

PUBLICACIONES DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA  
GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA Nº 5

## Comprendiendo el relieve: del pasado al futuro



Sociedad Española  
de Geomorfología



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

Editores: Juan José Durán Valsero,  
Manuel Montes Santiago,  
Alejandro Robador Moreno  
y Ángel Salazar Rincón



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA  
Y COMPETITIVIDAD



Instituto Geológico  
y Minero de España

# **Comprendiendo el relieve: del pasado al futuro**

Actas de la XIV Reunión Nacional  
de Geomorfología  
Málaga, 22-25 de Junio de 2016

## **Editores**

Juan José Durán Valsero, Manuel Montes Santiago,  
Alejandro Robador Moreno y Ángel Salazar Rincón

Madrid, 2016



## **Geocronología de la actividad hidromagmática del maar de Cuelgaperros (Campo de Calatrava, Ciudad Real): nuevas aportaciones**

### ***Geochronology of hydromagmatic activity in the Cuelgaperros maar (Campo de Calatrava, Ciudad Real): new contributions***

**M. A. Poblete<sup>1</sup>, S. Beato<sup>1</sup>, J.L. Marino<sup>1</sup> y J. Ruiz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Dpto. de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Oviedo, Campus del Milán, Avda. Tte. Alfonso Martínez s/n, 33011-Oviedo (Asturias). mpoblete@uniovi.es

**Resumen:** Se realiza una revisión de la evolución y de la cronología de la actividad hidromagmática del volcán de Cuelgaperros (38°53'N/3°54'O), situado en el sector central de la zona volcánica del Campo de Calatrava (Ciudad Real). Se trata, junto con El Pardillo, de uno de los aparatos eruptivos de tipo maar más representativo y de mayores dimensiones de la cuenca baja del Jabalón. Desde el punto de vista morfológico, destaca por su amplio cráter semielíptico con un eje mayor de 1,68 km y una profundidad de 50 metros, excavado en materiales sedimentarios pliocenos.

La metodología ha consistido en trabajo de campo y la interpretación de imágenes aéreas y ortofotos digitales, con la finalidad de elaborar una cartografía geomorfológica detallada a escala 1:25.000 que sirviera de punto de partida. También se han realizado análisis morfoeruptivos y volcanoestratigráficos, comprobando como el borde anular meridional del maar fosiliza el nivel de terraza fluvial +15-20 m (612 m s.n.m.). Por último, para averiguar la edad de los materiales aluviales se han efectuado dataciones radiométricas mediante la aplicación de la técnica de luminiscencia ópticamente estimulada (OSL).

Los resultados obtenidos revelan que la formación del maar de Cuelgaperros se produce en torno a  $34,7 \pm 2,5$  ka BP, esto es, en el Pleistoceno superior (MIS 3).

**Palabras clave:** Campo de Calatrava, Ciudad Real, geocronología, hidromagmatismo, maar.

**Abstract:** *A review on the evolution and chronology of the hydromagmatic activity in the Cuelgaperros maar (38°53'N/3°54'O) is performed. The crater is located in the central sector of the Campo de Calatrava Volcanic Field. It is one of the largest and most representative maars, together with El Pardillo, in the lower basin of the Jabalon River. From the morphological point of view, it is characterised by a semielliptical crater 1.68 km in major axis and a depth of 50 m, excavated into Pliocene sedimentary materials.*

*The methodology applied comprised the combination of field work and the interpretation of aerial photos and digital orthophotos, in order to produce a detailed geomorphological mapping at a scale of 1:25,000. We have also been carried out morphoeruptive and volcanostratigraphic*



analyses, revealing that the southern edge of the annular rim of the maar overlies the fluvial terrace +15-20 m (612 m a.s.l.).

The age of this terrace deposit has been dated by optically stimulated luminescence (OSL). The results show that the eruption that resulted in the formation of the Cuelgaperros maar has a maximum age of  $34.7 \pm 2.5$  ka BP, i.e. Upper Pleistocene (MIS 3).

