

"EL HOMBRE FÓSIL"
80 AÑOS DESPUÉS

Homenaje a Hugo Obermaier

Editor
Alfonso MOURE ROMANILLO

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
FUNDACIÓN MARCELINO BOTÍN
INSTITUTE FOR PREHISTORIC INVESTIGATIONS

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
FUNDACIÓN MARCELINO BOTÍN
INSTITUTE FOR PREHISTORIC INVESTIGATIONS**

“EL HOMBRE FÓSIL” 80 AÑOS DESPUÉS

**Volumen conmemorativo del 50 aniversario
de la muerte de Hugo Obermaier**

Editor:

Alfonso MOURE ROMANILLO

Presentación:

S.A.S. Rainiero I, PRÍNCIPE DE MÓNACO

Autores:

Emiliano AGUIRRE, Pablo ARIAS CABAL, Javier BAENA PREYSLER, Rodrigo de BALBÍN BEHRMANN, Ignacio BARANDIARÁN MAESTU, Federico BERNALDO DE QUIRÓS, Concepción BLASCO BOSQUED, Primitiva BUENO RAMÍREZ, Victoria CABRERA VALDÉS, Juan Carlos CASTAÑÓN ÁLVAREZ, Ramón FÁBREGAS VALCARCE, Carmelo FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, Leslie Gordon FREEMAN, Manuel FROCHOSO SÁNCHEZ, Joaquín GONZÁLEZ ECHEGARAY, Manuel R. GONZÁLEZ MORALES, César GONZÁLEZ SAINZ, Manuel HOYOS GÓMEZ, Benito MADARIAGA DE LA CAMPA, María del Carmen MÁRQUEZ URÍA, Bernat MARTÍ OLIVER, Rafael MARTÍNEZ VALLE, Alfonso MOURE ROMANILLO, Lawrence Guy STRAUS, Pilar UTRILLA MIRANDA, Valentín VILLAVERDE BONILLA y Christian ZÜCHNER

"EI HOMBRE fósil" 80 años después : volumen conmemorativo del 50 aniversario de la muerte de Hugo Obermaier / editor, Alfonso Moure Romanillo ; presentación, Rainiero I, Príncipe de Mónaco ; autores, Emiliano Aguirre... [et al.]. -- Santander : Servicio de Publicaciones, Universidad de Cantabria, [1996]

Precede al tít.: Universidad de Cantabria, Fundación Marcelino Botín, Institute for Prehistoric Investigations

ISBN 84-8102-139-3

1. Obermaier, Hugo 2. Prehistoria I. Moure Romanillo, José Alfonso, ed. lit. II. Aguirre, Emiliano III. Universidad de Cantabria IV. Fundación Marcelino Botín (Santander) V. Institute for Prehistoric Investigations VI. TITULO

903

Cubierta: Corte estratigráfico de las excavaciones en la Cueva de El Castillo (Puente Viesgo, Cantabria). Dibujo de campo de H. Obermaier, 1910.

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopias, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los autores.

© Los autores

© Servicio de Publicaciones. Universidad de Cantabria.
Avda. de los Castros, s/n. 39005 Santander (Spain)
Ayuntamiento de Torrelavega

D.L.: AS - 2370 - 96

I.S.B.N.: 84 - 8102 - 139 - 3

Imprime: Gráficas Ápel
Campo Sagrado, 33. Gijón (Asturias)

HUGO OBERMAIER Y EL GLACIARISMO PLEISTOCENO

Juan Carlos CASTAÑÓN ÁLVAREZ
Universidad de Oviedo.

Manuel FROCHOSO SÁNCHEZ
Universidad de Cantabria, Santander.

RESUMEN: Una de las actividades que el Profesor H. Obermaier llevó a cabo en España fue el estudio de la acción de los glaciares cuaternarios sobre las montañas de la Península Ibérica. Su formación con A. Penck y E. Brückner le había proporcionado buenas bases metodológicas para abordar estos trabajos de geomorfología glacial, aunque su finalidad última se centró en tratar de establecer las condiciones climáticas reinantes en la Península Ibérica y las limitaciones que ofrecieron a la ocupación humana del territorio. En este trabajo analizamos la importancia de sus conclusiones centradas en dos aspectos. Primero, el buen ajuste de la extensión de la glaciación pleistocena a los límites que hoy son admitidos como tales, de modo genérico, en un transecto de norte a sur desde la montaña cantábrica a Sierra Nevada. En segundo lugar, discutimos su propuesta de cronología de la actividad glacial, con dos glaciaciones diferenciadas (Riss y Würm), a partir del análisis de las formas de relieve y los depósitos cementados de los Picos de Europa que fueron el argumento principal de Obermaier para establecerla.

ABSTRACT: One of the activities of the Prof. H. Obermaier carried out in Spain was the study of the Quaternary glacier actions over the Iberian Peninsula Mountains. His studies with the Professors A. Penck and E. Brückner have given him a good methodological basis to develop this glacial-geomorphological work, although the end objectives were focused to establish the Quaternary climatic conditions in the Iberian Peninsula and the restrictions that they imposed on the human occupation of land. In this paper we analyze the importance of the Prof. Obermaier's conclusion and have focused on two aspects. Initially, the good generic adjustment between the interpretation of the extent of the Pleistocene glaciation and the actual interpretation of it along of a North-South line from the Cantabrian Mountains to the Sierra Nevada. Secondly, we discuss the chronological hypotheses on glacial activity with the two different glaciations Riss and Würm, which he recognized from the landforms and the well cemented deposits in the Picos de Europa.

* * * * *

INTRODUCCIÓN

Los trabajos que sobre el glaciario desarrolló Hugo Obermaier en España supusieron un gran avance en el conocimiento de nuestras montañas, en una época en la que las hipótesis sobre su glaciación aún se encontraban en un estado embrionario. Entonces se estaba muy lejos del conocimiento que ya se tenía de otras montañas europeas como los Alpes o, incluso, del Pirineo, especialmente en su vertiente francesa. Gracias al afán

de Obermaier, se pasó, en pocos años, del escaso conocimiento acerca del efecto modelador que tuvieron los glaciares, a disponer de una visión detallada de esta cuestión en todos los macizos montañosos españoles, salvo del Pirineo.

La llegada a España de Obermaier estuvo marcada por el interés que mostraba hacia la Paleontología humana, la Arqueología y la Prehistoria, como ocurría también con una parte nada despreciable del clero intelectual de la época, en su intento de dilucidar el origen del hombre haciéndolo compatible con su fe católica. Obermaier había realizado sus estudios de prehistoria en Munich y en Viena; con posterioridad, conoce en París a M. Boule, Cartilhac y Breuil y, junto con este último, actúa como secretario del Congreso de Prehistoria de Mónaco de 1906 donde es presentado al príncipe Alberto, quien sufragará las campañas de excavación en Puente Viesgo que se inician a partir de 1909. Estos trabajos, no privados de disputas y desavenencias entre los diferentes equipos investigadores españoles y extranjeros (Hernández Pacheco, 1959: 726), sitúan a Obermaier en agosto de 1914, junto con Breuil y P. Wernert, en los yacimientos arqueológicos cantábricos de la Cueva del Castillo, en Puente Viesgo. En ese mes se declara la Gran Guerra, desgraciado acontecimiento que obliga a Obermaier a permanecer en nuestro país pero, también, circunstancia que benefició enormemente al conocimiento de nuestra prehistoria y de nuestras montañas, entroncándolo con los estudios europeos más avanzados del momento.

