

Estudio sedimentológico y mineralógico de los depósitos aluviales y fluvio-lacustres holocenos de los Baños de Ariño. (Cordillera Ibérica, NE de España)

Sedimentological and mineralogical analysis of the Holocene alluvial and fluvio-lacustrine deposits in Los Baños de Ariño area. (Iberian Range, NE Spain)

A. Muñoz, A. Pérez, M. J. Mayayo, A. Luzón, A. Yuste y M. A. Soriano

Dpto. Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza 50009 Zaragoza. armunoz@unizar.es

Resumen: Se han analizado los depósitos holocenos del curso medio del río Martín, cerca de Ariño (Teruel). La edad de la serie, basada en dataciones ^{14}C , se sitúa entre 9,7 y 7,1 ka cal BP. Se han identificado 4 litofacies: gravas, arenas, margas y tobas. Las características de gravas y arenas no son homogéneas y responden a la existencia de un curso fluvial principal con aportes aluviales laterales. El sistema sedimentario también estaría alimentado por aguas subterráneas muy mineralizadas. Los niveles de toba corresponden a acumulaciones de fitoclastos y, localmente, a fitohermos. Los resultados del estudio sedimentológico y mineralógico evidencian cambios ambientales durante la primera parte del Holoceno. Se interpreta un intervalo climático árido al comienzo del Holoceno que controló el desarrollo de abanicos aluviales cortos, perpendiculares al río, en relación con una etapa importante de agradación sedimentaria localmente asociada con paleoflojas. Los depósitos tobáceos presentes en la parte superior de los tres perfiles estudiados se relacionan con una etapa posterior más cálida y húmeda (Óptimo Climático del Holoceno) que permitió el encharcamiento del sistema y un menor aporte clástico por el desarrollo de laderas más vegetadas y estables.

Palabras clave: Sedimentación fluvial, Tobas, Evolución ambiental, Holoceno, Ariño.

Abstract: The Holocene deposits in the medium reaches of the Martín River in the vicinity of Ariño (Teruel) have been analysed. The sedimentary system would be fed by highly mineralized groundwater but also from surficial waters. The age of the succession, based on ^{14}C , spans from 9.7 to 7.1 ka cal BP. Four lithofacies have been distinguished: gravel, sand, marl and tufa. Gravel and sand features are not homogeneous, due to the existence of a main fluvial thalweg but also lateral local alluvial supplies. Tufa levels are commonly made on phytoclasts although phytoherms also exist. Sedimentological and mineralogical results evince the existence of paleoenvironmental changes during the first part of the Holocene. An arid climate interval is interpreted during the Holocene onset. This interval controlled the development of short alluvial fans that expanded towards the axial river area in relation to a noticeable alluviation stage, locally associated with paleofloods. Tufas in the uppermost part of the three studied profiles are correlated with a later warmer and humid stage (Holocene Climate Optimum), when climate conditions favoured the development of ponded systems and a decrease in clastic contribution by developing more stable vegetated slopes.

Key words: Fluvial Sedimentation, Tufas, Environmental Evolution, Holocene, Ariño.

INTRODUCCIÓN

En el curso medio del río Martín, entre las localidades de Ariño y Albalate del Arzobispo (Teruel) se localiza un conjunto de depósitos aluviales y fluvio-lacustres holocenos, cuya presencia fue puesta de manifiesto por Lozano et al. (2004). Estos autores realizan una cartografía geomorfológica y definen tres niveles de terrazas encajados que denominan como Terraza Travertínica Alta (55 m sobre el cauce actual del río), Media (30-35 m) y Baja (15-20 m), a las que atribuyen unas edades, basadas en dataciones U/Th, de 157 ± 12 ka BP, $17,8 \pm 0,5$ ka BP y 9,6 ka BP, respectivamente. Anteriormente, Utrilla y Rodanés (2001) dieron a conocer la existencia de un yacimiento Epipaleolítico, que denominaron como "Abrigo de los Baños de Ariño", con abundante utillaje lítico y restos

de habitación y cenizas, al que atribuyeron una edad de $7,5 \pm 0,1$ ka.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos del estudio sedimentológico y mineralógico realizado a partir del levantamiento de tres perfiles localizados en el entorno del manantial de los Baños de Ariño (Fig. 1) y se aportan nuevas dataciones radiométricas de ^{14}C . La caracterización de las facies, detríticas y carbonatadas, generadas dentro de un sistema fluvio-lacustre con aportes aluviales laterales, permite ampliar el conocimiento de la evolución ambiental de este sector del río Martín a lo largo del Holoceno, así como plantear una mejor aproximación a las causas de dicha evolución.