**Key words:** Campo de Calatrava, Ciudad Real, geochronology, hidromagmatism, maar.

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas del siglo XX se han llevado a cabo aportaciones relevantes sobre la petrología, los estilos eruptivos, las formas de relieve y, en especial, las etapas eruptivas acaecidas en la zona volcánica del Campo de Calatrava; la última de las cuales se sitúa mediante cronología relativa entre el Pleistoceno inferior y el Pleistoceno medio-superior (Ancochea, 1983; González, 1992 y 2002; Poblete, 1991 y 1994). No obstante, ha sido en los primeros años del presente siglo cuando algunos trabajos han puesto de manifiesto a través de evidencias geomorfológicas y/o análisis volcanoestratigráficos, el carácter poligénico de varios edificios volcánicos de esta región, así como una edad más reciente para algunos episodios eruptivos, en concreto, entre el Pleistoceno medio y el Holoceno (Poblete, 2002; Poblete y Ruiz, 2002, 2007; Poblete *et al.*, 2014), e incluso del Holoceno medio para el volcán Columba según González *et al.* (2010).

El maar de Cuelgaperros ha sido objeto de varios estudios parciales (Ancochea, 1983; Poblete, 1994), por lo que la finalidad de esta investigación se centra en revisar la evolución y cronología de la actividad hidromagmática mediante dataciones por luminiscencia ópticamente estimulada (OSL).

## ÁREA DE ESTUDIO

El Campo de Calatrava constituye, sin duda, la zona eruptiva más importante de la

Región Volcánica Central de España, tanto por su extensión como por el número de aparatos y diversidad de formas. Se sitúa en el centro de la provincia de Ciudad Real, entre los Montes de Toledo, al Norte, y el Valle del Ojalén, al Sur. Desde el punto de vista geológico, se localiza en el extremo suroriental de la Zona Centroibérica del Macizo Hespérico, configurando una amplia depresión tectónica formada durante el Terciario. Predominan los materiales paleozoicos constituidos por cuarcitas, pizarras y areniscas plegadas en estructuras de dirección NO-SE, E-O y NE-SO, al haber sido afectados por la tectónica varisca. La apertura de las subcuencas de sedimentación terciaria se inicia tardíamente, en torno al Mioceno superior, como consecuencia de los procesos distensivos que suceden a la compresión bética del Serravaliense-Tortonense y que reactivan las fracturas tardihercínicas de dirección N-S, E-O y NE-SO (Portero *et al.*, 1988). Se originan de este modo las principales subcuencas terciarias de la zona volcánica del Campo de Calatrava. El relleno comienza con una formación detrítica basal de arenas y cantos cuarcíticos redondeados. Por encima de estos materiales yacen los depósitos hidromagmáticos mio-pliocenos y finalmente un conjunto compuesto por margas y calizas del Rusciniense (Molina, 1975; Portero *et al.*, 1988).

El Campo de Calatrava se caracteriza por un volcanismo intraplaca de naturaleza básica y monogénico. Se trata de volcanes centrales y simples controlados por fracturas de dirección ONO-ESE a NO-SE, las principales, y

de ENE-OSO a NE-SO las secundarias (Ancochea, 1983; López-Ruiz *et al.*, 1993; Cebriá *et al.*, 2011; Herrero *et al.*, 2012). Los tipos de volcanes predominantes son básicamente maares, conos estrombolianos y domos exógenos (Poblete, 1994).

El volcán de Cuelgaperros (38°53'N/3°54'O) está situado en el centro de la zona volcánica del Campo de Calatrava, concretamente a 2 km al ONO de La Puebla, entre los domos exógenos de El Cominal y del Cerro de las Moreras (Fig. 1). Se trata de uno de los maares de mayores dimensiones, junto con El Pardillo, de la cuenca baja del río Jabalón.



FIGURA 1. Localización de la zona de estudio

## METODOLOGÍA

La metodología se ha basado en el trabajo de campo y la interpretación de imágenes aéreas del Vuelo Nacional de España de 1980-1986 y de las ortofotografías digitales del PNOA de 2012, con el objetivo de elaborar una cartografía geomorfológica detallada a escala 1:25.000. Por otro lado, se han realizado análisis volcanoestratigráficos y morfoeruptivos, fundamentales para conocer la evolución de la actividad explosiva y conocer las relaciones cronológicas entre los depósitos hidromagmáticos de Cuelgaperros y los fluviales del río Jabalón. También se han efectuado análisis sedimentológicos, en concreto, de las fracciones finas del nivel de acumulación fluvial +15-20 m (612 m s.n.m.), situado en

