustrato rocoso. Por encima de este nivel pueden diferenciarse varios umbrales escalonados hasta la cima, que favorecieron la formación de pequeñas depresiones hoy rellenas, e importantes afloramientos de roca con huellas de arranque, pulidos y estriaciones. Esta tónica, que se mantiene en la mayoría de las cabeceras de los glaciares, adquiere especial importancia en la vertiente Norte.

Por otra parte, allí donde no se generaron desbordamientos ni lenguas, los límites de la masa de hielo se han podido establecer por la presencia de “campos de bloques” (*tills* de ablación) en las vertientes. Éstos muestran una continuidad que se mantiene hacia las cimas y, en algunos casos, forman alineaciones en zonas preferentes.



Fig. 2.—Vista general de la vertiente occidental de la Sierra de Béjar. El gráfico superpuesto corresponde a la reconstrucción de las masas de hielo durante el máximo glacial en la Sierra de Béjar (según CARRASCO & PEDRAZA, 1995); se pueden apreciar el sistema de “montera hielo” (*ice cap*) y las lenguas emisarias. En la fotografía, destacan la superficie cimera o de cumbres y las incisiones glaciares en la morfología de las laderas (1, Arroyo del Oso; 2, Vaguada del Canchalón; 3, Hoya Risco Gordo; 4, Hoya Mayor; 5, Vaguada del Hornillo).

—General view of the western side of the Sierra de Béjar. The overlaid graphic corresponds the reconstruction of the ice masses existing during the glacial maximum at the Sierra de Béjar (according to CARRASCO & PEDRAZA, 1995); there might be appreciated both the ice cap system and the outlet glaciers. In the picture, the summit surface and the glacial incision on the slope morphologies are especially outstanding (1 to 5).

3.2. Nuevos datos morfológicos para delimitar e interpretar el glaciario

3.2.1. Vallums morrénicos y campos de tills en el glaciar del Arroyo del Culebrón o de Peña Negra

Este glaciar inicialmente fue descrito por HERNÁNDEZ PACHECO (1957), SANZ DONAIRE (1976, 1979) y RUBIO (1990), quienes lo clasificaron como de valle. Sin embargo, de acuerdo con el modelo de glaciario que se ha establecido para estas áreas (CARRASCO, 1997), corresponde a un glaciar de ladera sobrealimentado por una montera de hielo.

La masa de hielo salvaba un desnivel de 650 m con una pendiente media de 22° (si bien hay que considerar la existencia de numerosos umbrales que en detalle modifican esos valores) y una longitud total de 1260 m medidos entre los puntos extremos de la cuenca de acumulación y el frente de fusión.

La cuenca de acumulación presenta una morfología tipo circo bien desarrollada, cuyos parámetros morfográficos son: longitud máxima en la dirección del flujo 340 m, anchura máxima 425 m, desnivel máximo de 305 m (medido entre la base de la zona de estabilización u ombligo, ocupado actualmente por la laguna del Hornillo, y el

lóbulo de mayor cota correspondiente al reborde de encajamiento del circo).

La zona de descarga correspondía a una lengua encajada en la vertiente y, durante una etapa evolutiva del glaciar, quedó limitada por tres complejos morrénicos sucesivos y superpuestos que definen un *vallum* bien desarrollado. En la zona externa y adosado al *vallum* izquierdo se ha identificado un *till* formado esencialmente por bloques dispersos que definen el típico “campo de bloques” estructurado según la línea de flujo de la masa de hielo. Este campo de bloques es correlacionable con el ya definido en otras áreas de Gredos, esencialmente en la garganta de la Serrá (Sierra de la Nava) y, por tanto, marca el máximo avance de los hielos en esta área (Fig. 3).

3.2.2. Vallums morrénicos y campos de tills en el glaciar del Endrinal

Este glaciar fue identificado por HERNÁNDEZ PACHECO (1957) aunque el primer esquema cartográfico se debe a SANZ DONAIRE (1976, 1979), posteriormente RUBIO (1990) realiza una descripción y cartografía más precisa, y finalmente, CARRASCO (1997) completa ambas aportaciones y lo reclasifica como un glaciar de valle sobrealimentado por la montera.

