

DEPÓSITOS DE OLEADAS BASALES Y SU PAPEL EN EL RELIEVE VOLCÁNICO DEL
CAMPO DE CALATRAVA (España)

Base surge deposit and its role on the volcanic landscape of the Campo de Calatrava (Spain)

Elena González Cárdenas

Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio

Facultad de Letras

A/ Camilo José Cela s/n, 13071, Ciudad Real

Elena.Gonzalez@uclm.es

Fax: 926 29 53 12

Resumen

Las erupciones freáticas y freatomagmáticas han jugado un papel de primer orden en el volcanismo del Campo de Calatrava. Se han producido en todas las etapas eruptivas desarrolladas en la región y han dado lugar a unas formas de relieve caracterizadas por la presencia de grandes depresiones explosivas abiertas tanto en espacios serranos como en las cuencas sedimentarias terciarias. La emisión de oleadas piroclásticas cuando nos encontramos en áreas de sierra, ha dado lugar a depósitos en parte controlados por la topografía previa a la erupción y por las modificaciones morfológicas inmediatas al hecho explosivo. Estos depósitos en función de su mayor o menor grado de litificación, han sido afectados de diferente manera por los procesos erosivos. Su edad y su relación con otros depósitos de génesis no volcánica, así como los fenómenos de subsidencia posteruptivos, deben ser tenidos en cuenta a la hora de establecer su trascendencia en el relieve volcánico del Campo de Calatrava

Palabras clave: erupciones freatomagmáticas, anillos de tobas, maar, oleadas basales

Abstract

The phreatic and phreatomagmatic eruptions, have played a first-rate role concerning the Campo de Calatrava volcanism. They have taken place throughout all the regions's eruptive stages and given rise to some landscape distinguished by the presence of big explosive depressions, opened both in hilly space and tertiary sedimentary bowls. The resulting base surge emission into hilly space, has created dposit, controlled partly by the previous topogrephy and partly by the morphological resulting from the explosive event. These deposits, depending on their greater or lesser degree of lithification, been affected by the erosive processes in a different way. Their age and relationship to other non-volcanic deposits, as well as the post-eruptive subsidence phenomena, must be taken into account when establishing their importance in the Campo de Calatrava volcanic landscape.

Key-words: phreatomagmatic eruptions, tuff-ring, maar, base surge

Introducción

Las formas de relieve debidas a la actividad hidromagmática en el Campo de Calatrava están condicionadas no solo por las condiciones en las que se lleva a cabo el contacto agua-magma, sino por los factores litológicos y topográficos que concurren en el proceso eruptivo. Especial relevancia tiene a este respecto, la disposición de los depósitos de oleadas piroclásticas basales, cuyo emplazamiento final va a depender en buena medida de la geometría de la depresión explosiva generada en la erupción. Las ratio profundidad-longitud de los ejes-altura y simetría/disimetría de las paredes de estos cráteres van a influir poderosamente en la disposición final de los depósitos.

En anteriores trabajos de investigación sobre las formaciones lagunares del Campo de Calatrava, albergadas en cráteres de génesis hidromagmática, González y G^a Rayego (2000), González et al. (En prensa) establecíamos la siguiente tipología: lagunas de sierra, de piedemonte y de llanada, haciendo referencia al lugar en el que se abren los cráteres que las alojan. Este mismo criterio que estimamos funcional, debe seguirse a la hora de establecer las diferencias de relieve debidas en parte a diferencias en la situación y comportamiento del agua que interacciona con el magma y en parte a la situación topográfica de la zona, previa a la erupción explosiva y durante su desarrollo.