OBERMAIER Y EL GLACIARISMO

La formación de Obermaier en Viena a cargo de A. Penck y E. Brückner, entre otros profesores, tuvo en él una gran influencia, que se manifestó tanto en la coincidencia de algunas de sus preocupaciones científicas, como en la metodología de análisis empleada a la hora de plantearse el estudio del glaciario de las montañas. A. Penck había publicado ya, siendo profesor de Obermaier, su estudio sobre la acción modeladora de los glaciares en el Pirineo (Penck, 1883: 163-231) y había expuesto lo fundamental de la glaciación alpina en su trabajo conjunto de 1894 (Penck, Brückner y Pasquier, 1894: 1-86). Era un momento en que las hipótesis sobre la glaciación se debatían entre la interpretación monoglaciaria de Lory, Morillet y M. Boule y la partidaria de la existencia al menos de dos glaciaciones sucesivas defendida por Reuil y Vivien. Ya con el nuevo siglo, Penck y Brückner (1901-1909) publican su obra sobre los Alpes en época glaciaria en la que plantean la existencia de cuatro glaciaciones sucesivas, que denominan según cuatro afluentes del Danubio—Günz, Mindel, Riss y Würm—, a partir de la relación entre depósitos morrénicos, terrazas escalonadas y su grado de alteración y cementación. En los trabajos de campo que sirvieron para la realización de esta obra ya participó

Obermaier, considerándosele en algunas publicaciones como colaborador (Gómez de Llarena, 1946: 736). Los posteriores estudios de Obermaier contribuirán de una manera decisiva al arraigo en España de esta cronología glaciaria alpina por más que, desde el punto de vista de la geomorfología glaciaria, sólo encontrara en las montañas españolas las pruebas de una glaciación reciente y, en los Picos de Europa y en el Guadarrama, los argumentos para justificar la existencia de una glaciación previa a aquella. Únicamente identifica elementos que se pueden corresponder con las cuatro glaciaciones alpinas en la vertiente francesa de los Pirineos, ya que atribuye diferentes terrazas escalonadas a cada una de ellas, pero los depósitos morrénicos que localiza les asigna una edad Riss y Würm.

Pero A. Penck y E. Brückner no sólo influyeron en Obermaier proporcionándole el conocimiento de los avances que en aquel momento se tenían sobre la glaciación de la montaña alpina mientras era alumno de la Universidad de Viena e inmediatamente después, sino que también, y quizá esto sea lo más importante en su formación desde el punto de vista de la geografía física, le transmitieron un talante en la observación de las formas del relieve y su explicación que no era habitual en la época. Las últimas décadas del siglo pasado y las primeras del actual fueron años de elaboración de la geomorfología moderna con un notable desarrollo y arraigo en Europa de las teorías formuladas por W. M. Davis. En ellas, se planteaba el modelo de evolución del relieve basado en el *ciclo de erosión*, cuyos procesos fundamentales son los que define la *erosión normal*, entendida como la que ejercen fundamentalmente los ríos. Este modelo general implica una metodología deductiva en la que cada forma de relieve puede ser interpretada como un estadio o una parte del ciclo, intentando con ella, como han señalado diferentes autores (Gómez Mendoza, Muñoz Jiménez y Ortega Cantero, 1982: 36), una descripción sistemática y explicativa de los paisajes en la que los climas u otros factores explicativos no tendrían cabida. Pero, como señalan también dichos autores, el planteamiento que de las formas de relieve realizó A. Penck fue la *única alternativa al davisianismo capaz de resistir el enorme éxito de la "teoría del ciclo"*. El método aplicado por Penck consiste, al igual que el davisiano, en describir, clasificar e interpretar el origen y la evolución de las formas que presenta la superficie terrestre, pero considera que para ello es preciso el establecimiento previo de una taxonomía lo más completa posible de esas formas, la elaboración de clasificaciones basadas en su configuración fisionómica y la consideración de factores no estrictamente geomorfológicos, como el clima y su evolución o la vegetación pasada y actual (Gómez Mendoza, Muñoz Jiménez y Ortega Cantero, 1982: p. 37). Por tanto, es un método inductivo e integrador basado ante todo en la observación directa y detallada de las formas y en su explicación, en el que el modelo cíclico de Davis no tiene cabida por la mayor complejidad en la consideración de factores y elementos a la hora de explicar la evolución de las for-

mas del relieve. Es un método que se compagina bien con el quehacer en Arqueología y Prehistoria, ya que también en ella se describe, clasifica y explica de manera que, a medida que se avanza, se revisa y se hace más complejo el modelo, a diferencia de las técnicas davisianas en las que el modelo es unívoco.

Respecto a la investigación geomorfológica, Obermaier tuvo ocasión de poner a punto los métodos de trabajo aplicados por su maestro, Penck, a la hora de realizar su tesis doctoral sobre el Cuaternario en la vertiente francesa del Pirineo central y oriental (Obermaier, 1906a y 1906b), analizando y relacionando sus terrazas y depósitos glaciares; respecto a su visión integradora se manifiesta en todos sus trabajos, pero quizá su culminación se encuentre en su "*Hombre fósil*" donde realiza el mayor esfuerzo de integración entre los elementos geomorfológicos, el clima, los conjuntos florales y faunísticos y el desarrollo del hombre.

Con este sólido bagaje en la observación geomorfológica, H. Obermaier queda atrapado en España a causa de la Gran Guerra. Con ella acaba la financiación del Príncipe Alberto de Mónaco y es acogido, primero por J. Carballo en Santander y, después, por el Conde de la Vega del Sella en Nueva de Llanes.

EL INICIO DE LOS ESTUDIOS DEL GLACIARISMO EN ESPAÑA

En la incertidumbre de la situación de los investigadores extranjeros en España en agosto de 1914, el Conde de la Vega del Sella y E. Hernández Pacheco, que por entonces excavaban en la cueva de la Paloma, deciden proponer su asilo circunstancial en los laboratorios del Museo Nacional de Ciencias Naturales a aquellos que lo necesitasen. Con ello, mientras se aloja Obermaier en la casa del Conde de la Vega del Sella en Nueva, E. Hernández Pacheco y E. Bolívar realizan en Madrid las gestiones oportunas para la incorporación provisional de H. Obermaier en la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas del Museo. Este tiempo es aprovechado por Obermaier para realizar su estudio sobre los glaciares cuaternarios de los Picos de Europa.

Durante el mes de septiembre, Obermaier recorre junto a P. Wernert los macizos Central y Oriental de los Picos de Europa, y en el mes octubre termina de redactar, en Nueva, el estudio de la acción glacial sobre el relieve. Es posible que con este trabajo Obermaier pretendiera, además de realizar un estudio que directamente le interesaba y para el cual estaba suficientemente preparado, obtener una carta de presentación en el Museo Nacional de Ciencias Naturales mientras se resolvía su situación en España, de lo que se derivaría la rapidez de su ejecución y publicación, ya que el libro está en la calle en diciembre de 1914. Pero, aunque este hecho influyera, también es cierto

que, como veremos más adelante, sus trabajos sobre el glaciario en otros macizos montañosos españoles, además de ser grandes aportaciones, fueron realizados con una gran rapidez.

Los Picos de Europa, aunque agrestes y todavía poco frecuentados, disponían de una serie de infraestructuras que facilitaron su recorrido y, por tanto, la labor investigadora de Obermaier. Por un lado, las diferentes Sociedades mineras que explotaban los minerales de zinc y plomo en los Picos de Europa desde mediados del siglo anterior habían construido una red de caminos carreteros que se adentraban, hasta los 2.000 m de altitud, en el corazón de los macizos Central y Oriental. Por otro, los casetones en los que se albergaban los mineros, ingenieros y propietarios de explotaciones, situados por encima de los 1.700 m, eran utilizados habitualmente por todos los viajeros, cazadores y excursionistas que recorrían estas montañas y, también, por Obermaier. Además, en estos años ya se contaba con la suficiente experiencia y conocimiento de la complicada orografía de estas montañas. Las primeras ascensiones de C. de Prado (1846), se continuaron después, citando sólo las más sobresalientes, con las realizadas a raíz de los detallados trabajos cartográficos del Conde de Saint-Saud y P. Labrousche (1890-1908) e, incluso, con la conquista de la cima del Pico Urriello, considerada hasta entonces como inaccesible, por Pedro Pidal y Gregorio Pérez "el Cainejo" (1904). Tanto era así que ya se había constituido la primera sociedad de alpinismo en Potes, la Asociación Picos de Europa, entre cuyos fines contaba el fomento del turismo en la región, por medio de la difusión de bellezas y atractivos de los Picos de Europa, y el de proporcionar facilidades para realizar excursiones, tales como gestionar la solicitud de autorización de uso como refugio de los casetones que poseían las sociedades explotadoras de minas. Este ambiente había permitido que estuviera publicada entonces una magnífica guía de Liébana y los Picos de Europa en la que, aparte de proporcionar algunos datos geográficos que serán utilizados por Obermaier en su estudio, se describen una serie de itinerarios por los macizos central y oriental que le servirán de apoyo para sus recorridos (Liébana ..., 1913: 115-160) y se incluye un mapa que, aunque de pequeña escala, servirá de base para sus esquemas glaciológicos.