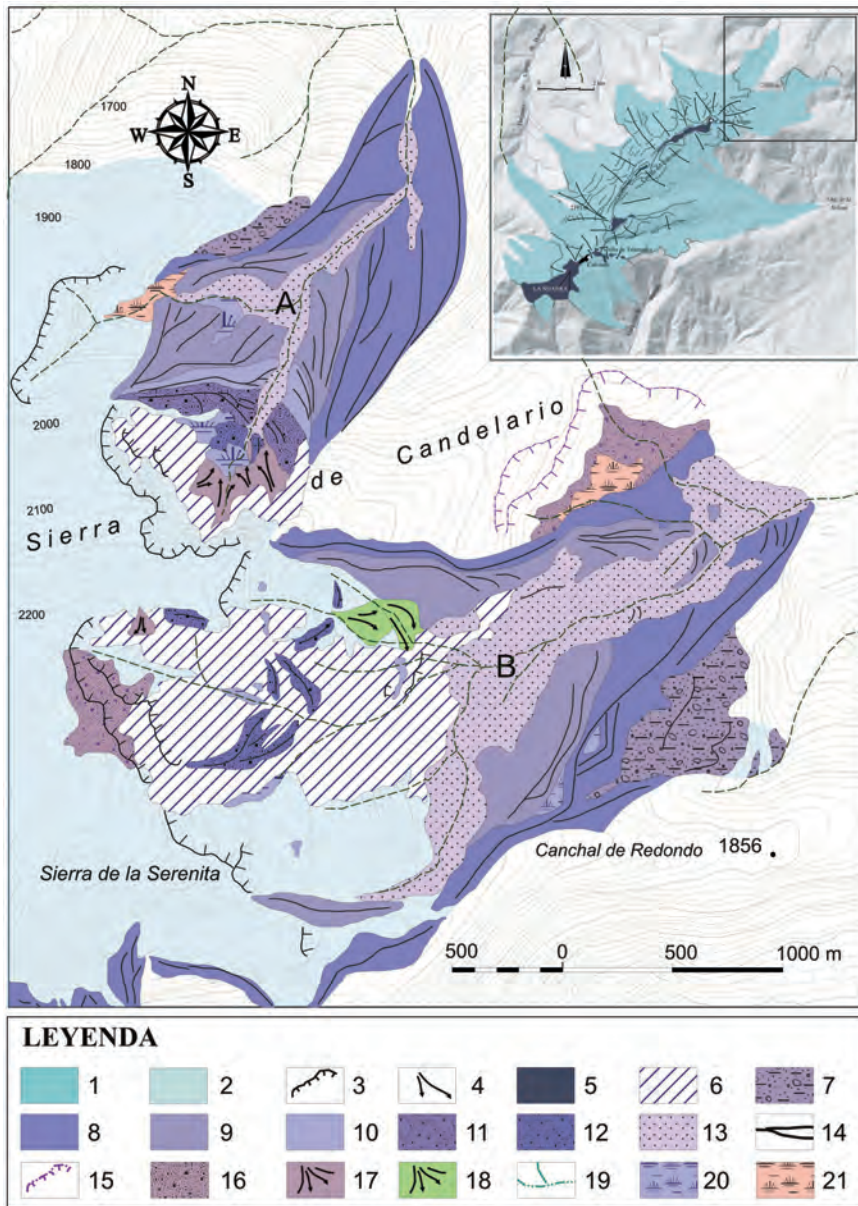


Fig. 3.—Morfología de las gargantas del Culebrón (A) y del Endrinal (B). El gráfico superpuesto corresponde a la reconstrucción del máximo glaciar en la Sierra de Béjar (según CARRASCO & PEDRAZA, 1995); el recuadro indica la localización de los antiguos glaciares del Culebrón y del Endrinal.

—Culebrón (A) and Endrinal (B) gorges morphology. The overlaid graphic corresponds to the reconstruction of the glacial maximum at the Sierra de Béjar (according to CARRASCO & PEDRAZA, 1995); the outline indicates the location of both the Culebrón and Endrinal former glaciers.

Leyenda / Legend:

- | | |
|--|--|
| 1. Reconstrucción de la masa de hielo que existió durante el máximo glaciar en la Sierra de Béjar / Reconstruction of the ice masses existing during the maximum glacial stage at the Sierra de Béjar. | 7. Campos de tills / Till fields. |
| 2. Dominio de la antigua montera de hielo / The extent of the former ice-cap. | 8. Morrena externa / External moraine. |
| 3. Escarpes y umbrales / Glacial erosive scarps and thresholds. | 9, 10, 11 y 12. Complejos morrénicos internos / Internal moraines complexes. |
| 4. Direcciones del flujo del hielo / Directions of ice flow. | 13. Morrenas de fondo / Ground moraines. |
| 5. Culminación de la montera de hielo / Summit of ice cap. | 14. Crestas morrénicas / Moraine crests. |
| 6. Rocas del sustrato con pulidos y estriados / Polished and striated rock surfaces. | 15. Nichos de nivación / Nivation cirque. |
| | 16. Vertientes solifluidales / Solifluction slopes. |
| | 17. Conos de derrubios / Debris cones. |
| | 18. Conos aluviales / Alluvial cones. |
| | 19. Incisiones fluviales / River incisions. |
| | 20. Lagunas y ombligos / Lakes and ponds. |
| | 21. Navas / Navas (poorly drained depressions). |