1. Metodología

Se ha trabajado en las zonas serranas que es donde el relieve previo no volcánico y la geometría del cráter abierto, han condicionado la dirección y el emplazamiento final de los flujos turbulentos generados, y en los espacios de centro de cuenca con erupciones asociadas a la presencia de acuíferos someros y/o a aguas superficiales. Se ha elegido el Macizo de Calatrava, en el que el elevado número de eventos freatomagmáticos hace especialmente interesante su estudio, y el extremo oriental de la cuenca del río Tirteafuera, lindante con el macizo y donde los factores locales que pudieran condicionar la expansión y depósito de las oleadas basales, son mínimos. Se ha analizado la disposición de los depósitos de oleadas piroclásticas teniendo en cuenta sus características intrínsecas, el emplazamiento con respecto al cráter, el área ocupada, su relación con depósitos generados en erupciones próximas y su grado de erosión. Ello se ha llevado a cabo en el agrupamiento de volcanes meridional circunscribiendo el trabajo a los cráteres de Los Lomillos, Carboneras-Los Cuartos y La Encina; en el área central donde se localizan los cráteres del Acebuche, Laguna de Arriba, Hoya de Navalacierva y Hoya del Cura; el borde NE con la gran depresión explosiva de Cañada, al este en la Hoya de Cervera y al oeste del espacio montañoso, en el maar de la Laguna Blanca (Argamasilla de Calatrava)