El interés particular de Obermaier sobre el glaciario en los Picos de Europa se centra especialmente en la búsqueda de un mejor conocimiento del Cuaternario intentando fijar la extensión máxima de los hielos, el límite de las nieves perpetuas durante el máximo glaciario y la periodización de las glaciaciones por medio de las huellas que dejaron impresadas en las formas del relieve. Aunque todo ello constituya un fin en sí mismo, Obermaier quiere ir más allá, y así lo hace explícito en sus conclusiones (Obermaier, 1914: 35), pues esto sólo sería un paso para intentar establecer las condiciones climáticas reinantes entonces, fijando así el ambiente con el que se encontró el *hombre cuaternario* para relacionarlo con sus movimientos y penetra-



ASPECTO QUE TENDRÍAN LOS GLACIARES DE VACARES, VALDECASILLAS, VALDEINFIERRO Y GUARNÓN EN LA ÉPOCA CUATERNARIA (Reconstrucción de los glaciares pleistocenos de Sierra Nevada. Probablemente el dibujo fue realizado por J. Carandell (Obermaier y Carandell, 1916b)).

ciones en la montaña. El intento no era nuevo; su maestro A. Penck había realizado previamente una monografía sobre el clima de España durante el Terciario y el período Diluvial, pero con datos aún insuficientes y escasos (A. Penck, 1894).

Estas preocupaciones serán las que retome inmediatamente después, junto con J. Carandell, relacionando los nuevos conocimientos adquiridos sobre la glaciación en los Picos de Europa y la sierra del Guadarrama en su monografía sobre la climatología cuaternaria en España (Obermaier y Carandell, 1915: 402-411). Esencialmente, en ella se intentan reconstruir los límites altitudinales de las nieves permanentes para los distintos macizos montañosos españoles, precisando las observaciones de A. Penck. Este trabajo será el punto de partida de una corta pero muy fructífera colaboración entre ambos investigadores sobre el fenómeno glaciario en nuestras montañas. Hacía poco tiempo que Carandell se había incorporado al Museo de Ciencias Naturales, realizando allí su doctorado bajo la dirección de Lucas Fernández Navarro, sobre las calizas cristalinas del Guadarrama. Ya entonces había manifestado sus buenas dotes para el dibujo, colaborando con Bernaldo de Quirós en la realización de panorámicas del Guadarrama, y también para la cartografía (López Ontiveros, A.: 1995, 148 y 158-160). Ambos, primero con Carandell de colaborador y después como coautor, realizan un estudio sistemático del glaciario en el Sistema Central –Gredos y Guadarrama– y en Sierra Nevada, con trabajos de campo hasta 1917, fecha en la cual Carandell deja el Museo y se incorpora como catedrático al Instituto de Cabra, recuperando únicamente la colaboración para el Congreso Geológico Internacional de 1926 (Obermaier y Carandell, 1926) aunque sin nuevas aportaciones.

Los recorridos por estas montañas se hacen siempre buscando el apoyo de la mejor cartografía existente en la época y, al igual que en los Picos de Europa, de los guías locales y de los clubs de montaña que por entonces estaban ya consolidados. El reconocimiento de la Sierra de Gredos estuvo facilitado por la Sociedad de Turismo Gredos-Tormes, de Hoyos del Espino, y por M. Amezúa, del Club Alpino Español de Madrid, que les proporciona múltiples croquis e informaciones toponímicas y topográficas. En Sierra Nevada es la Sociedad de Alpinismo los “Diez Amigos Limited” la que les proporcionará estas facilidades, ofreciéndoles incluso el albergue S. Francisco como base para sus itinerarios.

En todas estas montañas la exploración es parcial, pero está centrada en los valles más significativos o en los aspectos más controvertidos. Son controversias que proceden de la existencia entonces de una amplia bibliografía con interpretaciones variadas sobre la glaciación de estas sierras, a veces confusa y a veces contradictoria. En Gredos (Obermaier y Carandell, 1916a y 1917b) el estudio se refiere a la porción central de la vertiente septentrional, donde se dieron los aparatos glaciares más extensos, el de la Garganta de Gredos, el de la Garganta del Pinar y, uno más reducido, el de

Barbellido; solamente tres de los dieciséis valles glaciares que con posterioridad han sido descritos por otros autores (Vidal Box, 1932 y 1948, Martínez de Pisón y Muñoz, 1974). Sin embargo, sus observaciones detalladas les permitieron obtener conclusiones muy precisas sobre el conjunto de la glaciación de la Sierra de Gredos, situando los límites inferiores de los glaciares mayores y remarcando la profunda disimetría entre la vertiente septentrional, con aparatos de algo más de seis kilómetros, y la meridional, donde la ausencia del modelado glaciar es notable. El estudio de Sierra Nevada (Obermaier y Carandell, 1916b) es más completo respecto al número de aparatos glaciares reconocidos y aunque hay menos detenimiento en la explicación de las formas ello no fue obstáculo para ajustar unos límites de la glaciación que, hasta entonces, eran interpretados de manera muy variada: desde la ausencia total de la misma hasta su gran desarrollo por el valle del Genil, alcanzando los aparatos glaciares la ciudad de Granada. Igualmente ocurre para la Sierra del Guadarrama (Obermaier y Carandell, 1917a) donde, por un lado, realizan un detenido análisis sobre el conjunto glaciar de Peñalara, estableciendo límites muy precisos de su desarrollo y, por otro, plantean cuestiones generales que soslayan definitivamente las controversias sobre la extensión máxima de la glaciación. En el siglo anterior, diversos autores habían planteado la presencia de material morrénico a baja altitud y muy alejado de sus orígenes, a causa de la acción de glaciares de más de 20 km hacia el sur y de 7 km hacia el norte. A. Penck (1894) participó en la polémica al discutir el origen morrénico del material considerado en la vertiente meridional, en Torrelodones, y su hipótesis será refrendada por nuestros autores que les asignan un origen torrencial, ajustando la glaciación a algunas cabeceras en las que se desarrollaron glaciares sin lengua, de tipo pirenaico.

Otro de los aspectos destacables de la obra de H. Obermaier y J. Carandell es que contribuyen de forma notable a la fijación de los términos castellanos que identifican las formas de origen glaciar. Así, los vocablos que corrientemente emplean en sus trabajos, tales como circo, hombrera, morrena, valle glaciar, terraza fluvioglaciar, nunataks, campo de nevé..., irán consolidando una nomenclatura científica esencial para el posterior desarrollo de los estudios sobre el glaciario. Es un glosario que no sólo atiende a los aspectos descriptivos de las formas sino que cada una de ellas está ligada a los procesos que la originan, proporcionando así una dimensión explicativa al vocabulario específico. Además de las formas, hay múltiples referencias a los dos grandes procesos morfogenéticos glaciares, la excavación y el pulido, y, a su vez, se explican formas particulares en función del proceso que las genera. Así, en Sierra Nevada, al pie del Collado del Veleta y de los Tajos de la Virgen, definen unas morrenas cuyo origen está en relación con el deslizamiento por el plano inclinado de los neveros, acumulándose los derrubios a su pie, sin intervención del movimiento de la masa helada, lo que hoy co-

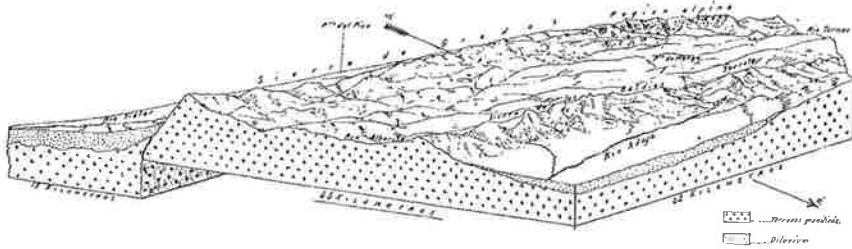


FIG. 1.—Diagrama bloque de la Sierra de Gredos.

