

Descripción Macroscópica de la Fulgurita de Torre de Moncorvo (Portugal)

Macroscopic Description of the Fulgurite from Torre de Moncorvo (Portugal)

R.P. Lozano Fernández ⁽¹⁾, R. González Laguna ⁽¹⁾ y T. Martín Crespo ⁽²⁾

⁽¹⁾ Museo Geominero, Instituto Geológico y Minero de España, Ríos Rosas 23, 28003 Madrid.

⁽²⁾ ESCET, Universidad Rey Juan Carlos, Edificio Departamental I, Tulipán s/n, 28933, (Móstoles) Madrid.
r.lozano@igme.es, ruth.gonzalez@igme.es, tomas.martin@urjc.es

ABSTRACT

The rocks designated as fulgurites are the result of the action of atmospheric electrical discharges on soils or rocks. This work describes from the macroscopic point of view the Torre de Moncorvo fulgurite, as a first approach to understand the processes that originate these peculiar anecdotal rocks in the field of Petrology. The fulgurite of Torre de Moncorvo is especially interesting due to the magnitude of the formation event inferred by its size. The fulgurite is mainly composed by glassy phases, and unmelted mineral and fragments of host rocks as minor components.

Key words: Fulgurite, lightning, glass, melting

Geogaceta, 42 (2007), 139-142
ISSN: 0213683X

Introducción

El término fulgurita (del latín *fulgur*, relámpago) se utiliza para designar a aquellas rocas formadas a partir de la acción de descargas eléctricas atmosféricas sobre un suelo o roca. Normalmente, consiste en un cilindro hueco de dimensiones centimétricas constituido por el vidrio formado en el proceso por la fusión de silicatos. La parte interna del tubo suele presentar un aspecto brillante mientras que la parte externa es rugosa debido a los fragmentos de minerales o roca que no han llegado a fundir. La morfología del tubo es el reflejo de la trayectoria del rayo cuando penetra en el suelo.

En general, las fulguritas se clasifican en dos grandes grupos: aquellas que se forman por el impacto de un rayo en un suelo arenoso, generalmente dunas o playas, (Petty, 1936; Rogers, 1946; Galliot, 1980; Wright, 1999) y aquellas que se forman por el impacto sobre rocas (Purdom, 1966; Libby, 1986). Las primeras son mucho más frecuentes dada la facilidad que tienen los rayos de penetrar en materiales no consolidados, y con agua retenida en los poros. Esta tipología de fulgurita muestra una sección circular o elíptica, y una morfología tubular vertical pudiendo penetrar en casos extraordinarios varios metros en la arena, y ramificándose en su descenso a través del terreno (Fig. 1). En la tipología de fulguritas formadas en

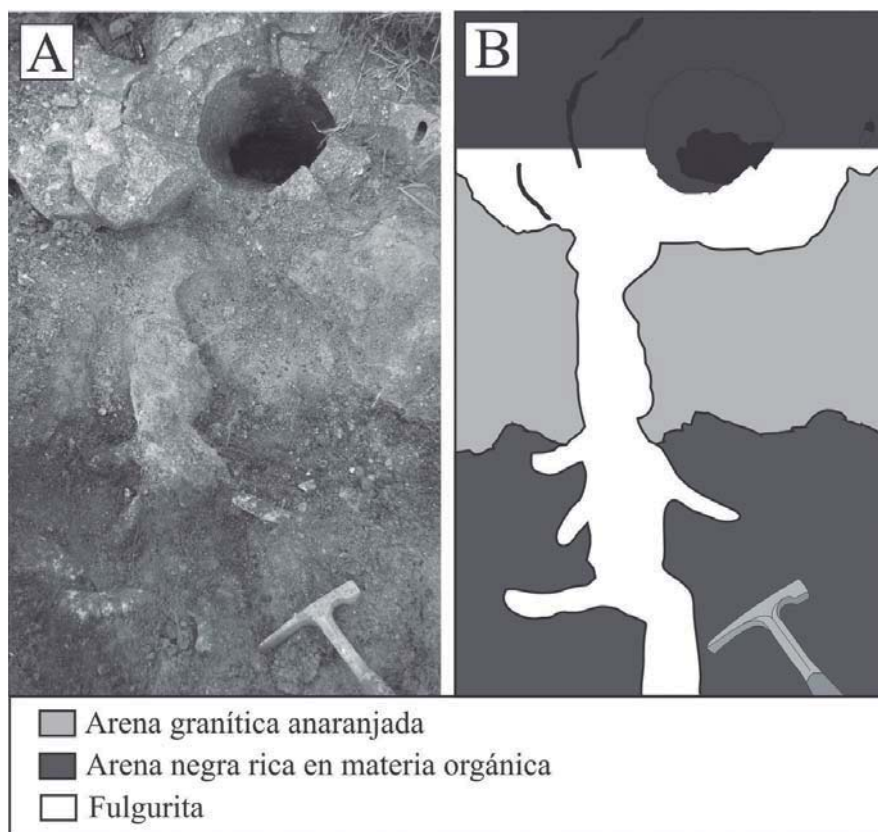


Fig. 1.- Fotografía (A) y esquema (B) de la cavidad (tubo central) en la que tuvo lugar el impacto de la descarga eléctrica, y desde el que sale una de las ramas horizontales originadas en el mismo evento.