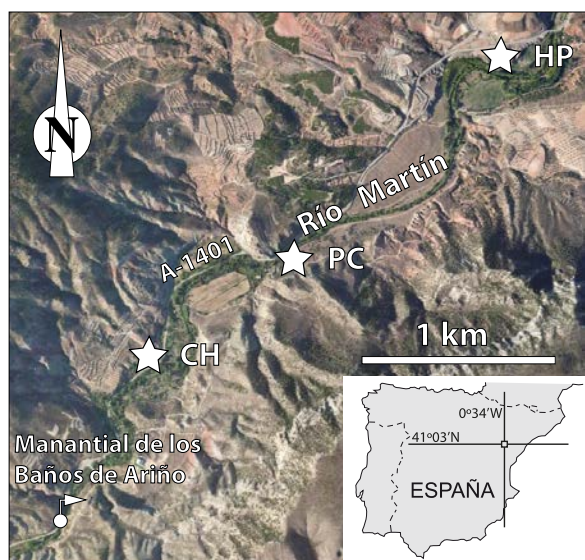


FIGURA 1. Situación del área de estudio y localización de los perfiles levantados. CH: Chopera. PC: Puente Colgante. HP: Huerta Perales.

METODOLOGÍA

Las muestras estudiadas proceden de las campañas de campo realizadas en noviembre de 2013, mayo y junio de 2015 y febrero de 2016. Los perfiles levantados se sitúan a lo largo del curso medio del río Martín, en el entorno de los Baños de Ariño. Se ha realizado la caracterización de facies atendiendo a la litología, color, tamaño de grano y estructuras sedimentarias. Los estudios de laboratorio han consistido en la realización de levigados y estudios mineralógicos de la muestra total y de la fracción arcilla. Los análisis mineralógicos de las muestras por difracción de rayos-X se efectuaron con un difractómetro de polvo *Philips PW 1710* de los SAI de la Universidad de Zaragoza. La cronología de la serie se basa en dataciones radiométricas (^{14}C) realizadas en los laboratorios *Beta Analytic* de Florida y en el Centro Nacional de Aceleradores (Sevilla) y calibradas con los programas INTCAL 13 y Calib 7.0, respectivamente. Para la cartografía de facies sedimentarias y correlación de perfiles se han utilizado las fotografías aéreas escala 1:33.000 vuelo director del Ejército del año 1956, y mapas a escala 1:5.000 y ortoimágenes del Gobierno de Aragón (IDEAragón).

RESULTADOS

Los perfiles estudiados (Figs. 1 y 2) han sido denominados como Chopera (CH), Huerta Perales (HP) y Puente Colgante (PC). Los dos primeros se sitúan en la margen izquierda del cauce actual del río Martín, mientras que PC se sitúa en la margen derecha. La correlación entre los diferentes perfiles (Fig. 2) se ha realizado por criterios cartográficos de seguimiento de líneas de capa fotogeológicas y control topográfico, dado que la serie se encuentra prácticamente

horizontal, con suaves buzamientos desde los márgenes hacia el cauce del río.

La serie conservada tiene un espesor máximo medido de 17,2 metros. Su edad, basada en las dataciones de ^{14}C , se sitúa en un rango entre 9,7 y 7,1 ka cal BP. Se relaciona, por tanto, con la terraza denominada por Lozano et al. (2004) "Travertínica Baja". El techo de la misma sería correlativo con los restos del yacimiento Epipaleolítico de Utrilla y Rodanés (2001).

Para el conjunto de perfiles han sido identificadas 4 facies: gravas, arenas, margas y tobas calcáreas, cuyas características sedimentológicas y mineralógicas son las siguientes:

Las facies de gravas integran niveles de 10 a 35 cm de espesor, ocasionalmente hasta 1 m, y se presentan en cuerpos con geometría tabular o canaliforme. Se diferencian dos subfacies: la primera está constituida por cantos de caliza y, en menor porcentaje, de cuarcita. Los clastos van de subredondeados a redondeados, con un centilo entre 5 y 15 cm. La evolución vertical de los cuerpos es grandeciente, presentan textura granosostenida y matriz arenosa o microconglomerática. Ocasionalmente, se observa imbricación de clastos y estratificación cruzada en surco. La segunda subfacies está constituida por brechas integradas por bloques de caliza de hasta 20 cm de centilo, muy angulosos y heterométricos, con textura granosostenida o no granosostenida y matriz lutítica, arenosa o microconglomerática.