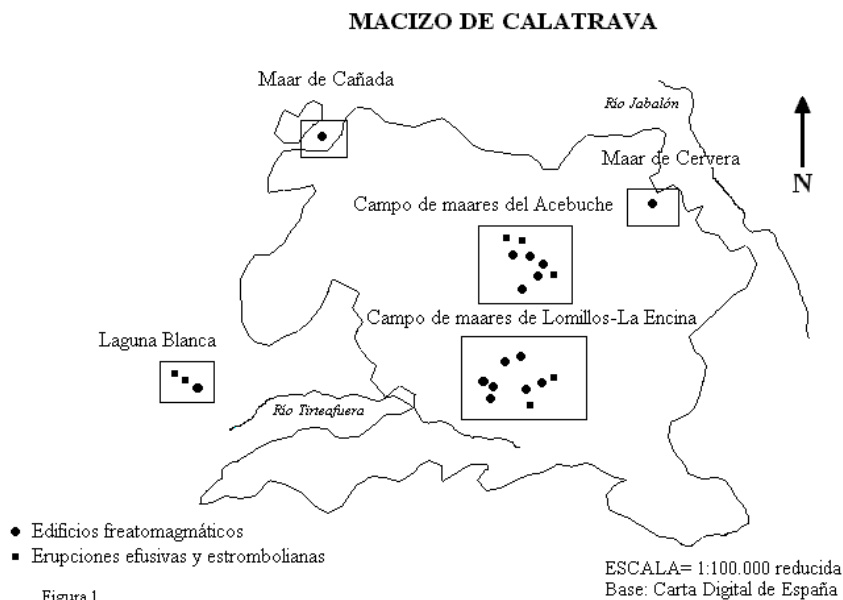


Figura 1

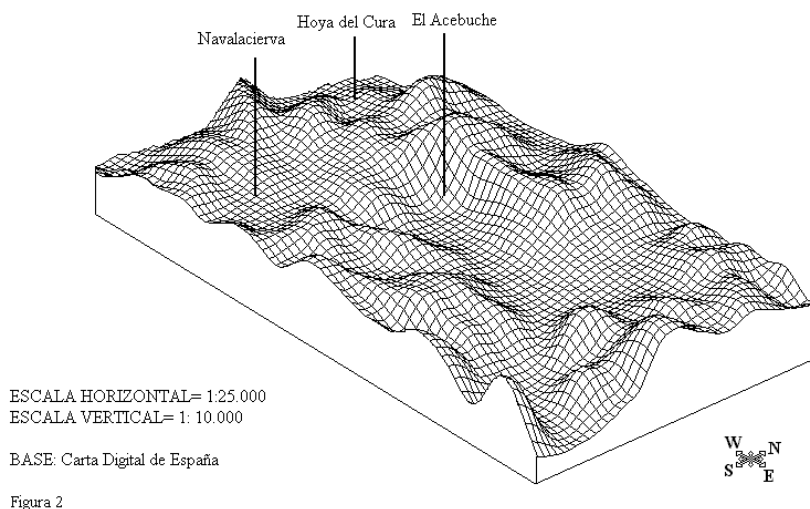
1.Descripción

El denominado Macizo de Calatrava, G^a Rayego (1995) constituye el extremo oriental del gran anticlinal del río Tirteafuera. Se dispone como una zona montañosa elevada con una clara estructura de domo generado en la segunda fase hercínica. Está formado por un apretado conjunto de sierras y serrezuelas ordovícicas que constituyen los flancos de una serie de pliegues menores que sustentan el armazón del relieve. Se encuentra afectado por una densa fracturación con dirección predominante NE-SW, NW-SE y W-E. El zócalo que aflora en el macizo está constituido por las alternancias de base del Ordovícico (Tremadoc) y por las cuarcitas del Arenig, “cuarcita armoricana”, su diferencia de competencia explica la disimetría de las paredes internas de los cráteres y el comportamiento similar a una explosión

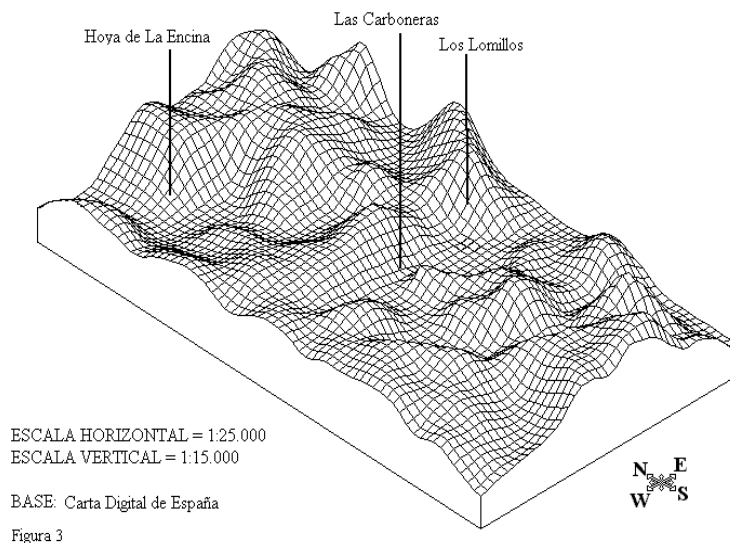
dirigida que se observa en un elevado número de las erupciones freatomagmáticas de los espacios serranos. En el Macizo de Calatrava, (Fig. 1) en función de que en él se cruzan los dos principales lineamientos volcánicos de la región, la actividad eruptiva ha sido intensa con el desarrollo de edificios levantados en erupciones estrombolianas, efusivas y especialmente freatomagmáticas. Hacia el oeste, la cuenca de Abenobar-Argamasilla, se encuentra jalonada de volcanes que responden a dinámicas similares, siendo las erupciones freáticas y freatomagmáticas las más numerosas.

2.1 Zonas central y meridional del Macizo de Calatrava

Las pautas eruptivas en el Macizo de Calatrava permiten destacar dos zonas –central y meridional- donde predominan las formas de relieve derivadas de actividad freatomagmática, mientras que al norte y al este los edificios volcánicos se desarrollan como resultado de erupciones efusivas y estrombolianas. Es en este espacio en el que se localizan las depresiones explosivas mayores de El Acebuche, Laguna de Arriba, Hoya del Cura y Hoya de Navalacierva (Fig. 2) y las de Carboneras, Lomillos y La Encina (Fig. 3).



El Maar del Acebuche se dispone como un amplio cráter de 1.600 m de apertura máxima y una profundidad de 89 m desde el punto más alto del reborde cuarcítico que lo enmarca. Al este, los depósitos de oleada basal se emplazan en forma de arco enlazando las puntas de la herradura rocosa que se desarrolla como consecuencia inmediata de la explosión y se dispersan a lo largo de 2.500 m. rellenando una pequeña depresión intramontana. En el entorno del maar del Acebuche se distinguen varias depresiones generadas en eventos freatomagmáticos, (Fig. 7) que difieren en dimensiones y morfología. Al sur se localizan un conjunto de cráteres freatomagmáticos de considerables dimensiones con depósitos de oleadas piroclásticas en general, bien conservados.



