CRONOLOGÍA GLACIAR PLEISTOCENA EN EL VALLE DE TRUEBA (CORDILLERA CANTÁBRICA): PRIMERAS DATACIONES

E. Serrano (1), JJ González Trueba (2), V. Turu (3) y X. Ros (4)

(1) Dpto. Geografía, Universidad de Valladolid. P1 Prado de la Magdalena s/n. 47011 Valladolid. serranoe@fyl.uva.es
(2) Dpto. geografía, Prehistoria y Arqueología. Universidad del País Vasco. C/Tomás y Valiente, s/n. 01007 Vitoria. jigtrueba@gmail.com
(3) Fundació P. Marcel Chevalier, Av. Príncep Benlloch 66-72, Dptx 307. AD 500, Andorra la Vella. igeofundacio@andorra.ad
(4) Geo3 SL, Av. Príncep Benlloch 66-72, Dptx 406. AD 500, Andorra la Vella. Principat d'Andorra. geo3@andorra.ad

Abstract (Pleistocene glacial chronology in the Trueba Valley (Cantabrian Mountains). First dating): *Advances on the absolute chronology of Pleistocene glacier evolution and environmental reconstructions have been made in different areas of Cantabrian Range. This work shows the glacial evolution of the Trueba Valley, in the Eastern Cantabrian Mountains, studied by glacial landforms and deposits and radiocarbon dating made on intramorainic peat bog of Bárcena and Espinosa. The external morainic complex shows a glacial extension maximum before 29.149-28.572 cal. years BP. Dating in Trueba valley are in agreement with previous dating in the Cantabrian Range and bears out the existence of a glacial maximum, previous to the European LGM. The most recent equilibrium glacial phase has been attributed by morphostratigraphic correlation to Late Pleistocene cold phases, previous to Tardiglacial ones.*

Palabras clave: Geomorfología glaciar, glaciaciones Pleistocenas, Último máximo glaciar, Cordillera cantábrica.
Keywords: Glacial Geomorpholoy, Pleistocene glaciation, Last glacial Maximum, Cantabrian Range.

INTRODUCCIÓN

La cronología glaciar pleistocena de las montañas cantábricas es aún poco conocida. Existen aportaciones realizadas en Redes, el Alto Sil y el Parque Nacional de Picos de Europa (Jiménez y Farias, 2002; Moreno et al. 2010; Jalut et al., 2010; Serrano et al., 2011) donde se han confirmado la existencia de un máximo avance glaciar previo al registrado en los Europa central y del norte. Este hecho está acorde con las observaciones y dataciones realizadas recientemente en los Pirineos (Hughes y Woodward, 2008; García Ruiz et al. 2010) pero son necesarios más estudios detallados y dataciones, para reconstruir la historia glaciar Pleistocena de la Cordillera Cantábrica.

El objetivo de este trabajo es presentar las dataciones realizadas en turberas del valle del Trueba y su correlación con las formas y la evolución glaciar, como aportación al establecimiento de una cronología glaciar de la Cordillera Cantábrica.

El alto valle del río Trueba (43º11´5´´N/43º3´52´´N-3º42´23´W/3º32´9´´W) se localiza en la Montaña Cantábrica oriental (Burgos), en la montaña Pasiega. Es un valle que parte de la divisoria entre las cuencas Cantábrica y Mediterránea (Fig. 1), formada por un cordal de moderada altitud que alcanza los 1718 m s.n.m. en Castro Valnera. La divisoria forma, al norte, una importante barrera orográfica de más de 1200 m. de altura, situada a 25 kms del mar, conlleva unas condiciones atlánticas con precipitaciones intensas y elevada nubosidad. Las precipitaciones superan los 2500 mm/año, si bien existen indicadores como las turberas de collado, que apuntan precipitaciones mayores de 3.000 mm/año y elevadas precipita-ciones horizontales. Estas condiciones de oceanidad estuvieron presentes durante el Pleistoceno. El con-junto de montañas constituye una amplia sucesión monoclinal de buzamiento sur, compuesta por calizas, areniscas, arcillitas y margas de edad Cretácica, pertenecientes a la Fm Weald. El valle del Trueba se inscribe en la formación Wealdense, en dirección NW-SE, para finalizar en la depresión ortoclinal de Espinosa de los Monteros.