la margen derecha del río Jabalón, mediante el tamizado en seco, calculando los parámetros estadísticos propuestos por Folk (1980). Por último, se han llevado a cabo dataciones mediante luminiscencia ópticamente estimulada (OSL) para averiguar la edad de los depósitos de terraza. En concreto, se han datado dos muestras correspondientes al nivel +15-20 m. La primera de ellas (M3), en una pequeña cantera, a 4 metros de profundidad y la segunda (M1) se tomó por debajo del anillo cratérico, a 2 m de la superficie del terreno (Fig. 4). En ambos casos se eligieron niveles de arenas finas intercalados entre paquetes de gravas cuarcíticas. En la toma de las muestras se tuvo la precaución de evitar zonas con señales de circulación de aguas y su exposición a la luz. Los sedimentos han sido medidos en el Laboratorio de Datación y Radioquímica de la Universidad Autónoma de Madrid.

Todas las muestras fueron almacenadas en la oscuridad durante un periodo de tiempo de 600 horas y posteriormente sometidas a un test de decaimiento anómalo, en el que se comprobó que las pérdidas de señal eran inferiores a un 1%. A tenor de tales resultados se optó por evaluar la paleodosis o en su defecto la dosis equivalente aplicando el protocolo de dosis aditivas mediante la técnica de grano fino, en concreto, a la fracción entre 2 y 10 micras (Zimmerman, 1971). Por otro lado, el cálculo de la dosis anual fue realizado mediante la combinación de dos tipos de medidas, por un lado, de la radioactividad beta procedente del K-40 presente en las muestras y, por otro, de la radioactividad alfa derivada del Uranio y del Torio de las mismas (Nambi y Aitken, 1986). Para las mediciones se utilizó un lector de luminiscencia TL-DA-10.

## RESULTADOS

El volcán de Cuelgaperros, también conocido por el nombre de Longueras, es uno de

los mares más singulares desde el punto de vista morfológico de la cuenca baja del Jabalón. Se trata de un cráter semielíptico, abierto hacia el Oeste, de grandes proporciones, con 1,68 km de eje mayor y una profundidad de 50 m. Ha sido excavado en sedimentos pliocenos de la subcuenca de Ciudad Real mediante varias explosiones hidromagmáticas.

Las claves fundamentales para interpretar en qué condiciones y en qué momento tuvo lugar la actividad eruptiva residen en la margen meridional del maar, donde se localiza una acumulación de carbonatos de 1,8 m de espesor. En dicha formación se distinguen dos niveles: uno inferior de 1,3 m y otro superior de 50 cm. El tramo inferior contiene lapillis, cenizas, cuarzos y pizarras insertos en un cemento microcristalino afectado por procesos de bioturbación. Así pues, parece lógico deducir que se ha formado en una charca somera, donde caían materiales volcánicos explosivos. En el tramo superior el cemento carbonático presenta una estructura micropisolítica y engloba gran cantidad de brechas explosivas (cuarcitas, pizarras) e incluso bombas volcánicas, lo que indica que se trata de materiales lacustres posteriormente edafizados en condiciones subaéreas. Por encima de esta formación carbonatada reposa un pequeño depósito de acumulación fluvial +15-20 m del río Jabalón, fosilizado a su vez por los materiales que componen el borde anular del maar de Cuelgaperros (Fig. 2 y 3).

Por tanto, en la formación del cráter de Cuelgaperros pueden distinguirse dos fases explosivas freatomagmáticas. La primera de ellas tuvo lugar sobre una zona encharcada situada en la margen derecha del río Jabalón. En concreto, se trata de una explosión que se limita a la apertura de la diatrema volcánica, mediante la emisión de brechas explosivas del sustrato paleozoico (cuarcitas y pizarras), así como calizas y bombas volcánicas que caye-

ron en dicha laguna, quedando cementadas por el carbonato cálcico que allí se estaba depositando (Machette, 1985). Así pues, la primera fase freatomagmática es sincrónica a la génesis de la costra calcárea situada en el borde meridional del maar. A esta manifestación explosiva inicial sucede un periodo de reposo en el que se deposita, sobre la costra, el nivel de terraza fluvial +15-20 m del río Jabalón. En las láminas delgadas realizadas en dichos materiales se observó la presencia de ostrácodos, que revelan una dinámica fluvial muy atenuada propia de un ambiente fluviolacustre (Fig. 2).