En el que denominamos grupo de Carboneras-Lomillos se distinguen tres cráteres: Carboneras-Los Cuartos y Los Lomillos. El cráter de Carboneras presenta forma subelíptica y el segundo circular. Ambos se encuentran rodeados de altos escarpes rocosos concentrándose los materiales procedentes de la erupción principalmente en sus fondos. El maar de Los Lomillos tiene forma subcircular y presenta un reborde de tobas bien desarrollado y conservado. Al nordeste de este grupo de cráteres se sitúa la gran depresión de Hoya de La Encina con un eje mayor, superior a los dos kilómetros y un desnivel máximo de 130 metros. Inmediatamente al suroeste y topográficamente sobre ella se abre otro cráter más antiguo y de dimensiones menores que denominamos Encina sur. La Hoya de la Encina se cierra al nordeste por un depósito de oleada perfectamente conservado, mientras que al suroeste el reborde de tobas al ocupar una posición topográfica más elevada ha sido muy afectado por la erosión, dando lugar a un relieve ruiniforme.

2.2. Espacios de borde

Los espacios de borde del Macizo de Calatrava se ven afectados por nuevas erupciones freatomagmáticas, atendiendo a la presencia de una importante fracturación en el contacto con las cuencas de Corral-Poblete, y de Argamasilla al norte y oeste, respectivamente, y la fosa del Chorrillo al este, González (1996). Las depresiones situadas en el perímetro de este macizo en las que se ha trabajado, han sido las de Cañada y Cervera (Fig. 4 y 5). El cráter de Cervera con un diámetro mayor de 1.000 metros y una profundidad máxima de 140, se dispone en forma de tenaza, abierto al norte, desplazándose las oleadas a través de este rebaje topográfico y emplazándose en forma de un gran abanico que se superpone a los depósitos del anillo del maar de La Nava. El maar de Cañada está rodeado de un reborde de depósitos hidromagmáticos, bien estructurado que se expanden hacia el oeste y suroeste. Sobre él, y abierto al norte en las laderas de Cerro Gordo, se desarrolla el cráter explosivo de La Dehesa, cuyas oleadas piroclásticas se emplazan al noroeste.

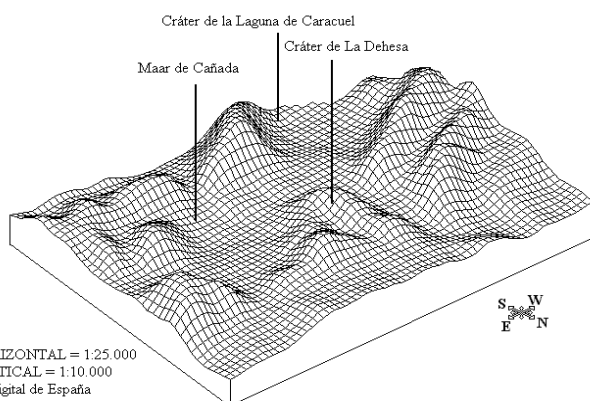


Figura 4

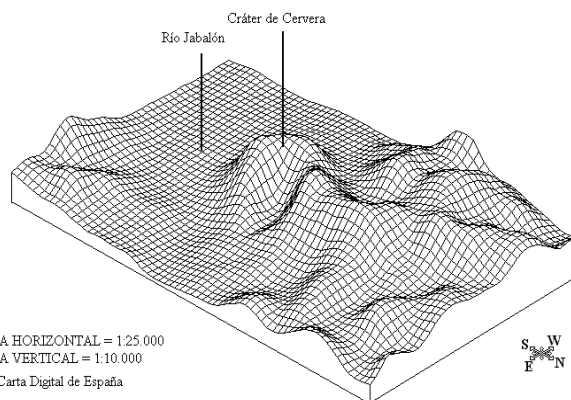


Figura 5

2.3. Maar de Laguna Blanca

El maar de La Laguna Blanca se localiza en una fisura eruptiva de dirección NW-SE, sobre la que también se levantan los dos conos del volcán de Cabeza Parda de Santa María. Las oleadas basales han dado lugar a un depósito anular perfectamente conservado, salvo en el sector NE, donde una antigua actividad de canteras ha desmantelado una pequeña parte del mismo, a la vez que ha facilitado, a partir de los cortes generados, el conocimiento de sus características.