Presentaba una fisonomía singular, pues funcionó mediante un complejo sistema de desbordamientos procedentes de la cima y de algunas cuencas de acumulación encajadas en la ladera, que aparecen con una morfología difusa y marcada únicamente por escarpes discontinuos. De hecho, aunque presentaba una lengua limitada entre dos *vallums* que convergían en un frente final localizado a 1728 m de cota en la vertiente oriental, el *vallum* derecho presenta continuidad con toda una serie de arcos morrénicos correspondientes a lenguas de desbordamiento del Escolgadizo, El Hornillo Este, El Hornillo Oeste y Venerofrío, que fluían hacia la vertiente sur de la montera.

Aunque los complejos morrénicos tienen una morfología a veces poco definida, en general pueden diferenciarse los *vallums* con una cresta principal y varias de pulsación. Adosado al *vallum* lateral derecho principal y en su parte externa, se ha identificado otro de menores dimensiones cuyas crestas pierden continuidad al quedar fosilizadas por el *vallum* principal (Fig. 3).

Ese complejo morrénico externo, que constituye el signo de la etapa de mayor extensión de los hielos previa a la máxima estabilización marcada por el *vallum* principal, está formado por tres elementos morfológicos: un cordón morrénico oblicuo al *vallum* principal, un sistema escalonado de bloques dispersos con los que se entremezclan *till* y depósitos fluvioglaciares, y finalmente un lóbulo (que es el tramo morrénico realmente adosado al *vallum* principal) que presenta una laguna intramorrénica. Por su origen y significado evolutivo, esa laguna intramorrénica es correlacionable con la del Cervunal, la cual se localiza en la morrena lateral derecha de la garganta del Pinar (Macizo Central de Gredos).

3.2.3. *Vallums* morrénicos en el glaciar de Cuerpo de Hombre

Este glaciar ha sido citado, con mayor o menor precisión y detalles, por todos los autores que han trabajado en la Sierra de Béjar y coinciden en clasificarlo como de valle. SCHMIEDER (1915, ref. 1953), CARANDELL (1924), VIDAL BOX (1948) y HERNÁNDEZ PACHECO (1957), únicamente describen sus características. SANZ DONAIRE (1976, 1979) y RUBIO (1990) amplían esa descripción y aportan la primera cartografía de detalle. Finalmente, CARRASCO (1997, 1999) precisa todos esos datos en el contexto de un glaciar de valle sobrealimentado por la montera de hielo.

La peculiaridad de este glaciar está en la irregularidad de su cuenca de acumulación. Su margen derecha se iniciaba directamente en la montera, de manera que ambos lechos subglaciares

estaban en continuidad. Sin embargo, su margen izquierda se resuelve en una serie de escalones con escarpes de hasta 250 m de salto. A pesar de esa interconexión con la montera, la sobreexcavación generó una cuenca bien definida, lo que permite catalogarlo como un glaciar autónomo en el que la masa de hielo, aunque en su mayoría procediese de la montera, presentaba una estabilización muy marcada y que alimentaba a la lengua.

La zona de descarga correspondía a una lengua confinada entre *vallums* morrénicos continuos, no adosados a las vertientes y con numerosas crestas. Estos *vallums* están formados fundamentalmente por los *tills* correspondientes a la etapa de máxima estabilización (*vallum* principal). También han contribuido a generar esta morfología los *tills* correspondientes a una segunda etapa evolutiva, lo que dio lugar a un complejo de morrenas internas adosadas al *vallum* principal y del que sólo se puede separar por su arco frontal y las crestas correspondientes. Confinados en la zona de cabecera, aparecen una serie de *tills* que corresponden a la etapa de retroceso final y presentan morfología irregular (barras, arcos, etc.).

Finalmente, la secuencia evolutiva de este glaciar se completa con los complejos de *tills* más externos que se han identificado en la vertiente izquierda del glaciar en su tramo final. Estos *tills* han generado dos tipos de morfologías: una morrena lateral que forma un *vallum* discontinuo adosado a la vertiente de la ladera, y una de fondo que queda confinada entre esta morrena más externa y la principal. En la morrena de fondo aparecen bloques erráticos y depósitos de decantación correspondientes a su funcionamiento como una zona de encharcamiento extraglaciario. Como en los casos precedentes, son estos *tills* y morfologías los que marcan la máxima extensión de los hielos en esta zona (Fig. 4).