METODOLOGÍA

La metodología de estudio se basa en el análisis morfoestratigráfico, la realización de sondeos eléctricos verticales y la datación radiométrica de los depósitos relacionados con las morrenas frontales de Espinosa de los Monteros y Bárcena.

La cartografía geomorfológica, con especial atención a las formas y depósitos glaciares, ha permitido la reconstrucción detallada de la morfoestratigrafía de la zona estudiada, así como la reconstrucción relativa de le evolución glaciar Cuaternaria.

Se han realizado catorce sondeos eléctricos verticales (SEV) de profundidades muy variadas y tres perfiles sísmicos de refracción, que han permitido conocer las características de los depósitos y formaciones superficiales del valle. Se han establecido tres unidades sedimentarias principales en la artesa y cubetas del Trueba, y se han analizado las depresiones intermorrénicas de Espinosa de los Monteros (Los Cuetos) y Bárcena, donde se ha estudiado la profundidad y tipología del depósito. Los sondeos mecánicos en las turberas intermorrénicas han permitido obtener seis muestras. Cuatro dataciones (Lab.^{14}ChronoCenter) obtenidas en edad radiocarbono convencional mediante Acelerador de Espectrometría de Masas (AMS) y calibradas mediante IntCal 09.14c (Reimer et al., 2009) han sido útiles para la reconstrucción glaciar.

MORFOLOGÍA Y EVOLUCIÓN GLACIAR

La morfología glaciar del valle del Trueba es bien conocida y existen una docena de estudios desde los años 30 del s.XX orientados a la descripción e interpretación del máximo glaciar. En la zona alta del macizo sobresale la ausencia de circos glaciares, lo que se interpreta como un gran domo glaciar del que partirían sucesivas lenguas divergentes (Lotze, 1962; Serrano y Gutiérrez, 2002). Hacia el sur se desarrolla la artesa glaciar del Trueba, valle en U de 8 kms de

longitud rellena de sedimentos glaciares (Serrano y Gutiérrez, 2002; Turu et al., 2007a) que finaliza en la depresión de Espinosa de los Monteros, donde se localiza el complejo morrénico frontal (Serrano, 1996).

