

Evolución y extensión del Glaciarismo Cuaternario de la Sierra de Neila (Cordillera Ibérica, Burgos)

Evolution and expanse of Quaternary Glaciarism of Neila Range (Cordillera Iberica, Burgos)

E. Sanz

Departamento de Ingeniería y Morfología del Terreno. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, C. y P. Profesor Aranguren, s/n Ciudad Universitaria 28040 Madrid. mt15@caminos.upm.es

RESUMEN

En el Würm se instalaron ocho pequeños glaciares en la cara norte de la sierra de Neila, que era ligeramente más alta que la actual, y que por la acción erosiva glacial hizo retroceder la divisoria unos 3,5 km² en superficie. En el máximo avance de los hielos, el límite de las nieves perpetuas se situaba aproximadamente a 1.750 m y, al igual que en las montañas de Urbión, la cota de las morrenas terminales guarda una estrecha relación con el área glaciada de cada valle, pudiéndose definir una función de distribución. Los bordes del glaciar más importante durante el máximo (Laguna Negra de Neila, con 4 km de longitud), han sido delimitados gracias a la presencia de megabloques procedentes de la capa del Grupo Urbión del Weald, que ha servido de trazador de morrenas laterales y terminales. Al máximo avance le sigue un retroceso continuado, con estabilizaciones temporales al sobremontar el glaciar dos escalones topográficos, relegándose finalmente a un glaciar-nevero de la fase de altitud. La reconstrucción aproximada de la topografía preglaciar de este valle explica el derrame inicial en el máximo hasta la cota 1.320 m, y la importante acción erosiva de este glaciar.

ABSTRACT

During Würm, eight small glaciers occupied the North face of Neila Range, slightly higher than current one. The glacier erosion action made the watershed retreat about 3,5 km² in surface. In the maximum advance of ice, the limit of perpetual snow was located proximately at 1750 meters, and as happens at Urbion Mountains, the level of terminal moraines keeps a close relation with the glaciated area of each valley, that makes possible to define a distribution function. The boundaries of the most important glacier during the maximum (Negra Lake of Neila, with 4 km length) have been delimited due to the existing megablocks coming from the Grupo Urbion layer of Weald, that has acted as a tracer of terminal and endings moraines. This maximum advance is followed by a continuous retreat, with temporal stabilization when the glacier crosses back through two topographical steps, pushed finally into a glacier-snowfield of altitude phase. The reconstruction of the preglacier topography of this valley explains the initial expansion in the maximum till 1320 m, and the important erosive action of this glacier.

Key words: Glaciarism. Würm. Morphogenesis. Neila Range.

Geogaceta, 37 (2005), 79-82
ISSN:0213683X

Introducción y encuadre geológico

La sierra de Neila (2.049 m), situada en la parte norte de la Cordillera Ibérica, es la continuación hacia el Noroeste de la sierra de Urbión (2.228 m), una vez pasado el puerto de la Neila (1.400 m), haciendo de divisoria entre la cuenca del Duero y la del Ebro. Constituye un relieve estructural en cuesta con dirección NO-SE, con el frente orientado hacia el Norte y un dorso de suave pendiente (unos 13°) que coincide aproximadamente con el buzamiento de las capas wealdicas, aunque en la zona donde se sitúan los

circos de los glaciares más importantes (Alto de la Campiña) los estratos se encuentran horizontales o subhorizontales.

El área glaciada ocupaba en su mayor parte los terrenos pertenecientes a la Facies Purbeck-Weald, aunque en las partes bajas de la sierra, donde terminaba el glaciar de la Laguna Negra de Neila, también afloraban los materiales carbonatados del Jurásico marino. Por encima de estos se sitúan los de la mencionada facies que, de abajo a arriba se pueden distinguir (Gil *et al.*, 1978): areniscas, conglomerados, y margas del Grupo Tera (150-200 m); le siguen unos 150 m de

areniscas, margas y limonitas (Grupo Oncala). Por encima se apoyan de 100 a 130 m de conglomerados muy duros del Grupo Urbión y, finalmente, más de 150 m de areniscas, conglomerados y arcillas del mismo Grupo Urbión.