Las arenas son de color ocre y presentan un tamaño de grano de medio a fino, ocasionalmente grueso. Aparecen en estratos de geometría tabular de 10 a 80 cm de espesor, ocasionalmente canaliformes y con espesores de hasta 1,30 m, evolución vertical grandeciente y estratificación cruzada en surco en sets de 20 a 30 cm. En general, los niveles tabulares son masivos o con laminación horizontal y cruzada (*climbing ripples*), localmente convolucionada. Es frecuente la bioturbación por raíces así como la presencia de restos carbonosos y fragmentos de tobas dispersos en la matriz o en hiladas. Se reconocen escasos restos de gasterópodos.

Las margas son de color marrón, ocre o gris. Las marrones y ocre aparecen en intervalos de 20 a 95 cm, ocasionalmente de menos de 10 cm. Son masivas o con laminación horizontal. Presentan abundantes fragmentos carbonosos dispersos, bioturbación por raíces de moderada a intensa, hiladas de clastos de caliza de hasta 5 cm y restos escasos de gasterópodos y ostrácodos. Las grises forman conjuntos de 10 a 70 cm de espesor, ocasionalmente hasta de 1,4 m. Su textura es masiva o laminada. Presentan bioturbación por raíces, a veces abundante, llegando a formar tubos de 3 cm de diámetro rellenos de cristales lenticulares de

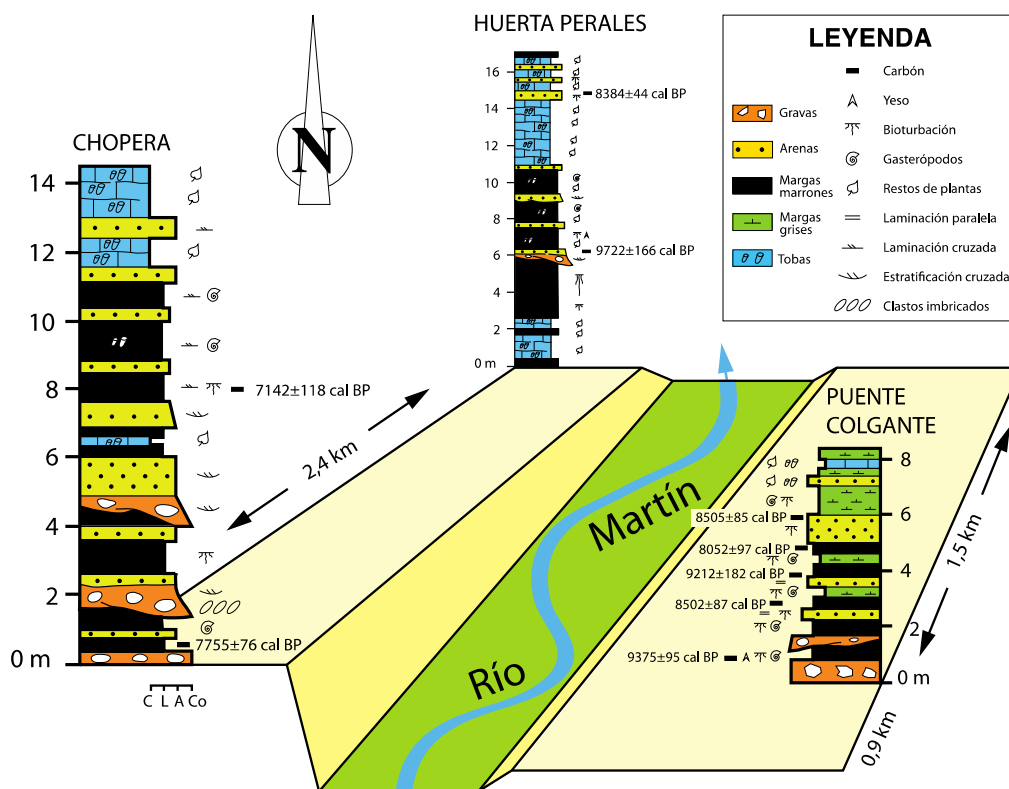


FIGURA 2. Caracterización litológica, edad y esquema de correlación de perfiles.

yeso. Intercalan restos carbonosos y niveles de acumulación de fragmentos de tobas, de espesor centimétrico.