4. SÍNTESIS Y CONCLUSIONES: SIGNIFICADO EVOLUTIVO DE LOS NUEVOS DATOS SOBRE EL GLACIARISMO EN LA SIERRA DE BÉJAR

Con los datos aportados en este trabajo, se generaliza al conjunto de la Sierra de Gredos lo que hasta el momento únicamente se había reconocido en algunos macizos o valles (CARRASCO 1997), esto es, que existió un “glaciarismo de montera” y una “etapa de máxima extensión de los hielos” (Máximo Glaciar) previa a la de “máxima estabilización”.

Es la segunda etapa la que generó las acumulaciones de *tills* de mayor espesor y con una morfología de *vallum* muy bien desarrollada que, por sus dimensiones, destaca como la principal.

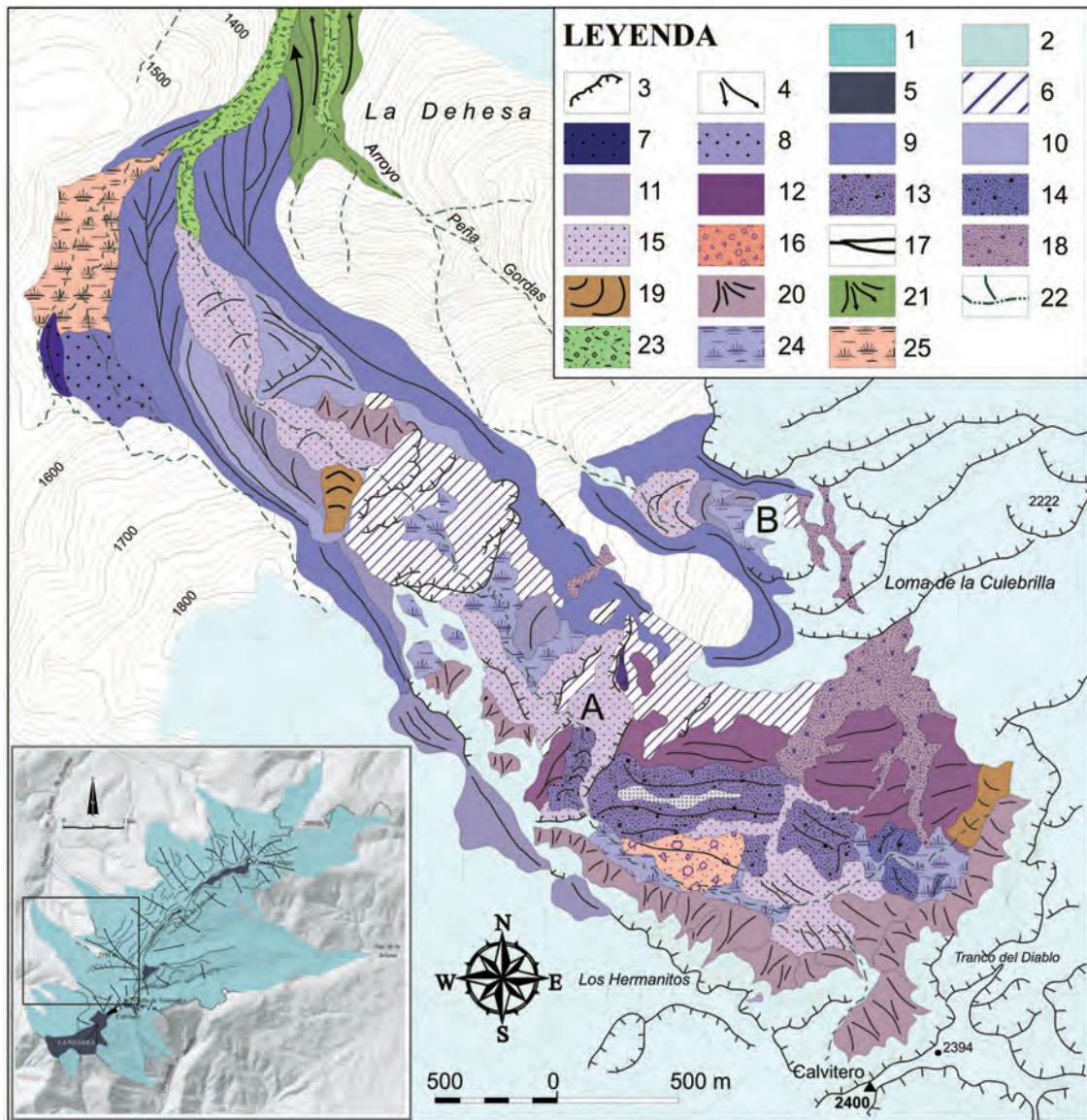


Fig. 4.–Morfología de las gargantas de Cuerpo de Hombre (A) y El Canterón (B). El gráfico superpuesto corresponde a la reconstrucción del máximo glaciar en la Sierra de Béjar (según CARRASCO & PEDRAZA, 1995); el recuadro indica la localización de los antiguos glaciares de Cuerpo de Hombre y El Canterón.