Antecedentes

Jalonando la parte culminante de la sierra, adosados a la cara sombreada, aparecen ocho recuencos glaciares (Ortega y Centeno, 1987) que formaban glaciares-neveros y en algún caso con emisión de lenguas de escasa longitud. La fuerte pen-

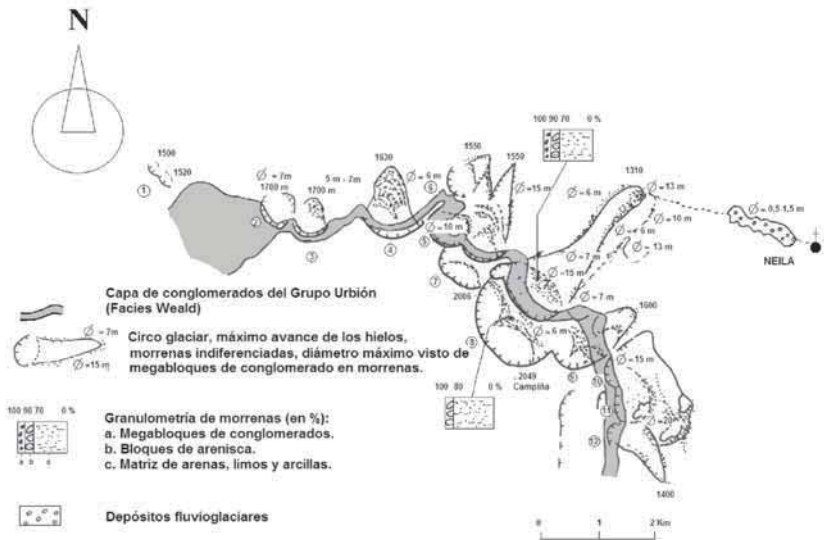


Fig. 1.- Algunas características granulométricas y litológicas de los depósitos glaciares y fluvioglaciares de la Sierra de Neila (Burgos).

Fig. 1. - Some granulometric and lithological characteristics of the moraine and fluvioglacial deposits of Neila Range (Burgos).

diente de la vertiente norte impedía el buen desarrollo de los glaciares al entrar rápidamente por debajo de la línea de nieves perpetuas. El glacialismo cuaternario fue inicialmente detectado por López y Riba (1957) y Alonso *et al.* (1981). Gil *et al.* (1978) ofrecen una cartografía parcial de las formas y depósitos glaciares, pero son Ortega y Centeno (1987) los que presentan una cartografía geomorfológica a escala 1/50.000 precisa y casi completa. García Ruiz *et al.* (1997) confirman la existencia de los depósitos alejados de los circos que cartografían esquemáticamente, cubriendo el espacio que quedaba pendiente por confirmar del trabajo anterior. Peñalba (1994), Peñalba *et al.* (1997), Sánchez Goñi y Hannon (1994) estudian la dinámica de la vegetación durante el Tardiglacial y el Holoceno en base al análisis polínico de varios depósitos lagunares de la Sierra de Neila. Vegas *et al.* (2001) identifican una sedimentación de turbiditas en la Laguna Grande de Neila, que se correlacionan con el retroceso del glacialismo de la Sierra en el Würmiense final; son 21.000 años de registro cuyo análisis polínico fue realizado por Ruiz Zapata *et al.* (2002), donde se ha identificado una fase de mejora climática anterior a los 20.965-19.875 cal. B.P.

Metodología y objetivos

El método de trabajo se fundamenta en la combinación de técnicas cartográficas, geomorfológicas, sedimentológicas, reconstrucciones de la topografía preglacial y estimaciones de tasas de erosión glacial así

como un análisis estadístico para determinar el límite de las nieves perpetuas y la cota del frente glaciar en el máximo.

Partiendo de los conocimientos previos, se ha realizado una cartografía geomorfológica a escala 1/10.000 de las formas y depósitos glaciares y fluvioglaciares en base a fotografía aérea y reconocimiento de campo. Tanto en la sierra de Urbión como en la de Neila, la fotografía aérea es especialmente útil para las áreas supraforestales (por encima de los 1800 metros, aproximadamente), pero en las partes bajas cubiertas de pinares se hace imprescindible el trabajo de campo, pues las morrenas laterales y terminales pueden quedar en muchas ocasiones tapadas y enmascaradas por el bosque.

Aparte de ello, se ha determinado de manera aproximada la granulometría y naturaleza litológica de los depósitos morrénicos. Para la reconstrucción de la verdadera extensión de los glaciares mediante la cartografía de morrenas laterales y terminales, ha sido útil en Neila y también en Urbión, la identificación en campo de megabloques de conglomerado transportados por los hielos desde su arranque en el nivel del Grupo Urbión que los ha suministrado, y que se sitúa a media/alta ladera de casi todos los circos de alimentación de los glaciares (Fig.1). Constituye por tanto esta capa un trazador muy interesante, que provee a las morrenas de grandes bloques (hasta 15-20 m, Fig.1), únicos testigos del paso del glaciar si los restantes depósitos más o menos térreos que les acompañaban desaparecieron posteriormente por erosión fluvial.