Las facies de tobas consisten en fitohermos de tallos y cañas. Pueden aparecer en posición de vida o, más frecuentemente, como fragmentos sueltos. Forman conjuntos de hasta 2 m de espesor, integrados por niveles de 10 a 60 cm constituidos por *rudstone* de tobas de 2-3 cm, con matriz margosa.

Las diferentes facies presentan una gran homogeneidad mineralógica (Tabla I) destacando, en todas ellas, los altos contenidos en calcita.

Las facies de gravas presentan los mayores contenidos en cuarzo, siendo evidente que su composición se debe a la naturaleza de los clastos que componen las gravas. Las facies de arenas presentan contenidos medios en calcita y cuarzo, en torno al 40% cada uno; el 20% restante está constituido fundamentalmente por filosilicatos. En muchas arenas el contenido en calcita es más alto que en cuarzo, esto ocurre especialmente en las arenas que están entre niveles de tobas o margas. Las facies de margas, como en el caso de las arenas, tienen contenidos altos en calcita, y los valores más altos en filosilicatos. Es de reseñar el alto porcentaje en dolomita de algunas muestras de margas. Por último, las facies de tobas muestran el mayor contenido medio en calcita, el

menor en cuarzo y contenidos en filosilicatos inferiores al 35%.

SIGLA		CC	QTZ	CM	DO	GY	
PC	Gravas (n=1)	48	24	22	<5	<5	
HP	Gravas (n=1)	23	65	10	<5	0	
CH	Arenas (n=16)	media	37	45	13	<5	0
		Min-máx	24-70	23-55	0-21	0-6	0-<1
PC	Arenas (n=11)	media	41	35	19	<5	<5
		Min-máx	34-60	13-50	12-27	<5-6	0-<1
HP	Arenas (n=10)	media	44	32	17	<5	<5
		Min-máx	30-64	9-44	9-26	<5-7	0-5
CH	Margas (n=13)	media	39	29	26	<5	<5
		Min-máx	28-49	18-45	14-50	0-6	0-<5
PC	Margas (n=18)	media	43	26	24	6	<5
		Min-máx	36-51	16-35	15-31	<5-25	0-<5
HP	Margas (n=17)	media	46	22	28	<5	<5
		Min-máx	26-82	2-40	16-44	0-6	0-<5
CH	Tobas (n=4)	media	43	25	26	<5	<5
		Min-máx	33-56	17-32	20-31	<5-5	0-<5
PC	Tobas (n=1)		66	10	18	<5	<5
HP	Tobas (n=4)	media	62	12	24	<5	<5
		Min-máx	47-76	6-22	17-33	0-5	0-<5

TABLA I. Composición mineralógica (desglosada por perfiles) de los cuatro tipos de facies diferenciadas. (CC: calcita, QTZ: cuarzo, CM: filosilicatos, DO: dolomita, GY: yeso).

Si se comparan las variaciones mineralógicas observadas en los diferentes perfiles en cuanto a contenido en cuarzo y carbonatos, se detecta que las facies de arenas del perfil situado más aguas arriba (perfil CH), según el curso actual del río Martín, tienen más cuarzo que las de los perfiles PC y HP. A su vez, las arenas de este último perfil tienen contenidos en calcita significativamente más altos que en cuarzo. Si se comparan PC y CH, las margas son menos carbonatadas y tienen mayor proporción en cuarzo en PC que en HP. Por último, las facies de tobas de CH incluyen más siliciclásticos que las identificadas en los otros perfiles.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La existencia de, al menos, tres niveles de terrazas con tobas (Lozano et al., 2004), a las que habría que añadir la llanura de inundación actual del río Martín, también con depósitos tobáceos, constituyen un registro complejo de procesos de sedimentación e incisión que responden a cambios ambientales durante el Pleistoceno-Holoceno. Las características sedimentológicas de los depósitos (e.g. abanicos muy cortos de procedencia lateral con brechas y presencia de yeso) indican que durante los periodos de fuerte agradación dominaron condiciones áridas, excepto durante la sedimentación de gravas con clastos redondeados y arenas con estructuras tractivas depositadas por corrientes unidireccionales referibles al río Martín. En el mismo sentido, los depósitos detríticos finos con abundante laminación horizontal y cruzada (*climbing ripples*), frecuentemente convolucionada, pueden interpretarse como paleoecrecidas. Por otro lado, la formación de los depósitos tobáceos parece estar relacionada con etapas más cálidas y húmedas con escasos aportes laterales al río debido a una mayor estabilización de las laderas por el mayor desarrollo de la vegetación. Finalmente, las fases de incisión de la red fluvial estarían relacionadas con etapas frías, tal y como ocurre en áreas próximas (Sancho et al., 2008; Luzón et al., 2015).