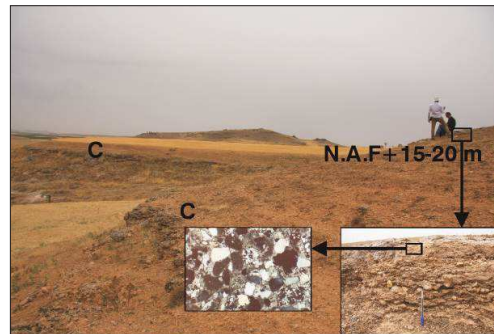


FIGURA 2. Borde meridional de Cuelgaperros. C= Costra calcárea. En la parte inferior detalle del nivel de acumulación fluvial +15-20 m y lámina delgada.

Los parámetros estadísticos obtenidos de los análisis sedimentológicos corroboran que los lechos de pequeñas gravas y arenas se depositaron bajo unas condiciones fluviolacustres (Tabla I).

PARÁMETROS	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
$M_d$	0,53	0,34	0,11
$M_z$	0,6	0,37	0,14
$\sigma$	0,7	0,9	0,8
$K_G$	0,53	0,59	0,55
$Sk_t$	-0,04	0,06	-0,21

TABLA I. Análisis granulométrico de las fracciones finas del nivel de acumulación fluvial +15-20 m del río Jabalón

Con posterioridad, se reanuda la dinámica volcánica con una segunda fase freato-

magmática muy virulenta, en la que se forma el cráter de Cuelgaperros. En efecto, se trata de una explosión muy potente merced a la interacción agua-magma que produce la fragmentación del sustrato, fundamentalmente pizarras y cuarcitas. La explosión freatomagmática desencadena además una nube eruptiva rasante que no adopta la típica disposición anular, esto es, *base surge*, sino más bien en forma de abanico o dirigida que se expande principalmente hacia el nordeste y el sureste. Como resultado, la corriente piroclástica diluida se extiende sobre una amplia superficie, recubriendo con sus depósitos las pequeñas depresiones de la Hoya del Parral y los Parrales, situadas a 2,5 km al N y 5 km al E respectivamente. Al mismo tiempo, las múltiples y rítmicas explosiones de esta segunda fase destruyen prácticamente los niveles de costra calcárea y de terraza fluvial, a excepción de los pequeños retazos que se conservan en el borde meridional, fosilizados por las brechas y depósitos de corrientes piroclásticas diluidas del borde del cráter (Fig. 3). Las dos dataciones de OSL del nivel de acumulación fluvial +15-20 m del río Jabalón aportan una edad para dicha formación fluvial de  $34,4 \pm 2,2$  ka BP y  $35,05 \pm 2,8$  ka BP (Tabla II). Si tenemos en cuenta que dicho nivel fluvial se depositó por encima de la costra calcárea, la cual es simultánea al comienzo

de la actividad volcánica, y posteriormente quedó fosilizado por el anillo del maar de Cuelgaperros, cabe deducir que la primera fase explosiva tiene una edad *ante quem* a  $34,7 \pm 2,5$  ka BP; en tanto que la segunda fase freatomagmática, que excava la depresión y edifica el borde cratérico, se produce a partir de  $34,7 \pm 2,5$  ka BP, esto es, en el Pleistoceno superior (MIS 3).