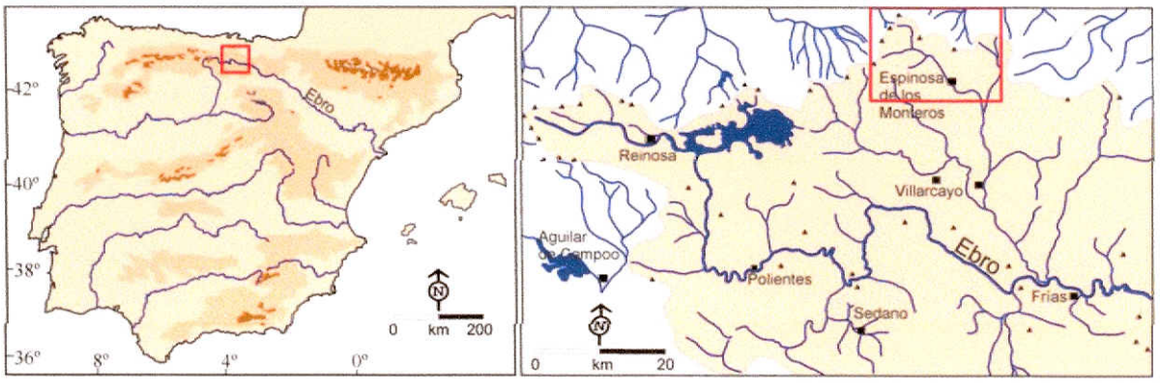

Fig. 1: Localización de la zona de estudio

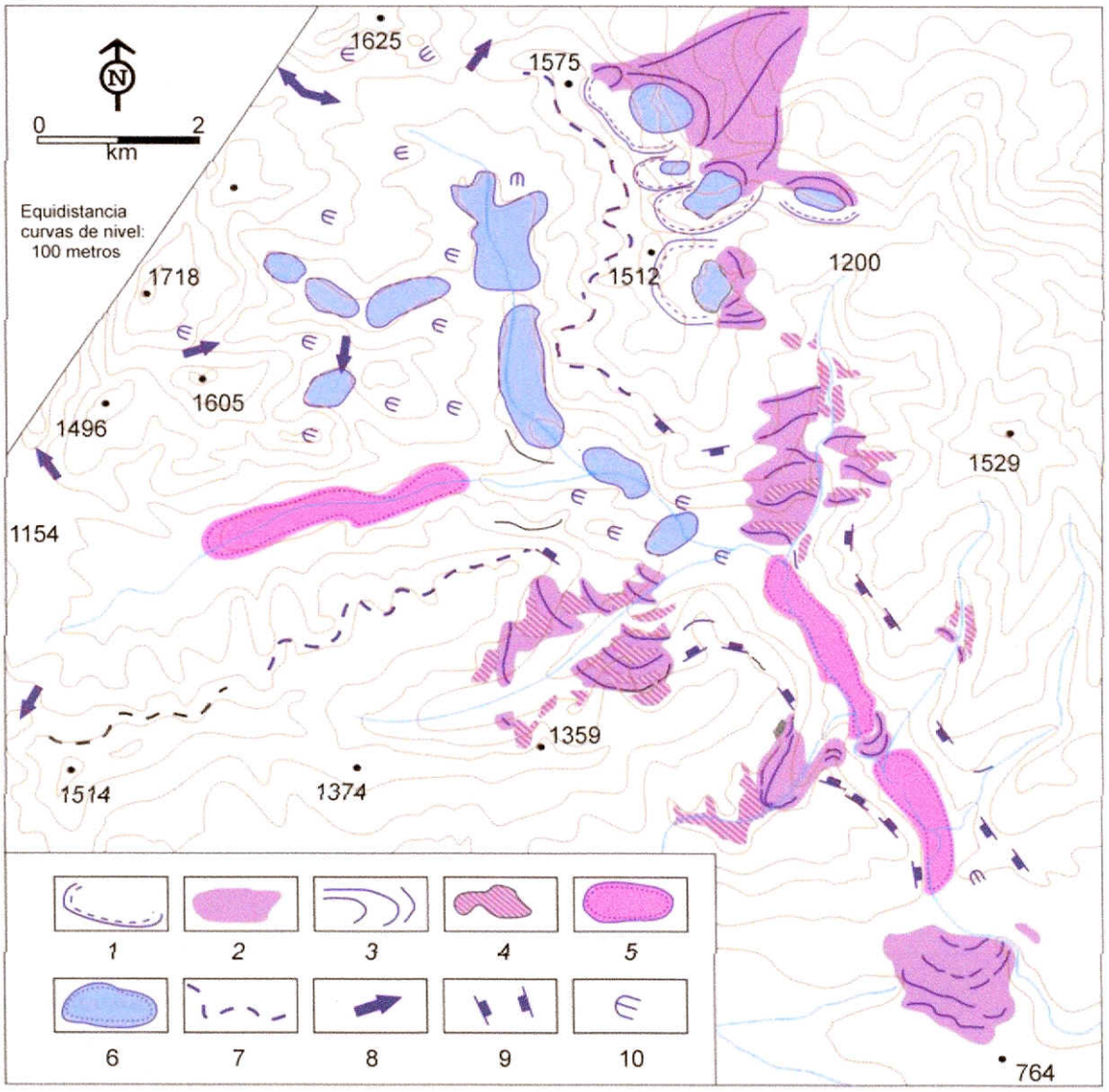

Fig. 2: Esquema glaciomorfológico del valle del Trueba y Castro Valnera. 1, circo glaciar. 2, till. 3, morrenas. 4, depósitos de obturación lateral. 5, cubeta de sobreexcavación glaciar. 6, cubeta glaciokárstica. 7, límite de icefield. 8, difluencias glaciares. 9, artesa glaciar. 10, abrasión glaciar y rocas aborregadas.

Tabla 1. Dataciones AMS en el valle del Trueba (Burgos):

Muestra	Tipo formación	Prof. (m)	Código Laboratorio	Edad ^{14}C B.P.	Edad Cal.
EM3	Turbera	1	UBA-15876	26082+/- 118	29149- 28572
EM4-1	Turbera	0,50	UBA-15877	8768+/- 42	7968- 7633
EM4-2	Turbera	1,40	UBA-15878	8186+/- 35	7310- 7077
EM4-3	Turbera	1,60	UBA-15879	10467+/- 42	10623- 10420