–Cuerpo de Hombre (A) and The Canterón (B) gorges morphology. The overlaid graphic corresponds to the reconstruction of the glacial maximum at the Sierra de Béjar (according to CARRASCO & PEDRAZA, 1995); the outline indicated the location of both the Cuerpo de Hombre and Canterón glaciers.

Leyenda / Legend:

1. Reconstrucción de las masa de hielo que existió durante el máximo glaciar en la Sierra de Béjar / Reconstruction of the ice masses existing during the glacial maximum at the Sierra de Béjar.
2. Dominio de la antigua montera de hielo / The extent of the former ice-cap.
3. Escarpes y umbrales / Glacial erosive scarps and thresholds.
4. Direcciones del flujo del hielo / Ice flow directions.
5. Culminación de la montera de hielo / Summit of ice cap.
6. Rocas del sustrato con pulidos y estriados / Polished and striated rock surfaces.
- 7, 8, 9 y 10. Complejos morrénicos externos / External moraines complexes.

- 11, 12, 13 y 14. Complejos morrénicos internos / Internal moraines complexes.
15. Morrena de fondo / Ground moraines.
16. Tillas de ablación formados por bloques dispersos / Disperse boulders or ablation tills.
17. Crestas morrénicas / Moraine crests.
18. Vertientes solifluidales / Solifluction slopes.
19. Lenguas de deslizamientos / Landslides tongues.
20. Conos de derrubios / Debris cones.
21. Abanicos torrenciales / Torrential fans.
22. Incisiones fluviales / River incisions.
23. Fondos aluviales / Alluvial plains.
24. Lagunas y ombligos / Lakes and pounds.
25. Navas / Navas (poorly drained depression).

Frente a estas morfologías, la etapa previa está representada por acumulaciones de *tills* de escasa potencia que aparecen tapizando las vertientes como “campos de *tills*” o formando pequeños *vallums* morrénicos. Estas formaciones frecuentemente han quedado enmascaradas por las acumulaciones posteriores; esencialmente por los *tills* secundarios de derrame procedentes del *vallum* morrénico de la etapa de máxima estabilización.

En los casos analizados, la fosilización o enmascaramiento de los *tills* procedentes de la primera etapa evolutiva por los de la segunda, está asociada a la morfología previa del terreno y se produce allí donde la lengua glaciaria quedaba confinada a un valle encajado. Éste es un dato esencial a tener en cuenta en los trabajos para establecer cronologías absolutas mediante técnicas basadas en la datación de elementos morfológicos (pulidos, bloques de *tills*, etc.), evitando así posibles errores en la asignación de edades al Máximo Glaciar.

Como contribución básica a ese trabajo de clarificación en la datación de las etapas del glaciario en estas sierras, proponemos aquí un modelo evolutivo que sigue la línea iniciada por PEDRAZA & LÓPEZ (1980), PEDRAZA & FERNÁNDEZ (1981 a y b) o RUBIO *et al.* (1992), y se basa directamente en el elaborado por CARRASCO (1997) asumiendo los datos relativos al glaciario de montera y la separación entre las etapas de máximo desarrollo y máxima estabilización de los hielos.

De acuerdo con los datos disponibles hasta el momento, reseñados a lo largo del presente trabajo, el conjunto del glaciario en la zona considerada corresponde al “Último Ciclo Glaciar”, es decir, al Pleistoceno superior; dentro de ese ciclo mayor se detectan otros menores de diferente magnitud. Al referir esos ciclos y ante la ausencia de una nomenclatura normalizada, se sigue aquí una convencional que en parte asume la clásica de “fases” y “estadales” (sin que se especifique entre estadal e interstadial) pero sustituye el término de “sub estadales” o “pulsaciones” por el más genérico de “etapa” (que en algunas nomenclaturas se reserva para lo que aquí se ha denominado “fase”), ya que son los acontecimientos evolutivos a destacar según los indicadores morfológicos. Siguiendo esa nomenclatura, dentro de la fase correspondiente al “Último Ciclo Glaciar” pueden establecerse (Fig. 5):

— Estadal A. Máximo glaciar absoluto y generación del complejo morrénico externo, con: máximo avance y desarrollo del glaciario tipo montera; retroceso limitado y estabilización, generando el *vallum* de mayor desarrollo y las hombreras superiores; retroceso rápido y generalizado y compartimentación glaciaria, que desconecta los hielos de las monteras de los de algunas cabeceras de los glaciares de valle, ladera y circo.