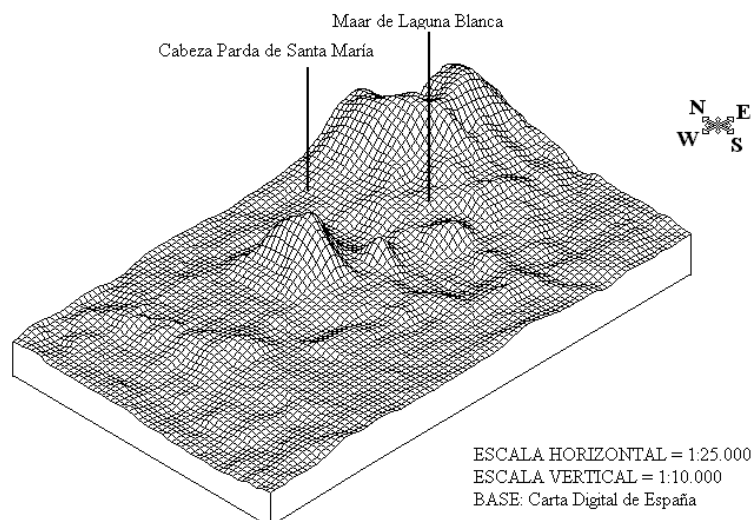


Figura 6

3. Interpretación

Del análisis de las formas de relieve resultantes de los procesos explosivos, y de las características y disposición de los depósitos de oleada piroclástica, establecemos los siguientes hechos:

3.1. Espacios serranos en general

Escasa presencia de aguas superficiales y almacenamiento de esta a diferente profundidad, en función de la fracturación, fisuración y porosidad de las rocas. Los contactos agua magma se llevan a cabo a mayor profundidad que en los espacios de cuenca, lo que puntualmente se traduce en explosiones reiteradas por un mantenimiento de las condiciones hídricas. White y Houghton (2000), Wohletz (1993). La actividad continuada genera cráteres encajados, yuxtapuestos y tangentes, con destrucción total o parcial de formas de relieve previas y creación de otras nuevas. González Cárdenas, (1997), en algunos depósitos de oleadas piroclásticas del Campo de Calatrava, se incluyen bloques formados por fragmentos de depósitos de oleadas húmedas, que evidentemente proceden de erupciones anteriores. Se observa una cierta disparidad en el tamaño y la geometría de los edificios resultantes de la actividad freatomagmática, situándose en espacios muy próximos grandes depresiones tipo maar y estrechos y profundos cráteres, (Fig. 7). Lo que permite deducir diferente profundidad en los procesos de interacción agua/magma. La dirección y el emplazamiento de las oleadas piroclásticas están controlada por la topografía previa a la erupción y por la inmediatamente resultante de los eventos explosivos.