En la porción media de la artesa glaciar se sitúa el complejo morrénico frontal de Bárcena, y en los márgenes del valle se suceden los complejos morrénicos de obturación, algunos de gran desarrollo y complejidad (Fig. 2) que señalan con nitidez el *espesor máximo del hielo durante el Pleistoceno* (Serrano y Gutiérrez, 2002).
Los complejos morrénicos frontales y laterales y las unidades sedimentarias analizadas en la artesa glaciar del Trueba (Serrano, 1996; Serrano y Gutiérrez, 2002; Turu et al. 2007a) han permitido *reconstruir la evolución glaciar del valle. En los* complejos morrénicos frontales de Espinosa y Bárcena se han establecido las características y profundidad de las formaciones superficiales (Fig. 3). En ambos casos se trata de depósitos lacustres y de turbera reposando sobre till, en sendos vanos *intramorrénicos que representan dos fases de* equilibrio glaciar:

-**Máximo glaciar**, definido por las formas externas de los complejos frontales de Espinosa y laterales de Rioseco, La Sía, La Toba, La Cubilla y Maillo. Se caracteriza por una fase de Máxima expansión (fase Espinosa-Polideportivo), seguido de una fase de retroceso que permitirá el relleno del valle glaciar (Turu et al., 2007b), y un posterior reavance hasta posiciones cercanas a las de máxima extensión glaciar que genera los arcos morrénicos más voluminosos (Fase de Espinosa-Los Cuetos). Esta última ha sido datada en 29.149-28.572 años cal. B.P. (Tabla 1), lo que señala que el máximo glaciar es anterior a esta fecha. Esta fase se caracterizaría por una extensa lengua, de 8 kms de longitud, alimentada por un domo glaciar de aprox. 30 km^2 y moderada altitud (< 2000 m s.n.m.) que finalizaba a 750 m s.n.m..

-**Retroceso y estabilización glaciar**, fase de equilibrio glaciar (Fase Bárcena) tras un retroceso, que presentaba una lengua glaciar de 4,5 km de longitud y finalizaba a 783 m s.n.m. En la sucesión de morrenas se generaron lagunas intermorrénicas, donde se ha datado, a 1,60 m de profundidad, un depósito turboso de 10.623-10.420 años cal B.P.(Tabla 1). Este depósito presenta 5,5 metros más de profundidad, por lo que el complejo morrénico es claramente anterior a la edad datada, si bien no indica su posible adscripción al Tardiglaciar o a fases Finipleistocenas de equilibrio anterior.

DISCUSIÓN

La datación de la turbera de los Cuetos revela que el máximo glaciar es anterior a 29.000 años B.P. en la Montaña Cantábrica oriental. Durante el retroceso glaciar postmáximo, se depositaría el relleno de la artesa glaciar hasta Las Machorras (Turú et al., 2007a), que podría correlacionarse con la fase de sedimentación mayor, entre 48 y 38 Ka, de Jalut et al. (2010). Entre este periodo y los 29.000 años se depositaría el complejo morrénico frontal. Este avance glaciar datado inmediatamente antes de 29.149-28.572 años cal. B.P, está acorde con el gradiente E-W Pirineos-Cantábrica señalado por Jalut et al. (2010).