— Estadal B. Máximo glaciar secundario, con: estabilización de los hielos que generan los

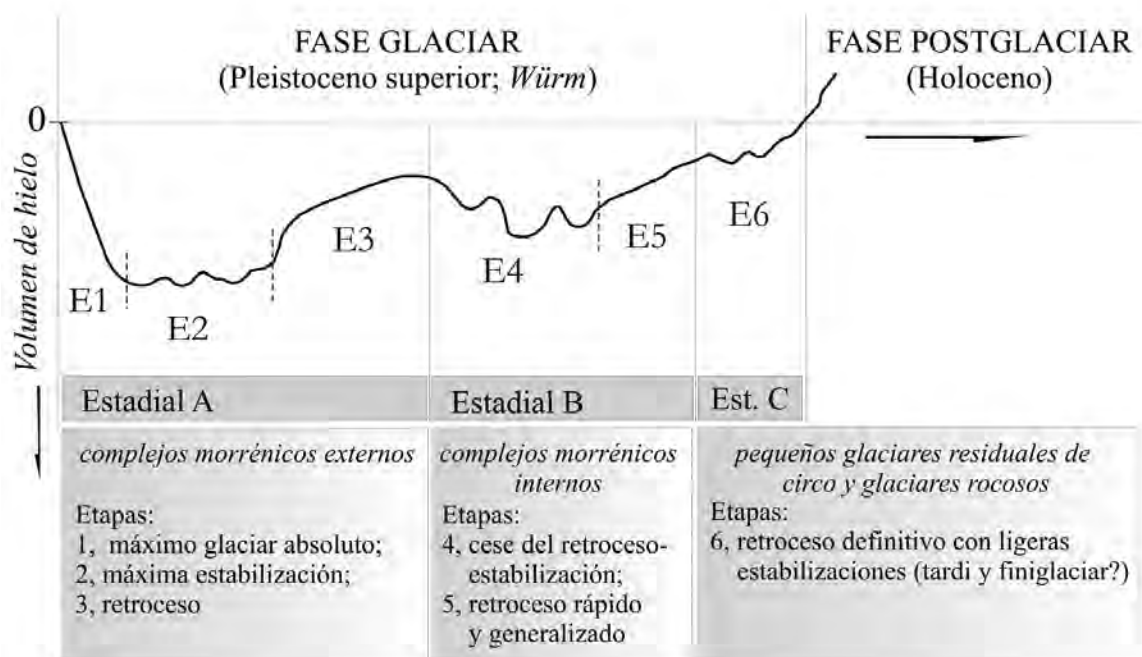


Fig. 5.—Síntesis evolutiva del glaciario de la Sierra de Gredos
—Synthesis of the glacial evolution in the Sierra de Gredos.

complejos morrénicos internos y el nivel inferior de hombreras; se mantienen la compartimentación glaciaria y sólo algunas cabeceras de los glaciares de valle, ladera y circo se mantienen conectadas (y sobrealimentadas) por las montañas de hielo; retroceso rápido con morrenas de ablación (*tills* supraglaciares de fusión total).

— Estadial C. Tardiglaciario y finiglaciario, con glaciares rocosos incipientes, pequeñas reorganizaciones de material periglaciario en los circos y, muy localizados, pequeños glaciares de circo residuales en los principales aparatos.

— Postglaciario con desarrollo generalizado de periglaciario en las antiguas zonas que ocupó el hielo glaciario.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del trabajo agradecen la destacable labor realizada por los dos revisores, ya que ha sido de notable ayuda para mejorar los contenidos y la redacción de este artículo.