Por último, debemos mencionar que los depósitos de corrientes piroclásticas diluidas de la nube eruptiva en forma de abanico se hallan, al mismo tiempo, fosilizados por un caliche, tal y como se aprecia en la trinchera de la carretera CM-4111, concretamente en el km 6 de Ciudad Real a Aldea del Rey, cerca del paraje conocido como Las Pilas. En dicho corte se aprecia que los depósitos de corrientes piroclásticas diluidas presentan una facies intermedia definida por una estructura horizontal y en ocasiones oblicua (km 5,65 de la CM-4111), con deformaciones postdeposicionales de tipo *bomb sags*. Están formados por láminas de 4 a 5 cm de grosor de tobas cineríticas poco compactas que engloban fragmentos de varios milímetros de cuarzo, cuarcita, pizarra y caliza de bordes muy angulosos, así como cenizas volcánicas con gradaciones invertidas. Sobre tales materiales se ha desarrollado un caliche de unos dos metros de espesor de facies masiva-pulverulenta en el tramo inferior y laminar en el superior, que se extiende sin solución de continuidad por todo el extremo oriental y nororiental del Campo de Calatrava, hasta alcanzar las localidades de Miguelturra, Pozuelo de Calatrava y Ciudad Real capital. Queda fuera de toda duda que la edad de tales caliches atribuida al Pliocuatnario (Pérez-González, 1982; Portero *et al.*, 1988) es, en realidad, más reciente incluso que la segunda fase explosiva del maar de Cuelgaperros, por lo que hay que situarla en el Pleistoceno superior y/o comienzos del Holoceno (Fig. 4).

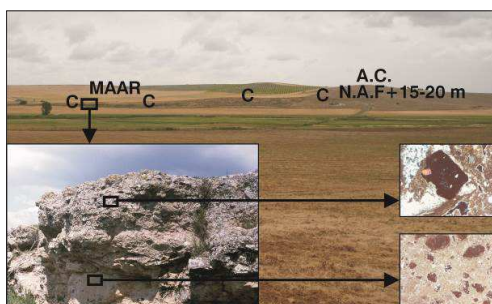


FIGURA 3. Vista meridional del maar de Cuelgaperros. C= Costra calcárea con continuidad lateral. A.C.= Anillo cratérico. En la parte inferior detalle de la costra y láminas delgadas