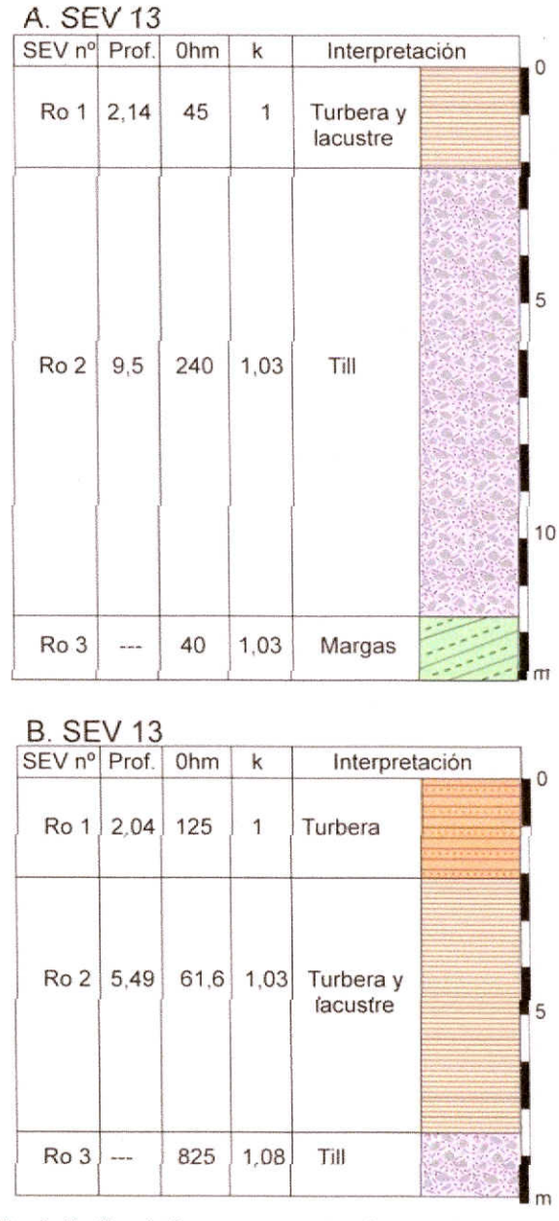

Fig. 3: Perfiles de las zonas muestreadas para la datación en Los Cuetos-Espinosa (A) y Bárcena (B). SEV nº: Capa geoeléctrica. Prof.: profundidad. Ohm: resistividad eléctrica (Ohm m). k: coeficiente de equivalencia entre la máxima y la mínima resistividad eléctrica posible.

En la Cordillera Cantábrica existen dataciones de la máxima extensión de los glaciares Pleistocenos en Redes (28.990±230 años. B.P., Jiménez y Farias, 2002), en el Sil (aprox. 44.000 años B.P., Jalut et al., 2010) y en los Picos de Europa (anteriores a 40.000 años. B.P. en Enol, Moreno et al., 2010; y 38.000

años B.P. en Áliva, Serrano et al., 2011). Estas dataciones coinciden con los resultados de Espinosa y señalan en la Cordillera Cantábrica, un período máximo glaciar anterior al último máximo glaciar Pleistoceno (LGM) del norte y noreste de Europa. En el Pirineo se han señalado diferentes retrocesos de los glaciares hasta 32.000 años B.P. (Jalut et al., 2010; ver García Ruiz et al., 2010), un período caracterizado por el frío intenso y la máxima expansión de los glaciares.

En la Cordillera Cantábrica se ha registrado un período de equilibrio glaciar posterior al máximo glaciar, entre 20.000 y 18.000 años B.P., en Redes, Enol y Áliva (Jiménez y Farias, 2002; Moreno et al. 2010; Serrano et al. 2011). Este periodo es anterior o coetáneo con el Último Máximo Glaciar Pleistoceno del centro de Europa, señalando la presencia de una nueva fase fría, pero más atenuada que la anterior.

En Enol se ha detectado un periodo frío Finipleistoceno, entre 14.500 y 13.500 años B.P. (Moreno et al. 2010) que se ha correlacionado con los restos morrénicos de la alta montaña de los Picos de Europa (Serrano et al. 2011). La existencia de complejos morrénicos glaciares en circos de altitud es común en muchos macizos de la Cordillera Cantábrica (desde Ancares hasta Campoo), pero siempre en montañas de mayor altitud de 2000 metros y generadas por glaciares de reducidas dimensiones. Por ello, el complejo de Bárcenas, anterior a 10.500 años B.P. es más factible correlacionarlo con una fase Finiglaciar de retroceso como la detectada en Redes, Enol y Áliva, que con el Tardiglaciar.

CONCLUSIONES

En la vertiente meridional de Castro Valnera se han registrado dos fases glaciares principales, un máximo glaciar, con una Fase de máxima expansión (Espinosa-Polideportivo) y una Fase de avance y equilibrio (Espinosa-Los Cuetos), la última muy pulsadora, y una fase de retroceso y estabilización glaciar alojada en el interior de la montaña.

La cronología absoluta muestra que la expansión glaciar máxima en el macizo de Castro Valnera y valle del Trueba es anterior a 29.149-28.572 años cal. B.P. En este periodo el glaciar se sitúa a un millar de metros respecto a la máxima expansión y es cuando se generó la turbera de los Cuetos. Esta cronología está conforme con estudios previos realizados en la Cordillera Cantábrica y permite confirmar un máximo glaciar anterior al LGM del norte de Europa. Con posterioridad, una nueva fase de retroceso y estabilización ha sido atribuida también al Pleistoceno, si bien no se puede realizar una adscripción absoluta al Finiglaciar o al Tardiglaciar. A partir de las características glaciomorfológicas y por correlación con otras zonas estudiadas, se apunta que pertenecerían a fases frías anteriores al Tardiglaciar.