La acción erosiva de estos glaciares en la cabecera de los valles pudo ser relativamente significativa y producir modificaciones topográficas sustanciales. Es igualmente importante conocer cuál era el relieve preglacial de partida, es decir, el inmediatamente anterior a la instalación de los hielos. Estas dos circunstancias han podido influir en el propio desarrollo de los glaciares, aunque probablemente de manera muy secundaria respecto del clima y sus variaciones. Sin embargo, creemos que son dignas de tenerse en cuenta, más si cabe, en montañas que rozaban el límite de las nieves perpetuas.

El límite de las nieves perpetuas en el máximo glaciar podríamos definirlo de manera aproximada por las cotas medias de los neveros y glaciares de circo (suponiendo que la topografía actual es la inicial que, como veremos, no es exactamente así). Por otra parte, se hace una correlación estadística entre la superficie del glaciar en el máximo y la cota de las morrenas terminales para obtener la altitud de los frentes de aquellos glaciares que no conservan depósitos terminales.

Apoyado en las investigaciones y trabajos anteriores publicados, se ofrece un análisis e interpretación sobre la morfogénesis glaciar de la sierra de Neila que constituye el objetivo de este trabajo. Se hace intervenir para ello nuevos considerándolos a los habitualmente utilizados como clásicos en la evolución de los glaciares, como es, por ejemplo, la variación de la topografía por erosión de los hielos en el desarrollo del propio glaciar.

Evolución glaciar

El máximo glaciar

Las formas de erosión y los complejos laterales y terminales que se sitúan en las laderas y fondos de valle, respectivamente, solo permiten observar una fase de máximo avance de los hielos, sin marcados episodios menores. En esta fase, el área glaciada ocupaba una extensión de 10,7 km², menor que la de Urbión, (entre 22 y 28 km² dependiendo de si se consideran los neveros y glaciares rocosos de la vertiente Sur), donde la altitud media es algo mayor (Sanz, 2001).

En la figura 2 se representan las altitudes medias de los neveros de las sierras de Urbión (Sanz, 2001) junto con los de la sierra de Neila, agrupados según vertientes orientadas al Norte y al Este, ya que Neila careció de neveros en la cara Sur. Como se observa, la distribución altitudinal de los neveros en ambas sierras es muy parecida. En Neila varía entre 1750 m en la vertiente Norte y 1580 m en la del Este, donde se encuentra el límite más bajo, debido a la sobrealimentación por ventisca de la

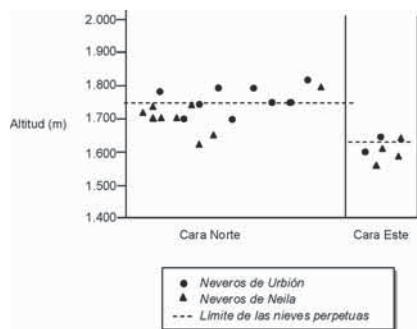


Fig. 2.- Distribución de neveros por altitudes y orientación correspondiente al máximo glaciar en las Sierras de Neila y Urbión.

Fig. 2.- Distribution of snowfield according to altitudes and corresponding orientation of maximum glacier at Neila and Urbión Range.

altiplanicie de innivación superior del dorso de la cuesta, donde hay 8 km² por encima de los 1800 m, con laderas de muy suave inclinación que no obstaculizaban el transporte eólico de la nieve por parte de los vientos del cuadrante Suroeste.

Por otra parte, en la figura 3 se relaciona la superficie de cada glaciar de la vertiente norte de Neila y Urbión en el máximo avance de los hielos, con la cota de la morrena terminal. En ambas montañas se sigue la misma distribución, lo que muestra, una vez más, el paralelismo del fenómeno glaciar, que es lo que por otra parte cabría esperar para sierras de semejante altitud, clima, orientación, geología y geomorfología preglaciar. Sirve también para confirmar, de alguna manera, la cota de las morrenas terminales observadas en campo de manera inequívoca, y para orientar la situación altitudinal de morrenas dudosas o mal conservadas.