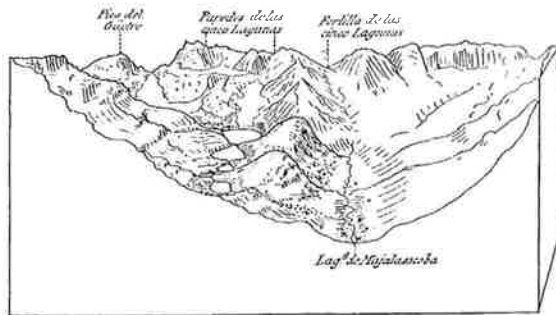


FIG. 3.—Circo del Glaciar del Pinar.

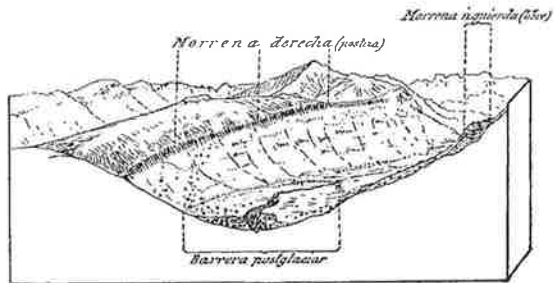


FIG. 7.—Glaciar del Pinar: Barrera postglaciar, cerca del final de la lengua.

Fig. 2. Bloques diagrama de la Sierra de Gredos. En ellos se incluyen tanto interpretaciones tectónicas como morfológicas (Obermaier y Carandell, 1916a).

nocemos como *morrenas de nevero*, distintas de las de origen glaciar, afectadas por el flujo del hielo. Tal fue el interés que despertaba este vocabulario que la Sociedad Española de Historia Natural dedica una sesión con el fin de fijarlo (Fernández Navarro, 1916: 86), para la cual Obermaier es ampliamente consultado.

Ambos autores, además de obtener unas informaciones precisas y bien documentadas acerca del hecho glaciar en nuestras montañas también fueron capaces de exponer sus resultados con gran claridad y rigor; y para ello emplearon excelentes herramientas, tales como los magníficos croquis realizados a partir de fotografías, los bloques diagrama y la cartografía de síntesis de las observaciones glaciomorfológicas. Las cualidades de Carandell para el dibujo fueron fundamentales en ello, aunque contados dibujos aparecen firmados por él. Los bloques diagrama de Gredos ofrecen con un simple vistazo tanto la interpretación tectónica del conjunto de la Sierra (Fig. 2a; Obermaier y Carandell, 1916a: 9) y su relación con la disimetría entre las vertientes septentrional y meridional, como la interpretación particular, con distintos puntos de vista, de la sucesión de circos, umbrales, cubetas y valle en artesa de la Garganta del Pinar (Fig. 2b, c y d; Obermaier y Carandell, 1916: 29 y 36). Además, es con estos dibujos con los que se introduce la técnica del bloque diagrama en España desde una perspectiva explicativa, ofreciendo visiones tectónicas de conjunto o modelados de detalle (López Ontiveros, 1995: 160).

Respecto a la cartografía, cuentan en sus publicaciones con la magnífica delineación de J. Melero, quien firma buena parte de sus representaciones. Pero lo destacable de ella reside en que en sus mapas encontramos ya una incipiente cartografía geomorfológica de detalle, verdadero impulso renovador en las técnicas gráficas que, con posterioridad, no se desarrollará hasta bien entrado el siglo. El mapa de conjunto de los glaciares del sector central de Gredos (Fig. 3) ofrece una representación de las formas glaciares, localizando de modo tan preciso como era posible los circos glaciares y los depósitos morrénicos y fluvio-glaciares junto a otras formas, también de origen glaciar aunque no especificado en la leyenda, como son los umbrales (representados por símbolos de cascadas en los ríos o por trazos simples cerrados) y las cubetas (representadas por su inundación, como lagunas). Esta representación sobrepasa con mucho la cartografía del glaciario de los Picos de Europa y, pensamos, puede ser considerada como el primer mapa de geomorfología glaciar realizado en España.

La aportación realizada por Obermaier con estos trabajos, junto a otros de menor envergadura investigadora, ya sea por tratar aspectos muy particulares y de escasa relevancia (Obermaier, 1921: 106-110) ya sea por constituir síntesis de los principales con el fin de insertarlas en obras de carácter más general (Obermaier, 1925), ha sido de gran importancia, ya que constituyen la primera interpretación sistemática, detallada y general, sobre el gla-

ciarismo de la Península Ibérica. Además, esta aportación se realizó en un momento en que se afirmaban hechos tan dispares como la existencia entonces de glaciares en algunas montañas, como en el Corral del Veleta o en los Picos de Europa, o que negaban la existencia de los mismos durante el Cuaternario, especialmente en Sierra Nevada. Prácticamente, sus conclusiones acerca de la extensión del fenómeno glaciar han prevalecido y han sido la base para el desarrollo de nuevos estudios en los que se ha ajustado y completado dicha extensión, añadiendo las cabeceras y valles modelados por los hielos no estudiados por ellos (especialmente en el Sistema Central y la Cordillera Cantábrica), o bien se han detallado los trabajos, aplicando nuevas ópticas de estudio como son, por ejemplo, las relaciones entre las formas de relieve de origen glaciar y las estructuras geológicas (Martínez de Pisón y Muñoz, 1972, Sanz, 1988, Castañón y Frochoso, 1986).

El aspecto más controvertido de las interpretaciones de Obermaier sobre el glaciarismo ha sido el de su cronología. Después de una prolongada etapa en la que se han admitido como válidas sus observaciones y argumentos sobre la adscripción al Riss y al Würm de los depósitos glaciares, algunos autores han discutido estas conclusiones, especialmente en aquellos macizos donde Obermaier describió sus huellas: la Sierra de Guadarrama y los Picos de Europa. En el primero de ellos, la presencia de un doble arco morrénico externo en el macizo de Peñalara, a unos 1.750 m de altitud, fue tomado como prueba de la existencia de dos glaciaciones diferenciadas. Sin embargo, recientes estudios (Sanz, C., 1988: 433-472) consideran su yuxtaposición como un fenómeno reciente que podría indicar la presencia de dos estadios diferenciados durante el pleniglaciar. El segundo, más complejo por la incorporación de argumentos que hacen intervenir depósitos cementados, considerados por Obermaier como interglaciares, lo trataremos seguidamente de manera más detallada.

EL GLACIARISMO DE LOS PICOS DE EUROPA SEGÚN OBERMAIER Y EL DESARROLLO DE LAS INVESTIGACIONES POSTERIORES

Pocos años antes que Obermaier, Carballo (1911) ya había supuesto la existencia de importantes glaciares en los Picos de Europa durante el Cuaternario, pero sin encontrar huellas de su acción, salvo unos depósitos cementados, colgados a bastante altura por encima de los fondos actuales de los valles y que supuso que constituían antiguos restos morrénicos. Aunque atribuyendo los depósitos a un origen distinto, Obermaier les dedicó también una especial atención y les dio el nombre de *gonfolitas*, con el que se conocían unas pudingas calcáreas que, en el Jura, aparecen en la base de la serie molásica oligocena. En el valle del Duje, entre los macizos Central y Oriental de los Picos de Europa, es donde Obermaier confirmó la gran importancia de

las gonfolitas en tanto que herencia morfológica y, por consiguiente, como testigos de las diferentes etapas morfogénicas cuaternarias. En este sentido, fijó su atención sobre unas rocas pulidas por los hielos que se encontraban recubiertas por un depósito de vertiente cementado, cuyo frente, a su vez, estaba mordido por la acción glaciaria. Con esta observación, encontró el argumento fundamental para apoyar su hipótesis acerca de la existencia de dos glaciaciones diferenciadas en los Picos de Europa. Concretamente, las gonfolitas tendrían una edad interglaciaria, al apoyarse sobre una roca calcárea pulida por los hielos de la glaciación más antigua y estar a su vez desmanteladas parcialmente por nuevos glaciares e incorporadas como material morrénico (segunda glaciación).

Según la interpretación de Obermaier, los hielos del máximo glaciar descenderían principalmente hacia el norte, dando lugar a importantes lenguas. Una de ellas resultaba de la confluencia de los hielos procedentes de Aliva y del valle de las Moñetas, en el alto Duje, situando sus frentes en las Invernales del Tejo (950 m). Otros frentes glaciares fueron situados por este autor a altitudes extremadamente bajas (230 m), basándose en dos tipos de huellas: por un lado, las hombreras colgadas por encima del fondo actual de las gargantas (principalmente, en la riega del Tejo, aguas abajo de Bulnes) y que constituirían antiguos fondos de artesas glaciares, mordidos luego por la incisión fluvio-cárstica postglaciaria; por otro lado, unos restos morrénicos en Puente Poncebos, a tan sólo 230 m de altitud.