Este estudio muestra el interés de las turberas de la montaña cantábrica para la datación de la evolución glaciar y la reconstrucción paleoambiental, siendo necesarias más dataciones en los niveles más profundos de las turberas estudiadas.

Agradecimientos: Este trabajo forma parte de los proyectos CGL2010-65295/BTE (MCINN) y OAPN 053/2010 (MMARM).

Referencias bibliográficas

García-Ruiz, J. M., Moreno, A., González, P., Valero B. & Martí, C. (2010). La cronología del último ciclo glaciar en las montañas del sur de Europa. Una revisión. *Cuaternario y Geomorfología*, 24, 35-46.

Hughes, P.D. & Woodward, J.C.(2008). Timing of glaciation in the Mediterranean mountains during the last cold stage. *Journal of Quaternary Science*, 23, 575-588.

Jalut, G., Turu, V., Dedoubat J.J., Otto, T., Ezquerra, J., Fontugne, M., Belet, J.M., Bonnet, J., García, A., Redondo, J.M., Vidal, J.R. & Santos, L. (2010). *Palaeoenvironmental studies in NW Iberia (Cantabrian* range): Vegetation history and synthetic approach of the last deglaciation phases in the western Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 297, 330-350

Jiménez, M. & Farias, 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). *Geodinamica Acta*, 15, 93–101.

Lotze, F.(1962). Pleistozäne Vergletscherungen im Ostteil des Kantabrischen Gebirges (Spainien). *Abhandlungen der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Klasse Jahrgang*, 2, 3-21.

Moreno, A.; Valero Garcés, B.L., Jiménez, M., Domínguez, M.J., Mata, M.P., Navas, A., González sampériz, P., Stoll, H., Farias, P., Morellón, M., Corella, J.P. & Rico, M.T.(2010). The last glaciation in the Picos de Europa Nacional Park (Cantabria Mountains, nortern Spain). *Journal of Quaternay Science*, 25, 1076-1091.

Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Ramsey, C.B., Buck, C.E., Burr, G.S. RL Edwards, Friedrich, M., Blackwell, P.M., Grootes, T.P., Guilderson, J., Hajdas, I., Heaton, T.J., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., McCormac, F.G., Manning, S.W., Reimer, R.W., Richards, D.A., Southon, J.R., Talamo, S., Turney, C.S.M., van der Plicht, J. & Weyhenmeyer, C.E. (2009). IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0 to 26 cal. kyr BP. *Radiocarbon*, 51, 1111-1150.

Serrano, E.(1996). El complejo morrénico frontal del valle del Trueba (Espinosa de los Monteros, Burgos). *Cuadernos del Laboratorio Xeoloxico de Laxe*, 21, 737-747.

Serrano, E., Gutiérrez, A.,(2002). El glaciarismo Pleistoceno en la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica (Montañas de Palencia, Cantabria y Burgos). En: *Geomorfología y Paisaje* (Serrano, E. y García, A. eds.). Sociedad Española de Geomorfología-UVa, Valladolid, 91-161.

Serrano, E., González Trueba, J.J.; González García, M. (2011). Mountain Glaciation and Paleoclimate Reconstruction in the Picos de Europa (Iberian Peninsula, SW Europe). *Quaternary Research*, en revisión.

Turu, V., Ros, X., Serrano, E., Gonzalez Trueba, J.J. (2007a). Prospección geofísica y geomecánica del valle del Trueba (Cordillera Cantábrica): estructura del relleno sedimentario del fondo del valle glaciar. En: *Contribuciones al estudio del Periodo Cuaternario. XII Reunión Nacional de Cuaternario.* (Lario,J. y Silva, P.G., Eds.), AEQUA, Ávila, (España), 57-58.

Turu, V., Boulton, G.S., Ros, X., Peña, J.L., Martí, C.E., Bordonau, J., Serrano, E., Sancho, C., Constante, A., Pous, J., Fàbregas, J., Gonzalez, J.J., Palomar, J., Herrero, R. & Garcia-Ruiz, J.M. (2007b). Structure des grands bassins glaciaires dans le Nord de la Péninsule Ibérique: comparaison entre les vallées D'Andorre (Pyrénées Orientales), du Gállego (Pyrénées Centrales) et du Trueba (Chaîne Cantabrique). *Quaternaire*, 18-4, 309-325.