Reconstrucción tentativa del relieve preglaciar

Podemos suponer que el relieve de las formas erosivas glaciares que se conservan actualmente en Neila son más o menos parecidas a las dejadas tras el abandono de los glaciares y neveros de la fase de altitud. En este relieve se destacan los marcados recuencos de los circos, relativamente profundos, cuasicirculares y muy simétricos, sobre todo el de la laguna Negra de Neila, de gran magnitud y forma de casquete semiesférico. A veces los circos interseccionan entre sí por interferencia del retroceso de los glaciares adyacentes. Los circos son como dentelladas hechas en la divisoria, donde cada glaciar ha hecho retroceder el frente de cuesta. La acción erosiva remontante hizo retroceder menos la capa de conglomerado cementado del Grupo Urbión que las capas blandas que se sitúan encima, generando dos circos escalonados en los

glaciares de Loma Bermeja y de la Laguna Negra, siendo más amplio el de arriba, lo que produjo un foco frío de alimentación más importante.

Podríamos reconstruir de manera aproximada el área que ha sido ganada a la vertiente norte por la acción erosiva glaciar, uniendo los diámetros orientados de los círculos ajustados en cada circo y considerando los bordes preglaciares que a veces se han conservado (Fig. 4) Se puede dibujar así y de manera tentativa la primitiva divisoria Duero-Ebro, que supone 3,5 km² de superficie por encima de los 1800 m ganada por el Ebro para la cara norte. Extrapolando la pendiente topográfica uniforme del dorso de la cuesta del Alto de la Campiña se alcanza una altitud máxima de cumbres en torno a los 2.150 m. En Urbión, por ejemplo extrapolando la pendiente estructural del buzamiento de la capa de conglomerados del Pico de Urbión (2.228 m) hasta el centro geométrico del circo glaciar de su cara norte se obtiene unas cimas que alcanzarían unos 2.400 m. Es decir la instalación de glaciares se hizo sobre montañas algo más altas y sobre valles poco excavados, al menos en Neila, donde se conservan cabeceras de valles poco profundos no afectados por la última glaciación. Estos valles iniciales podían tener mayor pendiente media y mayor altitud como se ha dicho, lo que pudo producir en el comienzo del máximo glaciar un derrame largo de los hielos hasta las cotas más bajas.

El retroceso desde el máximo, y la fase de altitud

A este máximo le sucede un retroceso que parece pudo ser más o menos constante en los glaciares de Hoya de la Tejera, Hoya de la Lengua y Loma Bermeja, donde se observan crestas paralelas de pulsaciones de retroceso y la separación en tres aparatos a partir de un único glaciar inicial. En la figura 4 se señalan los límites glaciados intermedios y de los glaciares de altitud, sin pretensión de correlaciones entre valles. Esto puede dar idea de las fluctuaciones de retroceso para cada glaciar.

La evolución más interesante nos la ofrece el valle de la laguna Negra de Neila que alojó el glaciar más importante de la sierra, con una longitud de 4 km en su máximo. Tenía dos circos escalonados, que hacían de único motor de alimentación, sobre todo el superior, que se hallaba suministrado de grandes cantidades de nieve por efecto de la ventisca del dorso meridional de la sierra, sin sobrealimentaciones eólicas significativas de los valles laterales. Esto le hizo tener una geometría simétrica. En el arranque de la len-

gua glaciar, a unos 1600 m se conserva el típico perfil transversal en forma de U. La lengua se hallaba flanqueada por morrenas donde actualmente abundan megabloques de conglomerado. En el lado derecho y paralela a la morrena lateral hay un retazo de tills correspondiente al inicio del máximo glaciar, cuando el hielo se expandía a lo ancho de esta ladera. Pero esto debió durar poco tiempo dada la pequeña envergadura de este complejo lateral, que quedó abandonado cuando el glaciar se encauzó definitivamente por el eje del fondo del valle principal, que fue posteriormente profundizando. La morrena terminal está actualmente algo degradada por la erosión del arroyo de Paul Grande, afluente del río Najerilla que nace 2,5 km más abajo en el manantial kárstico del Neila. Abundan en este complejo terminal los bloques grandes de conglomerado, algunos de tamaño decamétrico. Un kilómetro más abajo se han conservado de la erosión fluvial del mencionado arroyo una terraza fluvio-glaciar donde predominan los sedimentos de bolos y bloques de conglomerado de medio a un metro de tamaño medio, ya algo re-

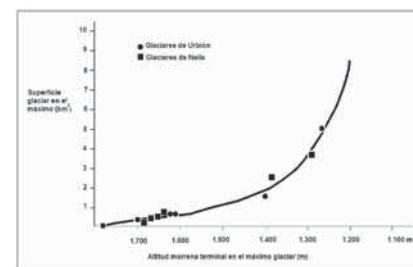


Fig. 3.- Relación de la superficie de la capa de hielo de los glaciares blancos de la vertiente Norte de las Sierras de Neila y Urbión con la altitud de las morrenas terminales durante el máximo glaciar.