Recibido el día 12 de febrero de 2008

Aceptado el día 24 de marzo de 2008

BIBLIOGRAFÍA

- ACASO, E. 1983. *Estudio del Cuaternario en el Macizo Central de Gredos*. 442 págs. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares, Madrid.
- ACASO, E., CENTENO, J.D. & MOYA M.E. 2007. Indicios de un glaciar de montera (*Ice field*) en el Alto Gredos (Ávila). In: J. LARIO & P.G. SILVA, Eds. *Contribuciones al Estudio del Periodo Cuaternario*. págs. 39-40. AEQUA. Ávila.
- BUTZER, K.W. & FRANZLE, O. 1959. Observations on pre-Würm glaciations of the Iberian Peninsula. *Zeitschrift für Geomorphologie*, **3**(1): 85-87.
- CARANDELL, J. 1924: La topografía glaciaria del macizo Trampal-Calvitero (Béjar). *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, **5**(14): 1-24.
- CARRASCO, R.M. 1997. *Estudio geomorfológico del Valle del Jerte (Sistema Central español): secuencia de procesos y dinámica morfológica actual*. 343 págs. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid.
- 1999. *Geomorfología del Valle del Jerte. Las líneas maestras del paisaje*. 246 págs. Universidad de Extremadura (UEX). Cáceres.
- CARRASCO, R.M. & PEDRAZA, J. 1995. Morfología glaciaria de las cimas en la Sierra de Gredos: monteras de hielo. In: T. ALEIXANDRE y A. PÉREZ-GONZÁLEZ, Eds. *Reconstrucción de paleoambientes y cambios climáticos durante el Cuaternario*. págs. 227-238. Centro de Ciencias Medioambientales (CSIC). Madrid.
- 2007. El glaciario de la Sierra de Béjar (Gredos Occidental): nuevas aportaciones. In: J. LARIO & P. G. SILVA, Eds. *Contribuciones al Estudio del Periodo Cuaternario*. págs. 43-44. AEQUA. Ávila.
- FERNÁNDEZ, P. 1976. *Estudio Geomorfológico del Macizo Central de Gredos*. 119 págs. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid.
- FLORINETH, D. & SCHLÜCHTER, C. 2000. Alpine evidence for atmospheric circulation patterns in Europe during the Last Glacial maximum. *Quaternary Research*, **54**: 295-308.
- FRÄNZLE, D. 1959. *Glaziale und periglaziale Formbildung im östlichen Kastilischen Scheidegebirge (Zentralspanien)*. 80 págs. Bonner Geographische Abhandlungen. Herausgegeben vom Geographischen Institut der Universität. Bonn. [Publicado en castellano en: *Estudios Geográficos*, **39** (151 y 152), 1978].
- GARCÍA-RUIZ, J.M., VALERO-GARCÉS, B.L., MARTÍ-BONO, C. & GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P. 2003. Asynchronicity of maximum glacier advances in the central Spanish Pyrenees. *Journal of Quaternary Science*, **18**: 61-72.
- GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ, P., VALERO-GARCÉS, B.L., MORENO, A., JALUT, G., GARCÍA-RUIZ, J.M., MARTÍ-BONO, C., DELGADO-HUERTAS, A., NAVAS, A., OTTO, T. & DEDOUBAT, J.J. 2006. Climate variability in the Spanish Pyrenees during the last 30,000 yr revealed by the El Portalet sequence. *Quaternary Research*, **66**: 38-52.
- HERNÁNDEZ PACHECO, F. 1957: *Livret guide de l'excursion C-1, Gredos*. 58 págs. V Congreso Internacional de INQUA. Madrid.
- HUGHES, P.D., WOODWARD, J.C. & GIBBARD, P.L. 2006. Quaternary History of the Mediterranean mountains. *Progress in Physical Geography*, **30**: 334-364.
- HUGUET DEL VILLAR, E. 1915. Los glaciares de Gredos. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **15**: 379-390.
- 1917. Nueva contribución a la glaciología de Gredos, Las Hoyuelas del Hornillo. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **17**: 558-567.
- JIMÉNEZ SANCHEZ, M. & FARIAS ARQUER, P. 2002. New radiometric and geomorphologic evidences of a Last Glacial Maximum older than 18 Ka in SW European Mountains: the example of Redes Natural Park (Cantabrian Mountains, NW Spain). *Geodinámica Acta*, **15**: 93-101.
- LAUTENSACH, H. (1929) - Eiszeitstudien in der Serra da Estrela (Portugal). *Zeitschrift für Gletscherkunde, Berlin*, **XVII**: 324-369. [Publicado en portugués en: *Memórias e Notícias*, **VI**: 1-60, 1932].
- MORENO, A.; CACHO, I., CANALS, M., GRIMALT, J.O., SANCHEZ-GOÑI, M.F., SHACKLETON, N.J. & SIERRA, F.J. 2005. Links between marine and atmospheric processes oscillating at millennial time-scale. A multiproxy study of the last 50,000 yr from the Alboran Sea (Western Mediterranean Sea). *Quaternary Science Reviews*, **24**: 1623-1636.
- OBERMAIER, H. & CARANDELL, J. 1917. Nuevos datos acerca de la extensión del glaciario cuaternario en la Cordillera Central. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **17**: 252-260.
- PALACIOS, D., MARCOS, J., ANDRÉS, N. & VÁZQUEZ, L. 2007. Last glacial maximum and deglaciation in Central Spanish Mountains. *Geophysical Research Abstracts*, **9**, 05634.
- PALLÀS, R., RODÉS, A., BRAUCHER, R., CARCAILLET, J., ORTUÑO, M., BORDONAU, J., BOURLÈS, D., VILAPLANA, J.M., MASANA, E. & SANTANACH, P. 2006. Late Pleistocene and Holocene glaciation in the Pyrenees: a critical review and a new evidence from ¹⁰Be exposure ages, south-central Pyrenees. *Quaternary Science Reviews*, **25**: 2937-2963.