Las conclusiones acerca de la existencia de dos glaciaciones diferenciadas tendrían gran trascendencia en las investigaciones desarrolladas a lo largo de los años siguientes: en las montañas de Reinosa, Francisco Hernández-Pacheco (1944) reiteró las ideas poliglaciarias de Obermaier, añadiendo incluso la existencia de huellas de otra glaciación más antigua, la Mindel. En los propios Picos de Europa, el mismo autor ratificaría unos años después (1959) las ideas del prehistoriador alemán.

Más tarde, sin embargo, E. Martínez de Pisón y M. Arenillas (1979) y nosotros mismos (Frochoso, 1980; Frochoso y Castañón, 1986), aparte de interpretar como depósitos de ladera las supuestas morrenas de Puente Poncebos y de atribuir a factores estructurales hombreras como las de la Riega del Tejo, pusimos de manifiesto el carácter equívoco de lo que Obermaier había definido como testimonios glaciares previos a la deposición de las gonfolitas, concretamente el pulimento de las rocas sobre las que se asientan, llegando a la conclusión de que la acción glaciaria es posterior en su totalidad a dichos sedimentos. En el valle del Duje, la extensión de los glaciares también sería en nuestra opinión menor de lo que suponía Obermaier: no llegaría a producirse la confluencia entre los glaciares de Aliva y de las Moñetas, como probaría la independencia de las respectivas morrenas del máximo, según puede observarse en el esquema geomorfológico que acompaña a este trabajo (Fig. 4).

Estas críticas no fueron obstáculo para que las ideas de Obermaier conocieran una especial revitalización en la segunda mitad de los ochenta. En su estudio sobre el karst del Macizo de Andara, Smart (1986) retoma los límites de la glaciación ya propuestos por aquél, pero también deduce de la relación entre la forma en artesa del Valle de Sobra, el relleno de conductos subterráneos abandonados y la tasa de profundización de la garganta del río Urdón, la existencia de una glaciación muy antigua, precuaternaria, de hace 3.0 millones de años, aunque corrige esta edad para llevarla a inicios del Cuaternario, hace 2 millones de años.

También siguiendo explícitamente la hipótesis que conjuga dos glaciaciones separadas por un intenso desmantelamiento fluvial y torrencial, J. I. Baylón-Misioné y G. Flor (1989) resucitan las ideas de Obermaier en el propio valle del Duje. Los testigos de la *fase glaciación antigua* serían las superficies pulidas en la parte alta de las laderas de Aliva; la *fase fluvial* que la sucede desmantela los depósitos glaciares anteriores y los recicla en torrenciales, cementándose y karstificándose posteriormente; por último, una *nueva fase glaciación, probablemente würmiense*, genera formas nítidas tanto de excavación como de acumulación. Estas últimas se corresponden con tres nuevas fases; una, caracterizada por la hipotética reunión del glaciar de Aliva con el de las Moñetas; otra, atestiguada por dudosos registros sedimentarios, pues se citan arcos morrénicos enmascarados por los derrubios de ladera de la Canal del Hierro; y la última, delimitada por las morrenas claras y visibles del frente del glaciar de Aliva que enlazan con la Llomba del Toro. Finalmente, esta corriente glaciación culminaría su retroceso con la construcción durante el Tardiglaciación de morrenas al pie de los farallones de Peña Vieja.

A finales de los años ochenta, eran pues abundantes los aspectos polémicos. Esto nos empujó a completar el trabajo que por nuestra parte habíamos realizado en la primera mitad de aquella década: la caracterización de los depósitos cementados y el establecimiento de una secuencia de acontecimientos en la evolución geomorfológica, basada en la relación entre las gonfolitas y las restantes formas de relieve del valle del Duje. Una vez establecido el contexto morfo-cronológico general, nos pareció conveniente contrastarlo con el estudio microscópico de las precipitaciones calcíticas que cementan los depósitos y con su datación radioisotópica por el método del Uranio-Torio.

La observación mediante microscopio óptico nos permitió diferenciar dos grandes tipos de cementación calcítica en las muestras: una cementación inicial rojiza, de carácter detrítico, en la que los microcristales de calcita se entremezclan con elementos clásticos calcáreos de tamaño variado, arcillas y algunos granos de cuarzo, y una cementación secundaria de cristales más fácilmente identificables, frecuentemente de talla espatítica o microespatítica, con crecimiento centrípeto en los huecos y grietas existentes en la cementación primaria o entre elementos detríticos mayores. Este tipo de

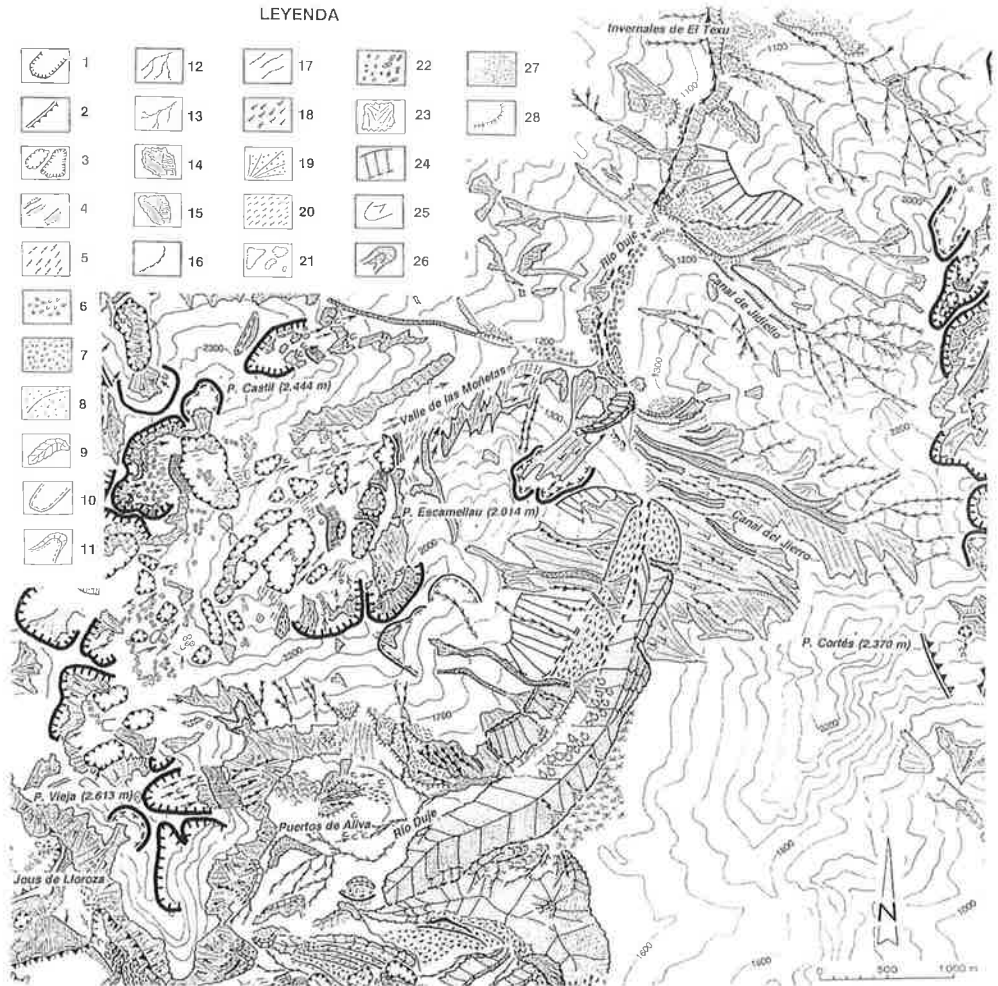


Fig. 4. Esquema geomorfológico del alto Duje. *Formas glaciares y nivales:* 1. Pared de circo; 2. Pared de artesa; 3. Cubetas glaciokársticas; 4. Umbral (en escalón o en barra); 5. Huellas de abrasión; 6. Rocas aborregadas; 7. Manto morrénico; 8. Loma en manto morrénico; 9. Cordón morrénico; 10. Nicho de nivación, circo incipiente; 11. Morrena de nevero. *Formas debidas a las aguas corrientes:* 12. Incisión lineal en rocas calizas; 13. Incisión lineal en pizarras; 14. Forma no representada en este mapa; 15. Canal amplia en pizarras o depósitos; 16. Borde de terraza aluvial; 17. Reguérón en depósitos; 18. Huellas de arroyada difusa; 19. Cono de deyección. *Formas kársticas:* 20. Principales conjuntos de lapiaz; 21. Dolinas; 22. Pozos, generalmente de origen nival. *Formas de origen indiferenciado:* 23. Depósitos de gravedad; 24. Vertientes regularizadas; 25. Nicho de arranque; 26. Lóbulo de solifluxión; 27. Depósitos cementados; 28. Escarpe en depósitos cementados.