Los afloramientos estudiados en este trabajo se identifican a lo largo de 3 km del curso actual del río Martín, inmediatamente aguas abajo del manantial de los Baños de Ariño. La presencia de depósitos tobáceos a partir de este punto parece señalar que el sistema sedimentario estaría alimentado, además de por las aguas superficiales aportadas por el río, por las aguas fuertemente mineralizadas sulfatadas-bicarbonatadas cálcico-magnésicas (2.552 mg/l), de carácter hipotermal (22-24°C) del manantial de los Baños de Ariño. En la estación de aforos de Alcaine (situada aguas arriba del embalse de Cueva Foradada y, por tanto, con un comportamiento natural) el río Martín tiene un caudal medio anual de 1 m³/s. Los datos de aforo señalan que el manantial, con un aporte de 0,6-0,7 m³/s, tiene un peso muy importante en el

caudal del río y en la composición del agua, por lo que seguramente ejerció (y todavía lo sigue haciendo) un importante control en la formación de los depósitos tobáceos.

Los datos expuestos evidencian que en la zona de estudio se produjeron, durante la primera parte del Holoceno, cambios ambientales que se reflejan en la sucesión estratigráfica preservada, que supera en el perfil HP los 17 m de espesor. Las edades determinadas a partir de ¹⁴C señalan un intervalo temporal de 9,7-7,1 ka para la serie estudiada. Estos valores muestran una tasa de sedimentación mínima de 6,5 m/ka señalando la existencia de una etapa muy importante de relleno que se puede relacionar, como ya se ha visto en otras zonas del NE de la península Ibérica (Sancho et al., 2008; Luzón et al., 2015), con una etapa climática árida durante el inicio del Holoceno que favorecería el arrastre de material detrítico al fondo del valle desde unas laderas poco vegetadas. La presencia de tobas en la parte superior de los tres perfiles estudiados se puede relacionar con la etapa correspondiente al Óptimo Climático del Holoceno, mientras que las que aparecen en la parte inferior del perfil HP podrían corresponder a un momento cálido al inicio del Holoceno.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo subvencionado por los proyectos UZ2014-CIE-04 y UZ2015-CIE-08, y Grupos de Investigación Análisis de Cuencas Sedimentarias Continentales, GEOTRANSFER y Recursos Minerales (DGA y Fondo Social Europeo).

BIBLIOGRAFÍA

- Lozano, M.V., Peña, J.L., Longares, L.A. y Sánchez, M. (2004): Cañones del río Martín entre Oliete y Albalate del Arzobispo (Cordillera Ibérica, Teruel). En: *Geografía Física de Aragón. Aspectos generales y temáticos* (J.L. Peña, L.A. Longares y M. Sánchez, eds.). Universidad de Zaragoza e Institución Fernando el Católico, Zaragoza, 213-230.
- Luzón, A., Pérez, A., Pueyo, O., Muñoz, A., González, A., Gauthier, A., Mayayo, M.J. y Sánchez, J.A. (2015): Tufa fluvial deposits: Beyond the sedimentary model. En: *31st IAS Meeting of Sedimentology*. Abstract Book Polish Geological Society, Kraków, 321.
- Sancho, C., Peña, J.L., Muñoz, A., Benito, G., McDonald, E., Rhodes, E.J. y Longares, L.A. (2008): Holocene alluvial morphopedosedimentary record and environmental changes in the Bardenas Reales Natural Park (NE Spain). *Catena*, 73(3): 225-238.
- Utrilla, P. y Rodanés, J.M. (2001): El yacimiento Epipaleolítico de los Baños (Ariño, Teruel), *SALDVIE*, II: 307-322.