- PEDRAZA, J. & CARRASCO, R.M. 2005. El Glaciarismo Pleistoceno del Sistema Central. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, **13**(3): 278-288.
- PEDRAZA, J. & FERNÁNDEZ, P. 1981a. Cuaternario del Mapa Geológico de de Bohoyo. In: P. RUIZ & V. GABALDÓN, Dirs. *Mapa Geológico de Bohoyo (577)*. págs. 3-4, 5-18 y 26-29. IGME. Madrid.
- 1981b. Terciario y Cuaternario del Mapa Geológico de Arenas de San Pedro. In: P. RUIZ & V. GABALDÓN, Dirs. *Mapa Geológico de Arenas de San Pedro (578)*. págs. 3-4, 6-19 y 25-27. IGME. Madrid.
- PEDRAZA, J. & LÓPEZ J. 1980. *Gredos: geología y glaciario*. 31 págs. Obra Social de la Caja de Ahorros de Ávila. Ávila.
- RUBIO, J.C. 1984. *La morfología glaciar de la Sierra de la Nava*. 182 págs. Tesis de Licenciatura, Facultad de Geología, Universidad Complutense de Madrid.
- 1990: *Geomorfología y Cuaternario de la sierras de la Nava y Béjar (Sistema Central Español)*. 319 págs. Tesis Doctoral, Facultad de Geología, Universidad Complutense de Madrid.
- RUBIO, J.C., PEDRAZA, J. & CARRASCO, R.M. 1992. Reconocimiento de tills primarios en el sector central de la Sierra de Gredos (Sistema Central Español). In: F. LÓPEZ BERMÚDEZ, C. CONESA GARCÍA & M.A. ROMERO DÍAZ. Eds. *Estudios de Geomorfología en España*, Tomo I, págs. 413-422. Sociedad Española de Geomorfología (SEG). Murcia.
- RUIZ ZAPATA, B., GARCÍA, M., VÁZQUEZ, R., GIL, M. J. & ANDRADE, A. 1988. Análisis polínico de dos turberas localizadas en el Macizo de Peñalara (Sierra de Guadarrama, Madrid). In: J. A. VERA, Ed. *Actas del II Congreso Geológico de España*, Vol. I, págs. 329-332. Universidad de Granada y Sociedad Geológica de España. Granada
- RUIZ ZAPATA, B., ANDRADE, A. & ATIENZA, M. 1989. Contribución palinológica al conocimiento de la vegetación durante el Holoceno en la Sierra de Béjar. *Actas de Gredos, Boletín Universitario*, **9**: 11-18.
- RUIZ ZAPATA, B., ANDRADE, A., GIL GARCÍA, M.J., DORADO VALIÑO, M. & ATIENZA BALLANO, M. 1996. Evolución de la vegetación en los últimos 6.000 años en los sectores central y oriental del Sistema Central Español. *Revista Española de Paleontología*, Núm. Extr., págs. 288-298.
- SANZ DONAIRE, J.J. 1976. *El corredor de Béjar*. 520 págs. Tesis Doctoral. Facultad de Geografía e Historia, Universidad Complutense de Madrid.
- 1979. *El corredor de Béjar*. Tomo I, 195 págs. Instituto de Geografía Aplicada, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
- SCHMIEDER, O. 1953. La Sierra de Gredos. *Estudios Geográficos* **52**: 421-440 y **53**: 627-652. [Versión en castellano, Traducido por Carlos Vidal Box del trabajo original "Die Sierra de Gredos", publicado en: *Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Munchen*. Tomo **X** (1), 1915].
- SUGDEN, D.E. & JOHN, B.S. 1976. *Glaciers and Landscape*. 376 págs. Arnold. London.
- VIDAL BOX, C. 1929. Nuevos estudios sobre el glaciario Cuaternario ibérico. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **15**: 585-592.
- 1932. Morfología glaciar cuaternaria del Macizo Oriental de la Sierra de la Sierra de Gredos. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **32**: 117-135.
- 1936. Contribución al conocimiento morfológico del segmento occidental de la Sierra de Gredos (Bohoyo). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **35**: 79-81.
- 1948. Nuevas aportaciones al conocimiento geomorfológico de la Cordillera Central. *Estudios Geográficos*, **30**: 5-52.
- VIEIRA, G., FERREIRA, A.B., MYCIELSKA-DOWGIALLO, E., WORONKO, B. & OLSZAK, I. 2001. Thermoluminescence dating of fluvioglacial sediments (Serra da Estrela, Portugal). In: *Actas V Reunião do Quaternário Ibérico*. págs. 85-88. SPG, Lisbon.