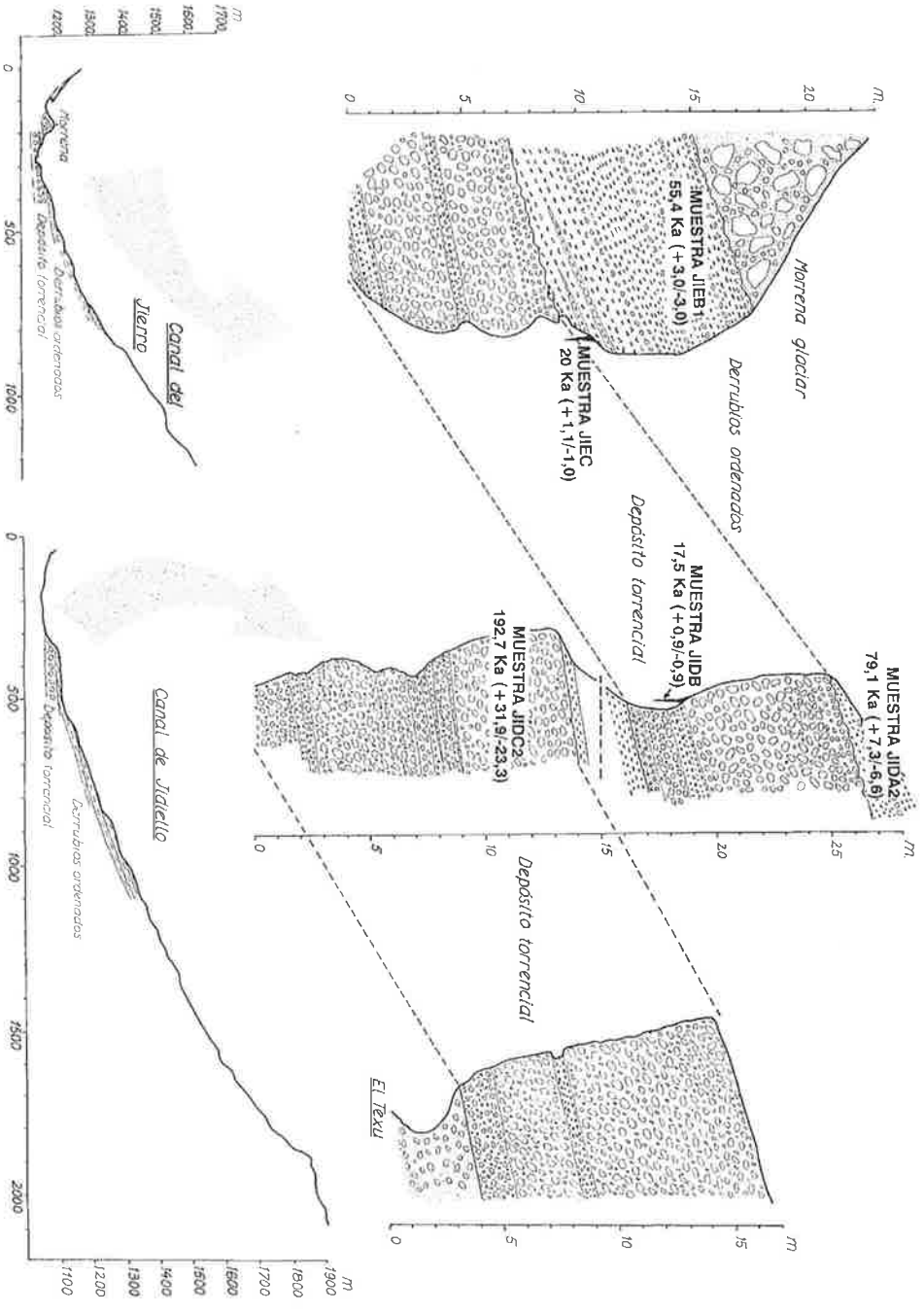


Fig. 5. Cortes estratigráficos en los depósitos cementados del Jierro, Jidiello y El Texu. Las edades están expresadas en miles de años (Ka).

crecimiento cristalino es propio de un medio freático, en el que las condiciones de encharcamiento permanente o semipermanente permiten un desarrollo de los cristales en todas direcciones.

Debido a la mayor pureza de la calcita en tales precipitaciones secundarias de origen freático, fueron éstas las elegidas para realizar la datación por el método del Uranio-Torio. Este método se basa en la presencia inicial en las precipitaciones calcíticas recién formadas de cierta cantidad de un isótopo de Uranio, el U^{234} , cuya progresiva desintegración a partir de entonces produce un isótopo de Torio, el Th^{230} . De este modo, la mayor o menor presencia proporcional de este último con respecto al U^{234} constituye un reloj que permite conocer la edad de la precipitación calcítica en cuestión.

Pero, en buena lógica con lo anterior, para que las edades deducidas de la relación $U^{234}-Th^{230}$ sean enteramente fiables, debe cumplirse una condición: en el momento inicial de la precipitación calcítica, el isótopo Th^{230} debe estar ausente; de otro modo, la edad deducida sería mayor que la real. Lamentablemente, una cierta cantidad de Torio de origen detrítico puede existir inicialmente, debido a su presencia en las impurezas arcillosas insolubles, arrastradas por las aguas junto con el carbonato cálcico en disolución, y que, en el momento de precipitarse este último, quedan fijadas con él. En las muestras del Duje, existe un indicio de que las edades deducidas de la relación $U^{234}-Th^{230}$ puedan estar "envejecidas": la abundante presencia de otro isótopo del Torio, el Th^{232} , que aparece normalmente asociado al Th^{230} de origen detrítico.

Aun teniendo en cuenta estas limitaciones, pensamos que la información suministrada por el estudio microscópico de las cementaciones calcíticas y su datación radioisotópica es de gran interés si se pone en relación con otros datos, como el aspecto y tamaño de los fragmentos que componen los depósitos cementados, la posición de las mismas respecto al fondo de valle y a las demás formaciones superficiales, especialmente las morrenas que culminan el conjunto, así como los efectos morfológicos de las sucesivas fases de karstificación. De este modo, podemos plantear la hipótesis de evolución geomorfológica que exponemos a continuación de modo provisional, a la espera de ir confirmándola o modificándola de acuerdo con nuevos datos.

Una primera generación de depósitos (Fig. 5) engloba elementos heterométricos y subangulosos, de claro origen torrencial, con los que se intercalan muy ocasionalmente algunos lechos de gravas angulosas. Estos materiales fueron transportados a lo largo de las canales afluentes, en cuya desembocadura al valle principal formaron grandes conos de deyección, cementándose con la intervención de aguas corrientes esporádicas o estacionales cargadas en carbonatos (cementación de tipo detrítico). Estas aguas provienen tanto de la propia escorrentía de las canales como de la del río Duje, que fue represado por aquellos conos de deyección. Con el progresivo endurecimiento de los depósitos, las aguas freáticas ejercieron una primera karstifi-

cación de conjunto que generó un relleno de las fisuras, poros y finas grietas por medio de la cristalización de calcita en ellas. La datación absoluta por U-Th de una muestra recogida en la canal de Jidiello (192,7 \pm 31,9/-23,3 Ka) revela que dicha precipitación calcárea se produjo, como máximo, durante el Riss, si utilizamos la terminología clásica, o en el interglaciar del estadio isotópico 7, si hacemos referencia a las curvas de paleotemperaturas obtenidas a partir del Oxígeno 18 de los sedimentos oceánicos, y a los registros procedentes de algunos rellenos kársticos de cavidades pirenaicas y alpinas (Maire y Quinif, 1991). Sobre esta base torrencial, se apoya otro conjunto de brechas cementadas que engloba elementos calcáreos de claro origen periglaciar; son gravas homométricas, angulosas y ordenadas en lechos.