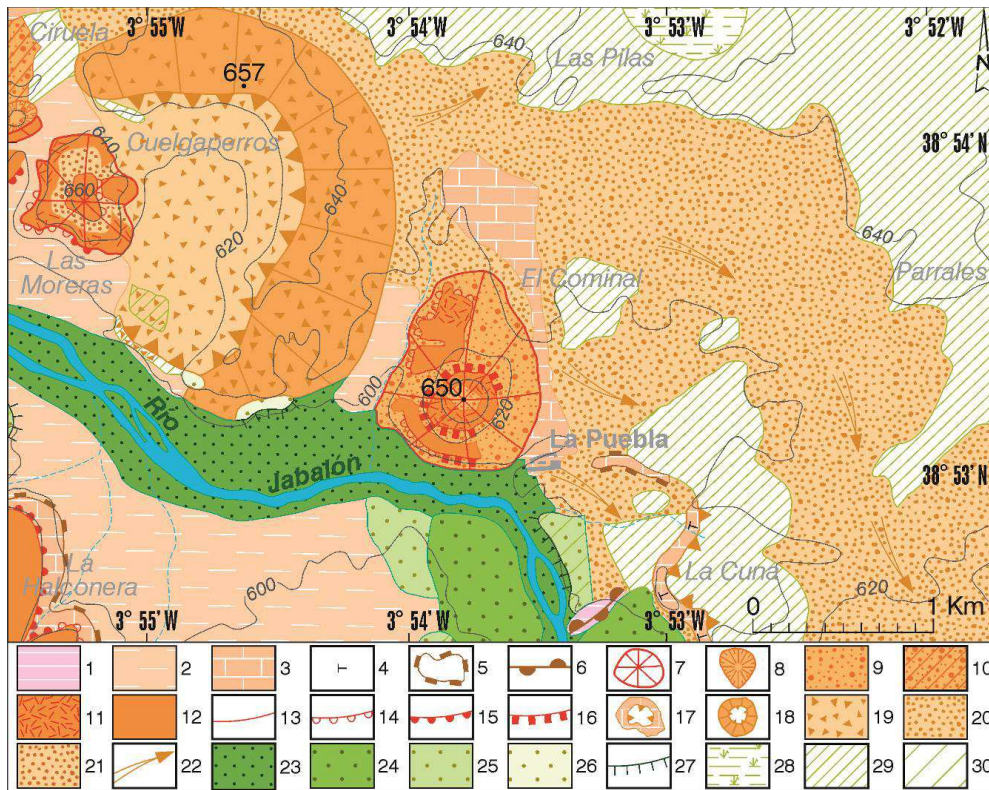


FIGURA 4. Mapa geomorfológico del maar de Cuelgaperros. 1. Pizarras silúricas. 2. Margas pliocenas. 3. Calizas pliocenas. 4. Buzamiento. 5. Cornisa escarpada. 6. Cresta desgastada. 7. Domo exógeno. 8. Cono volcánico sin cráter. 9. Piroclastos de caída. 10. Tobas volcánicas. 11. Lavas aa. 12. Lavas pahoehoe. 13. Frente de colada lávica inferior a 5 m. 14. Frente de colada de 5 a 10 m. 15. Frente de colada de 10 a 15 m. 16. Frente de colada superior a 20 m. 17. Maar con subsidencia volcano-tectónica. 18. Maar con borde anular. 19. Brechas explosivas. 20. Depósitos de oleadas piroclásticas secas. 21. Depósitos de oleadas piroclásticas húmedas. 22. Dirección de la corriente piroclástica diluida. 23. Fondo aluvial. 24. Terraza fluvial baja. 25. Terraza fluvial media. 26. Terraza fluvial alta. 27. Borde suave de terraza. 28. Depósitos lacustres (arcillas y limos). 29. Costras calcáreas. 30. Costras laminares sobre terrazas aluviales

Muestra	Dosis equivalente (Gy)	Dosis anual (mGy/año)	Edad
JABALÓN T+15-20 m (M-3)	42,69±1,59	1,24	34427±2229 BP
JABALÓN T+15-20 m (M-1)	86,22±9,69	2,46	35048±2849 BP

TABLA II. Resultados obtenidos de las dataciones por luminescencia para cada una de las muestras. Laboratorio de Datación y Radioquímica de la Universidad Autónoma de Madrid

## CONCLUSIONES

El maar de Cuelgaperros, caracterizado morfológicamente por su forma semielíptica, abierto hacia el Oeste, se ha originado a partir de dos fases explosivas freatomagmáticas. Una primera fase, de menor magnitud, sincrónica a la formación de una costra calcárea con una edad mínima de 34,7±2,5 ka BP. Tras ella acontece un periodo de reposo, durante el cual tiene lugar la sedimentación





del nivel de terraza fluvial +15-20 m del río Jabalón, que yace por encima de la citada costra, situada en el borde meridional del maar. Posteriormente se reanuda la actividad volcánica de Cuelgaperros, dando comienzo la segunda fase freatomagmática, de mayor virulencia y capacidad morfológica, que origina la destrucción parcial de la costra calcárea y del nivel de terraza fluvial; al tiempo que desencadena una nube eruptiva rasante en abanico, la cual deposita el borde cratérico que fosiliza el nivel de acumulación fluvial +15-20 m. Así pues, esta segunda explosión freatomagmática tiene una edad máxima de  $34,7 \pm 2,5$  ka BP. Por otro lado, los depósitos de corrientes piroclásticas diluidas expelidos desde Cuelgaperros y situados a más de 2 y 5 km al NE y E del maar se hallan cubiertos por otra costra calcárea, de mayor continuidad y extensión, pues llega hasta Ciudad Real capital, cuya edad atribuida al Pliocuatnario ha de ser adelantada, al menos, hasta el Pleistoceno superior u Holoceno.

#### AGRADECIMIENTOS

Salvador Beato Bergua disfruta de un contrato de investigación con la Universidad de Oviedo gracias al programa FPU del MECD. También expresamos nuestra gratitud a M<sup>a</sup> Ángeles García del Cura por la interpretación de las láminas delgadas. Finalmente, agradecemos la colaboración de la Fundación Dukes de Westminster y la Mancomunidad del Campo de Calatrava.