Fig. 3.- Relation between the surface of ice layer of white glaciers of the North slope of the Urbión and Neila Ranges and altitude of terminal moraines during the maximum glacier.

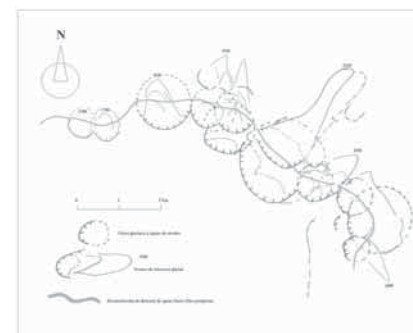


Fig. 4.- Reconstrucción de la divisoria de aguas preglaciar en la Sierra de Neila.

Fig. 4.- Recontruction of preglacier watershed divide at Neila Range.

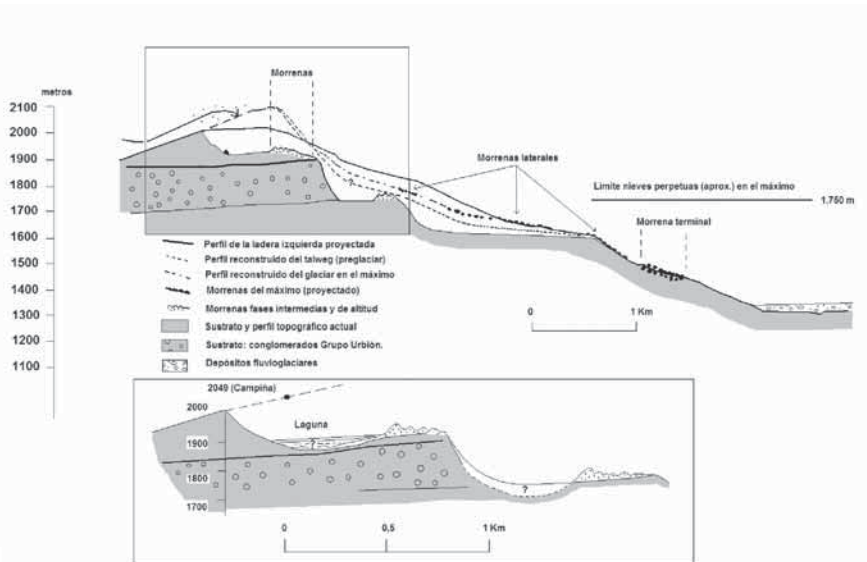


Fig. 5.- Reconstrucción esquemática del perfil topográfico preglaciar y del glaciar de la Laguna Negra de Neila en el máximo.

Fig. 5.- Schematic reconstruction of topographic preglacier profile and of Negra Lake of Neila in its maximum.

dondeados y que provienen de la destrucción del frente glaciar.

En la figura 5 se representa un perfil vertical por el eje del valle, donde se han proyectado las laderas laterales, el talweg actual, las morrenas laterales y terminales correspondientes al máximo, y las morrenas de las fases intermedias y de altitud situadas en los circos inferior y superior, respectivamente. Se ha proyectado también el fondo del valle inicial dibujado según una topografía inferida con las curvaturas de las líneas de nivel del valle adyacente, muy parecido a éste pero que no fue afectado por los hielos por debajo de la cota 1.600 m, que es la parte del valle que se ha utilizado para esta reconstrucción topográfica. Más arriba, se ha proyectado el perfil de la ladera izquierda y se ha dibujado la situación probable de las cumbres y divisoria, extrapolando la pendiente del dorso de la cuesta.