El contacto entre ambas facies es discordante en todos los cortes que hemos observado, lo cual indica que entre el depósito de una y otra ha debido mediar al menos una fase de incisión. Sin embargo, los depósitos en facies periglaciar produjeron una vez más la obturación del valle principal, lo cual generó un nuevo proceso de relleno de fisuras por cristales de calcita, que datan del Würm antiguo. 79,1 \pm 7,3/-6,6 ka y 55,4 \pm 3,0/-3,0 ka son las edades deducidas a partir del análisis radiométrico de las muestras obtenidas respectivamente en los depósitos superiores de Jidiello y el Jierro.

Una vez consolidados los diferentes niveles, éstos fueron afectados en el tramo alto del valle por la acción glacial: las corrientes de hielo los dismantelaron parcialmente, en unos casos, y depositaron material morrénico sobre ellos, en otros. La abundancia de aguas de fusión en el sector terminal de los glaciares, así como de las aportadas por la fusión estacional de la nieve, implicaron una karstificación importante de todo el perfil de los derrubios cementados, dando lugar a la formación de pequeñas cavidades. En ellas se produjo una precipitación calcárea, que las rellena en buena medida, formando suelos de cavidad e incluso estalactitas y columnas de pequeñas dimensiones (del orden de la decena de centímetros) datada en el Würm más reciente tanto en el corte de Jidiello como en el del Jierro (17,5 \pm 0,9/-0,9 ka y 20,0 \pm 1,1/-1,0 ka respectivamente).

De lo hasta aquí expuesto puede concluirse que durante las fases previas al máximo glacial sólo hemos podido constatar la acción del frío a través de las gonfolitas en facies periglaciar (muestras JIDA2 y JIEB1) y, mucho más moderadamente, en el conjunto torrencial de Jidiello (muestra JIDC2). De todos modos, la observación de las muestras por medio de los microscopios óptico y de barrido electrónico no nos ha permitido reconocer ningún tipo de cristalización de carbonatos de los que, según T. Vogt (1984), son indicativos de un medio frío riguroso, con penetración importante del hielo en las formaciones superficiales. Así, los episodios fríos se corresponderían con unas condiciones de carácter periglaciar, que, a partir de unos 1.000 m de altitud, causarían ciclos hielo-deshielo presumiblemente numerosos pero poco duraderos, como los que hoy mismo se producen en los Picos de Europa por

Cuadro I. Dataciones absolutas de los niveles de gonfolitas en el Alto Duje

Muestra	[U] _{ppm}	²³⁴ U/ ²³⁶ U	²³⁰ Th/ ²³⁴ U	²³⁰ Th/ ²³² Th	²³⁴ U/ ²³⁸ U _{t=0}	Edad (m.a.)
JIDC2	0,171(+/-0,004)	0,948(+/-0,034)	0,820(+/-0,034)	3,1(+/-0,2)	0,910	192,7[+31,9/-23,3]
JIDA2	0,140(+/-0,004)	0,958(+/-0,033)	0,515(+/-0,029)	4,7(+/-0,5)	0,947	79,1[+7,3/-6,6]
JIEB1	0,101(+/-0,002)	1,124(+/-0,032)	0,403(+/-0,016)	2,7(+/-0,2)	1,145	55,4[+3,0/-3,0]
JIEC	0,203(+/-0,003)	1,062(+/-0,019)	0,169(+/-0,008)	1,4(+/-0,1)	1,066	20,0[+1,1/-1,0]
JIDB	0,367(+/-0,004)	1,033(+/-0,013)	0,149(+/-0,007)	4,6(+/-0,5)	1,035	17,5[+0,9/-0,9]

Resultados obtenidos en los laboratorios del CERAK, Mons, Bélgica.

encima de los 1.900-2.000 m de altitud. El período interglaciario que Obermaier hizo corresponder con la formación de las gonfolitas, vendría señalado en nuestra opinión por la incisión entre los depósitos cementados más antiguos, de facies predominantemente torrencial, y los de facies más nítidamente periglaciario, que a nuestro parecer corresponderían al wurmiense anterior a la única glaciación geomorfológicamente comprobable.

CONCLUSIONES

Las aportaciones que realizó H. Obermaier en el campo de la geomorfología glaciario en España, con muy escasos precedentes y durante el primer cuarto del siglo, dieron un impulso notable al conocimiento de nuestras montañas. El estudio sistemático del glaciario parece que respondió a un plan perfectamente establecido: el reconocimiento de los efectos de los hielos en los sistemas montañosos españoles según un progresivo descenso latitudinal, a lo largo de un transecto Norte-Sur, que implicó a la Cordillera Cantábrica, el Sistema Central y Sierra Nevada. Su importante contribución permitió fijar de un modo realista y riguroso la extensión de los glaciares pleistocenos en las montañas españolas; además, en un período de tiempo sorprendentemente breve, ya que los trabajos más significativos en este campo se desarrollaron entre 1914 y 1917. Así, los frentes de los hielos que él reconoció prácticamente son los mismos que, por regla general, hoy aceptamos. Por su parte, el objetivo de los trabajos posteriores ha sido, fundamentalmente, el de ajustar los límites de la glaciación pleistocena en los valles y montañas no reconocidas por él y el de detallar, bajo nuevas perspectivas, los efectos del hielo en formas de relieve y depósitos.

Sin embargo, la cronología de la glaciación que propuso Obermaier ha sido el aspecto más polémico de sus conclusiones. Los argumentos geomorfológicos que le sirvieron para deducir la existencia de dos glaciaciones sucesivas -Riss y Würm-, en las que la primera fue de mayor amplitud que la segunda, han dado lugar a la controversia, a pesar de haber sido admitidos

como válidos durante mucho tiempo. Fue en el alto valle del río Duje, en los Picos de Europa, donde encontró las pruebas más sólidas para apoyar aquellas conclusiones; en particular, a partir de las relaciones existentes entre las formas y depósitos glaciares y los derrubios cementados –las gonfolitas– que ocupan buena parte de las vertientes de este valle. Nuestro estudio detallado de las gonfolitas y su disposición respecto a los depósitos morrénicos, nos ha permitido deducir que, con anterioridad al máximo glaciar wurmiense reflejado en las nítidas morrenas del valle, la acción del frío sólo ha dejado sus huellas en un tramo de los derrubios cementados, el que se corresponde con la facies periglaciaria. Probablemente la edad de este tramo se corresponda con el Würm antiguo. Por su parte, los tramos de gonfolita infra-yacentes a éstos, sólo reflejan la acción de un frío mucho más atenuado ya que sólo se dan lechos ocasionales de gravas angulosas. Es posible que durante el Riss, u otros períodos fríos anteriores, también los glaciares ocuparan los Picos de Europa, pero los indicios expuestos sólo nos permiten pensar que debieron quedar en áreas más elevadas y restringidas que las que ocuparon con posterioridad, a no ser que sus huellas hayan sido borradas o permanezcan ocultas.

AGRADECIMIENTOS

Los resultados del estudio de los depósitos cementados que aquí presentamos fueron posibles gracias a la subvención económica que recibimos dentro del Programa de Ayudas a la Investigación suscrito entre la Universidad de Cantabria y la Diputación de Cantabria, siendo este proyecto el 17A 640 539, y es de justicia agradecerlo. Las dataciones absolutas de estos mismos depósitos se llevaron a cabo en los laboratorios del Centre d'Etudes et de Recherches Appliquées au Karst (CERAK), en Mons, Bélgica, y agradecemos tanto la amabilidad como la profesionalidad demostrada por sus miembros, especialmente la de su profesor responsable, Yves Quinif.