#### REFERENCIAS

- Ancochea, E. 1983. *Evolución espacial y temporal del volcanismo reciente de España Central*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 675 pp.
- Cebriá, J.M., Martín-Escorza, C., López-Ruiz, J., Morán, D.J. y Martiny, B.M. 2011. Numerical recognition of alignments in monogenetic volcanic areas: Examples from the Michoacan-Guanajuato Volcanic Field in Mexico and Calatrava in Spain. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 201, 73-82.
- Folk, R.L. 1980. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hemphill, Austin, 182 pp.
- González, E. 1992. Aspectos geomorfológicos del volcanismo hidromagmático del Campo de Calatrava. *Actas de la II Reunión Nacional de Geomorfología*, Murcia, 569-583.
- González, E. 2002. Depósitos de oleadas basales y su papel en el relieve volcánico del Campo de Calatrava (España). *Actas de la VII Reunión Nacional de Geomorfología*, Valladolid, 455-465.
- González, E., Gosálvez, R.U., Becerra, R. y Escobar, E. 2010. Evidencias de actividad hidromagmática holocena en el volcán Columba. Campo de Calatrava (España). En: González, E., Escobar, E., Becerra, R., Ubaldó, R. y Dóniz, J. *Aportaciones recientes en Volcanología, 2005-2008*. Centro de Estudios Calatravos, 67-74.
- Herrero, H., López, F.J., Gómez, F. y Martín-Serrano, A. 2012. Interaction between intra-continental sedimentary basins and small-volume monogenetic volcanism: Argamasilla and Calzada-Moral basins, Campo de Calatrava Volcanic Field, Spain. *Journal of Iberian Geology*, 38 (2), 407-428.
- López-Ruiz, J., Cebriá, J.M., Doblas, M., Oyarzun, R., Hoyos, M. y Martín, C. 1993. Cenozoic intra-plate volcanism related to extensional tectonics at Calatrava, central Iberia. *Journal of Geological Society*, 150 (5), 915-922.
- Machette, M.N. 1985. Calcic soils of the southwestern United States. En: Weide, D. (ed.) *Soils and Quaternary geology of the Southwestern United States*. Geological Society of America Special Paper 203, 1-21.



- Molina, E. 1975. Estudios del Terciario superior y del Cuaternario del Campo de Calatrava (Ciudad Real). *Trabajos Neógeno-Cuaternario*, vol. 3, 1-106.
- Nambi, K.S.V. y Aitken, M.J. 1986. Annual dose conversion factors for TL and ESR dating. *Archaeometry*, 28, 202-205.
- Poblete, M.A. 1991. Morfología de los cráteres explosivos del Campo de Calatrava (C. Real): subcuenca de Corral de Ctva-Poblete y Alcolea de Ctva. *Ería. Revista de Geografía*, 26, 179-198 pp.
- Poblete, M.A. 1994. *El relieve volcánico del Campo de Calatrava (Ciudad Real)*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y Dpto. de Geografía de la Universidad de Oviedo, 467 pp.
- Poblete, M.A. 2002. Geomorfología volcánica y evolución eruptiva del bajo valle del Ojailén Alto Jándula, Sierra Morena Oriental). En: Pérez-González, A., Vegas, J. y Machado, M.J. (eds.) *Aportaciones a la Geomorfología de España en el Inicio del Tercer Milenio*. Instituto Geológico y Minero de España, 449-454.
- Poblete, M.A. y Ruiz, J. 2002. Morfología volcánica y dinámica fluvial en el valle medio del Jabalón (Campo de Calatrava Oriental). *Actas de la VII Reunión Nacional de Geomorfología*, Valladolid, 465-473.
- Poblete, M.A. y Ruiz, J. 2007. Revisión de la edad del volcanismo en la Región Volcánica Central de España: evidencias geomorfológicas de actividad volcánica cuaternaria. *Actas de la VII Reunión Nacional de Cuaternario*, Ávila, 163-164.
- Poblete, M.A., Ruiz, J., Beato, S., Marino, J.L., García, C. y Gallinar, D. 2014. Cronología y evolución morfoeruptiva de los volcanes Columba y de las Cuevas: revisión y nuevas aportaciones (Sector Oriental del Campo de Calatrava, Ciudad Real). *Actas de la XIII Reunión Nacional de Geomorfología*, Cáceres, 409-412.
- Portero, J.M., Ancochea, E., Gallardo, J. y Pérez-González, A. 1988. *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja nº 784 (C.Real)*. IGME, Madrid. 101 pp.
- Zimmerman, D.W. 1971. Thermoluminescence dating using fine grain from pottery. *Archaeometry*, 13, 29-52.