3.1.1 Espacios serranos del área de estudio

Marcada horizontalidad en los fondos de los maares rellenos por los materiales procedentes del desplome de las columnas eruptivas desarrolladas en la erupción hidromagmática con abundante presencia de lapilli acrecional. Discretos procesos de subsidencia que generan áreas deprimidas en torno a 1 metro con relación al resto del fondo del cráter y que se corresponderían con diatremas. Los mayores hundimientos observados se sitúan comúnmente junto a las paredes cuarcíticas de mayor altura sobre el fondo del maar, esto marcaría la situación del conducto de emisión y en parte explicaría la dispersión y emplazamiento de los flujos. Las oleadas, generalmente húmedas, se emplazan formando depósitos en arco que enlazan las paredes cuarcíticas de los cráteres. Estos depósitos presentan formas de fondo mayoritariamente masivas y un alto grado de litificación. En determinadas condiciones las oleadas se comportan como unidireccionales y generan depósitos controlados por la topografía que modifican por relleno, los perfiles de los valles en los que se encajan, o bien se disponen en abanico sobre el piedemonte, desarrollando frentes lobulados o convexos. En estas situaciones los flujos se depositan a más de 3 Km del centro emisor, Fisher y Schmincke (1994). La altura que alcanzan los rebordes de tobas sobre el fondo del cráter oscila entre 2 y 35 m (Tabla 1) La máxima elevación se alcanza cuando los depósitos se instalan sobre un borde rocoso o sobre depósitos hidromagmáticos más antiguos. Los rebordes de menor altura están relacionadas con cráteres cerrados por paredes rocosas que dificultan o impiden el normal desarrollo y expansión de las oleadas basales. Según la cantidad de agua en fase líquida presente en el momento de la detención del flujo y la consiguiente deposición de los elementos transportados, este adquirirá un grado de compactación diferente, lo que influirá en los procesos erosivos posteriores aunque no de manera determinante. Los depósitos presentes en el área estudiada, responden a oleadas piroclásticas húmedas, presentan un alto grado de litificación, predominan en ellos las formas de fondo masivas y en menor medida las planares con escasez o ausencia de lapilli acrecional en los rebordes de tobas. El grado de erosión de los depósitos se acentúa según la posición que ocupen. (Fig. 8). Los que se encuentran en zonas bajas, fosilizados o no por derrubios posteriores, presentan en general un buen estado de conservación, distinguiéndose en ellos formaciones superficiales intactas (redes poligonales de grietas de desecación) Los emplazados sobre collados rocosos y situados en posición de umbría, pueden estar intensamente erosionados. En esta situación la presencia de formas de fondo planares, así como la intercalación de piroclastos de caída, controlan, junto con los planos de separación de diferentes flujos, el grado de erosión. La alteración de los depósitos genera acumulaciones detríticas que se comportan como derrubios de gravedad o son movilizados por la escorrentía superficial formando conos de deyección en el fondo de los cráteres, contribuyen a modificar las formas originales de los mismos y determinan la posición y características de las láminas de agua comúnmente albergadas en ellos. La presencia de erupciones magmáticas posteriores pueden modificar la forma de los edificios freatomagmáticos. La presencia de conos de derrubios, cuencas de recepción y pedreras retocan la morfología volcánica original. La actividad antrópica (cultivos, infraestructura de comunicaciones y canteras) contribuye con diferente intensidad a estas modificaciones.

3.2. Espacios de cuenca en general

La actividad hidromagmática desarrollada en los espacios de cuenca da lugar a grandes maares generalmente rodeados de bordes anulares de tobas bien estructurados, González Cárdenas (1992). El grado de conservación dependerá de la edad del edificio y de la cantidad de agua en fase vapor presente en el momento de producirse la detención y sedimentación del flujo. Estos maares pueden aparecer aislados, inmersos en campos de volcanes de actividad efusiva o estromboliana y presentarse alineados a lo largo de varios kilómetros, asociados a fisuras eruptivas de considerable longitud. Sus dimensiones son las normales en este tipo de edificios oscilando desde unos pocos

centenares de metros hasta dos o tres kilómetros de eje mayor. En volcanes desarrollados en las primeras etapas eruptivas de la región, Poblete Piedrabuena (1991) la ausencia de depósitos de flujo puede ser total. En estos casos es normal la existencia de un reborde calizo-margoso buzando hacia el fondo del antiguo cráter, afectado por procesos de subsidencia que en ocasiones pueden ser especialmente acusados.

3.2.1. Maares del sector occidental de la cuenca del río Tirteafuera.

Las depresiones explosivas asociadas a erupciones freáticas y freatomagmáticas, son numerosas en la cuenca del Tirteafuera. Se localizan en espacios centrales y asociadas al piedemonte serrano, donde las hemos relacionado con sistemas hidrotermales antiguos. En situaciones de hidrofracturación, desecación de los acuíferos o de vaporización completa de las aguas superficiales, las erupciones hidrovulcánicas suelen ir precedidas y/o seguidas de eventos magmáticos. En este contexto se encuadra el maar de la Laguna Blanca.