El retroceso debió ser bastante rápido ya que no se observan morrenas laterales intermedias, salvo la mencionada al principio, y las que cierran los circos corresponden a estabilizaciones temporales al sobre montar el glaciar dos escalones, uno a 1.650 m y el otro a 1.850 m. La morrena del circo inferior está constituida por materiales heterométricos, con cantos de areniscas (20%) y matriz arenosa y limosa de color marrón naranja (70%). Emergiendo de entre estos sedimentos aparecen los megabloques de conglomerado (10%). Los cantos de arenisca, las arenas y los limos proceden en su mayor parte del área fuente del circo superior, donde afloran las capas que están estratigráficamente encima del nivel de conglomerados del Grupo Urbión.

Quiere ello decir que esta morrena se creó cuando los dos circos estaban conectados por un único glaciar, lo que no impide que hubiera después un nevero residual adosado a la pared cuando el frente glaciar remontó definitivamente el escalón, ya que en el centro del circo no hay morrenas si no una depresión de sobreexcavación ocupada posteriormente por la Laguna de la Casca.

La ubicación de los bloques, bolos y megabloques de conglomerados en morrenas laterales, terminales del máximo y del circo intermedio, así como de los depósitos fluvio-glaciares, se estima en al menos unos 15.000.000 de m³, que supondría el retroceso de la capa de conglomerados entre 100 y 150 m. No se han considerado los detritus que pudiera haber disgregados en el fondo del valle o los que han sido transportados por el río mucho más aguas abajo. Se aprecia así el importante efecto erosivo del glaciar.

En el circo superior se observan varias morrenas que cierran las lagunas Larga y Negra. En general podemos incluirlas dentro de una misma fase de retroceso, pues presentan morfologías y características sedimentológicas parecidas. En diversos cortes estratigráficos de los taludes de los caminos que coronan estas morrenas, se aprecia que están formados por arenas, limos, arcillas, bloques y bolos de arenisca en su mayor parte; prácticamente no hay bloques de conglomerado, como es lógico, salvo en la parte externa del circo que han sido arrancados del fondo por sobreexcavación por parte del nevero-glaciar. La anchura y volu-

men de estas morrenas se debe por un lado a que estos glaciares, relegados a la umbría de los circos, tenían cierta capacidad de almacenamiento de hielo, y la inercia les hacía poco sensibles a las fluctuaciones poco importantes. Por otra parte, la anchura de las morrenas podría explicarse también por el efecto combinado de lo anterior y del retroceso por excavación de la pared del circo por el glaciar.

Agradecimientos

Queremos agradecer las sugerencias del revisor anónimo que han ayudado a mejorar este trabajo.

Referencias

Alonso, F., Arenillas, M., Sáenz, C. (1981). En: *El Espacio Geográfico de Castilla la Vieja y León*, Burgos, 23-45.
 Centeno, J. D., Real, C., Acaso, E. y Pedraza, J. (1991). En: *VIII Reunión Nacional sobre Cuaternario*, Valencia.
 García Ruiz, J.M., Ortigosa, L., Arnáez, J. y Pellicer, F. (1997). En: *Las huellas glaciares de las montañas españolas*. Santiago de Compostela, 360-363.
 Gil, G., Jiménez, S. y Zubeta, J.M. (1978) *Mapa Geológico de España 1/50.000 hoja nº 278 (Canales de la Sierra)*. IGME, Madrid.
 López, A. y Riba, O. (1957) En: *V Congreso Internacional INQUA*, Libro de resúmenes, Madrid-Barcelona, 109-110.
 Ortega, L. F. y Centeno, J. D. (1987). *Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural*, 82, 147-150.
 Peñalba, M.C. (1994). *Journal of Ecology*, 82, 815-832.
 Peñalba, M.C., Arnold, M., Guiot, M., Duplessy, J.C. y de Bealieu, J.L. (1997) *Quaternary Research*, 48,205-214.
 Ruiz-Zapata, B., Gil, M.J, Dorado, M., Valdeolillos, A., Vegas, J. y Pérez-González, A. (2002), *Revista Cuaternario y Geomorfología*, 16, 1-14.
 Sanchez Goñi, M. F y Hannon, G. (1994) *The Holocene*, 9, 39-57
 Sanz, E. (1994). *Dirección General del Medio Natural. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de Burgos (Informe inédito)* 94 p.
 Sanz, E. (2001) En: *Las montañas de Urbión, Cebollera y Cabrejas. Geomorfología y Patrimonio Geológico*. Edic. Exma. Diput. Soria, 224 p.
 Vegas, J., Pérez-González, A., Ruiz-Zapata, B. Y López García, M.J. (2001). En: *Actas del V REQUI/I CQPLI*, Lisboa, Portugal, 268-271.