BIBLIOGRAFÍA

- CARBALLO, J. (1911): "Excursión geológica a los Picos de Europa (provincia de Santander)", en *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, XI, pp. 216-215.
- CASTAÑÓN, J. C. y FROCHOSO, M. (1986): "Morfología glaciar comparada en las montañas cantábricas (Sierra de Peña Sagra y Macizo Oriental de los Picos de Europa)", en *Ería*, 10, pp. 87-107.
- CASTAÑÓN, J. C. y FROCHOSO, M. (1994): "El periglaciario de la Cordillera Cantábrica", en Gómez, A.; Simón, M. y Salvador, F. (Eds.) *Periglaciario en la Península Ibérica, Canarias y Baleares*. Granada, SEG, Universidad de Granada y Servei de Gestió i Evolució del Paisatge de la Universitat de Barcelona, pp. 75-91.

- FLOR, G. y BAYLÓN-MISIONÉ, J. I. (1989): "El glaciario cuaternario de los Puertos de Aliva Macizo oriental de los Picos de Europa, occidente de Cantabria", en *Cuaternario y Geomorfología*, 3, 1-4, pp. 27-34.
- FROCHOSO, M. (1980): "El Macizo Central de los Picos de Europa y sus glaciares", en *Ería*, 1, pp. 67-87.
- FROCHOSO, M. y CASTAÑÓN, J. C. (1986): La evolución morfológica del alto valle del Duje durante el Cuaternario (Picos de Europa, NW de España)", en *Ería*, 11, pp. 193-209.
- GÓMEZ DE LLARENA, J. (1946): "Hugo Obermaier (1877-1946)", en *Estudios Geográficos*, 25, pp. 735-743.
- GÓMEZ MENDOZA, J.; MUÑOZ JIMÉNEZ, J. y ORTEGA CANTERO, N. (1982): *El pensamiento geográfico. Estudio interpretativo y antología de textos*, Madrid, Alianza Editorial, 530 p.
- GÓMEZ MENDOZA, J.; LÓPEZ ONTIVEROS, A.; MARTÍNEZ DE PISÓN, E.; ORTEGA CANTERO, N.; QUIRÓS LINARES, F. (1995): *Geógrafos y naturalistas en la España Contemporánea. Estudios de historia de la ciencia natural y geográfica*. Madrid, Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, 164 p.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1914): [COMENTARIO acerca de observaciones geológicas en los Picos de Europa, Asturias], recogido en *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, pp 407-408.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1959): *Prehistoria del Solar Hispano. Orígenes del arte pictórico*. Madrid, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie Ciencias Naturales, pp. 715-740.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1944): *Fisiografía, geología y glaciario cuaternario en las montañas de Reinosa*. Madrid, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie Ciencias Naturales, 190 p.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1959): "La morrena periglacial de Peña Vieja. Picos de Europa (Santander)", en *Soc. Port. de Antrop. y Etnogr.*, Vol. Homenaje a Mendes-Correia, Oporto, pp. 197-205.
- Liébana y los Picos de Europa*. (1913) Santander: Establecimiento tipográfico de "La Atalaya", 203 p.
- LÓPEZ ONTIVEROS, A. (1995): "Naturalismo y naturalistas en Andalucía: Juan Carandell Pericay (1893-1937)" en Gómez Mendoza, J.; López Ontiveros, A.; Martínez de Pisón, E.; Ortega Cantero, N.; Quirós Linares, F. (1995): *Geógrafos y naturalistas en la España Contemporánea. Estudios de historia de la ciencia natural y geográfica*. Madrid, Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, 127-162.
- MAIRE, R. y QUINIF, Y. (1991): "Mise en évidence des deux derniers interglaciaires (stades 5 et 7) dans les Alpes françaises du Nord", en *Speleochronos*, 3, pp. 3-10.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. y ARENILLAS, M. (1979): "Algunos problemas de morfología glacial en la España Atlántica" en *Acta Geologica Hispanica*, pp. 445-450.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. (1995): "La primera Geomorfología española", en Gómez Mendoza, J.; López Ontiveros, A.; Martínez de Pisón, E.; Ortega Cantero, N.; Quirós Linares, F. (1995): *Geógrafos y naturalistas en la España Contemporánea. Estudios de historia de la ciencia natural y geográfica*. Madrid, Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, pp. 81-106.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. y J. MUÑOZ (1972): "Observaciones sobre la morfología del Alto Gredos" en *Estudios Geográficos*, 129, pp. 597-690.

- OBERMAIER, H. (1906a): "Beiträge zur Kenntnis des Quartärs in den Pyrenäen. Das Garonnebecken zwischen Toulouse und Martres. Das Gebiet des Unterlaufs der Ariège. Quartäre Schotter und Terrassen-Funde", en *Archiv für Anthropologie*. N.F. 4, pp. 299-310.
- OBERMAIER, H. (1906b): "Beiträge zur Kenntnis des Quartärs in den Pyrenäen. Das Garonnegebiet zwischen Martres und St. Bertrand-de-Cominges. Das Neste und Adourgebiet bei Lannemezan und Orignac", en *Archiv für Anthropologie*. N.F. 5, pp. 244-262.
- OBERMAIER, H. (1914): *Estudio de los glaciares de los Picos de Europa*. Madrid, Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Serie Geológica nº 9, 41 p.
- OBERMAIER, H. (1921): "El glaciario cuaternario en el valle del río Ara y en el Parque Nacional de Ordesa (Pirineos)". en *Boletín de la Sociedad Ibérica de Ciencias Naturales*, 20, pp. 106-110.
- OBERMAIER, H. (1925): *El hombre fósil*, Madrid, Museo Nacional de Ciencias Naturales. Red. facsímil a cargo de Gómez Tabanera, J. M. (Ed.) (1985), Madrid, Ediciones Istmo.
- OBERMAIER, H. y J. CARANDELL (1915): "Datos para la climatología cuaternaria en España", en *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, xv, 402-411.
- OBERMAIER, H. y J. CARANDELL (1916a): *Contribución al estudio del glaciario cuaternario de la Sierra de Gredos*. Madrid, Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Serie Geológica, nº 14, 54 p.
- OBERMAIER, H. y J. CARANDELL (1916b): *Los glaciares cuaternarios de Sierra Nevada*. Madrid, Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Serie Geológica nº 17, 86 p.
- OBERMAIER, H. y J. CARANDELL (1917a): *Los glaciares cuaternarios de la Sierra de Guadarrama*. Madrid, Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Serie Geológica nº 19, 95 p.
- OBERMAIER, H. y J. CARANDELL (1917b): "Nuevos datos para la extensión del glaciario cuaternario de la Cordillera Central" en *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, t. xvii, pp. 252-260.
- OBERMAIER, H. y CARANDELL, J. (1926): "Sierra de Guadarrama. Excursión B2" en *XIV Congreso Geológico Internacional*. Madrid, 46 p.
- PENCK, A. (1883): "Die Eiszeit in den Pyrenäen", en *Mitt. Ver. f. Erdkunde*, pp. 163-231, traducido al francés (1885) "La période glaciaire dans les Pyrénées" en *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, xix, pp. 105-200.
- PENCK, A. (1894): "Das Klima Spaniens während der jüngeren Tertiärperiode und der Diluvialperiode", en *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*, xxix.
- PENCK, A.; BRÜCKNER, E. y PASQUIER, L. du (1894): "Le système glaciaire des Alpes", *Bul. Soc. Sc. Natur.*, Neuchâtel, xxii, 1894, 86 p.
- PENCK, A. y BRÜCKNER, E. (1901-1909): *Die Alpen im Eiszeitalter*, Leipzig, Tauchnitz, 3 vols., 1.199 p.
- QUINIF, Y. (1989): "La datation uranium-thorium", en *Speleochronos*, 1, pp. 3-21.
- SANZ HERRÁIZ, C. (1988): *El relieve del Guadarrama oriental*. Madrid, Comunidad de Madrid, Consejería de Política Territorial, 547 p.
- SMART, P. (1986): "Origin and development of glacio-karst closed depressions in the Picos de Europa", en *Zeitschrift für Geomorphologie*, Berlin, pp. 589-605.

- VIDAL BOX, C. (1932): "Morfología glaciario cuaternario del macizo oriental de la Sierra de Gredos", en *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, XXXII, pp. 117-135.
- VIDAL BOX, C. (1948): "Nuevas aportaciones al conocimiento geomorfológico de la Cordillera Central", en *Estudios Geográficos*, 30, pp. 5-52.
- VOGT, T. (1984): *Croutes calcaires: Types et Genèse. Exemples d'Afrique du Nord et de France méditerranéenne*. Strasbourg, Univ. Louis Pasteur. Inst. de Géogr. 228 p.