Relación entre anchura-profundidad y posición de los rebordes de oleadas piroclásticas basales en los maares analizados

Maar	Eje s m	Cota media del fondo	Cota mínima del fondo	Cota máxima	Desnivel máximo	Altura del reborde	Altura relativa	Borde de tobas
Acebuche	1.200 x 800	723 m	722 m	811 m	89 m	728 m	5 / 6 m	Semiborde
Cañada	1.000 x 500	658 m	658 m	800 m	42 m	664/668 m	6 / 10 m	Discontinuo
Carboneras	1.000 x 700	764 m	763 m	830 m	67 m	765 / 767 m	2 / 4 m	Discontinuo
Cervera	500 x 500	654 m	654 m	756 m	102 m	658 m	4 m	Semiborde
Encina	1.600 x 1.200	734 m	733 m	840 m	106 m	736/769 m	3 / 36 m	Discontinuo
Laguna Blanca	500 x 550	652 m	652 m	667 m	18 m	662/667 m	9 / 18 m	Completo
Lomilos	1.250 x 1.000	742 m	740 m	820 m	80 m	745/763	5 / 23 m	Discontinuo

Fuente: Carta Digital de España, navegador GPS. Elaboración propia

Tabla 1

4. Conclusiones

El grupo de cráteres freatomagmáticos de la zona central del Macizo de Calatrava carece de reborde de depósitos de oleadas basales. Solo se encuentra en El Acebuche donde la morfología del cráter fuerza el desarrollo de un depósito unidireccional. En la Hoya del Cura y en Navalacierva, estos depósitos ocupan el fondo del cráter y están recubiertos por derrubios cuarcíticos finipleistocenos y holocenos. En el área de Carboneras-Lomillos-La Encina la proximidad espacial de los edificios volcánicos y su morfología condiciona el emplazamiento de los flujos piroclásticos turbulentos. La existencia de cuencas interiores próximas al lugar de la erupción favorece el desarrollo de las oleadas basales y la formación de depósitos anulares completos o discontinuos.

En los amplios espacios abiertos de las cuencas, el desarrollo de oleadas basales y la formación de anillos completos de depósitos es habitual, (Fig. 9) en ellos se distinguen facies distales y proximales, la relación agua/magma genera puntualmente una clara transición de fases húmedas a secas con facies de bajo y alto régimen de flujo. Colomo y Martí (1989)

Bibliografía

- Colomo, F. Martí, J. (1989) Depósitos volcano-sedimentarios En *Sedimentología Vol. I*, CSIC, Madrid 271-345
- Fisher, R. and Schmincke, H. (1994) Volcanoclastic sediment transport and deposition. En *Sediment Transport and Depositional Processes*. BSP, 351-388
- García, J.L. (1995). *El medio Natural en Los Montes y el Campo de Calatrava*, B.A.T.M. Ciudad Real 453 pp
- González, E. (1992). Aspectos geomorfológicos del volcanismo hidromagmático del Campo de Calatrava, Ciudad Real (España) En. *Estudios de Geomorfología en España*, SEG, Murcia 569-583
- González, E. (1996). Erupciones hidromagmáticas en el borde occidental del Macizo de Calatrava, Campo de Calatrava. El Volcán del Rinconcillo. En *Cadernos del Laboratorio Xeológico de Laxe, nº 21* 281-295
- González E. (1997).. Secuencias eruptivas y formas de relieve en los volcanes del sector oriental del Campo de Calatrava (Macizo de Calatrava y flanco suroriental del domo de Almagro) Ciudad Real. En *Elementos del Medio Natural en la provincia de Ciudad Real*. Cuenca, UCLM, 163-201
- González, E. García, J.L. (2000). Humedales del Campo de Calatrava: Geología y Geomorfología. En *Humedales de Ciudad Real*, Esfagnos, Talavera de La Reina, 31-43
- Poblete, MA. (1991). Morfología de los cráteres explosivos pliocenos del Campo de Calatrava (C. Real). En *Eria nº 26*, 179-198
- Poblete, M.A. (1995). *El relieve volcánico del Campo de Calatrava*. JJCC-CLM y Universidad de Oviedo, 467 pp
- White, J. and Houghton, B. (2000). Surtseyan and Related Phreatomagmatic Eruptions En *Encyclopedia of Volcanoes* (H. Sigurdsson, ed.) Academic Press San Diego, 495-512
- Wohletz, K.H. (1993). Hidrovulcanismo. En *La Volcanología Actual*, CSIC, Madrid 100-195