Fig. 1.- Photograph (A) and diagram (B) of the cavity (central tube) where the impact of the electrical discharge took place. Horizontal branches coming out from it were originated as a result of the same event.

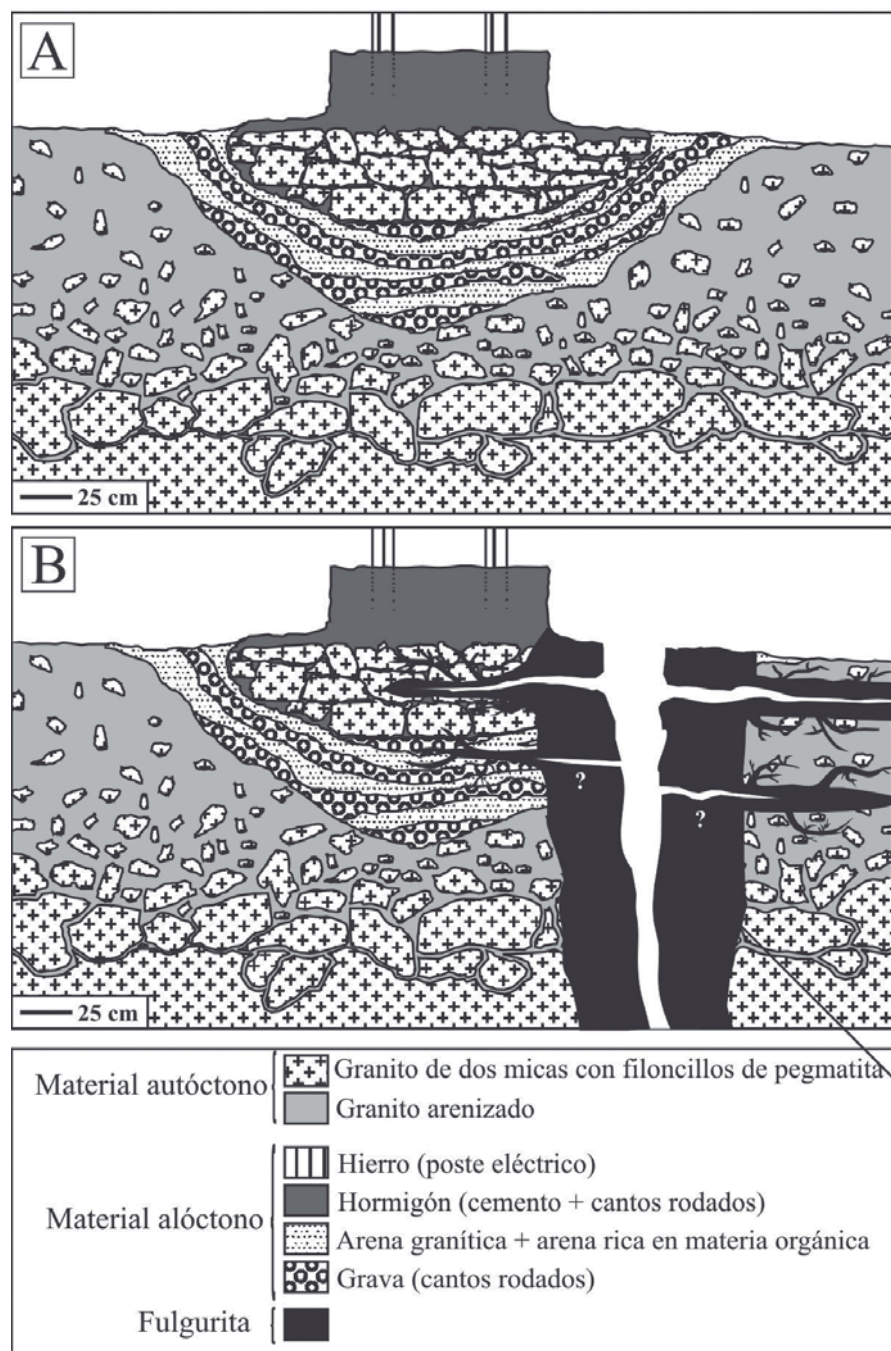


Fig. 2.- A) Esquema donde se muestra la columna metálica que sostiene el tendido eléctrico, el material alóctono utilizado para el asentamiento de la misma, y el suelo. B) Esquema de formación de la fulgurita tras la descarga eléctrica.

Fig. 2.- A) Diagram where the metallic column that maintains the electrical installation, the allochthonous material used for its setting and the soil are shown. B) Diagram of the formation of the fulgurite after the electrical discharge.

roca, también se pueden originar perforaciones tubulares, pero en estos casos los conductos son más cortos y pueden formarse aprovechando las direcciones de fracturación previas en la roca. En los últimos 10 años se han publicado trabajos que proponen nuevas tipologías de fulguritas en suelos arcillosos (Gifford, 1999) o formadas superficialmente (Mohling, 2004).

Existen tres procesos naturales de formación de vidrio: procesos volcánicos, impactos meteoríticos y caídas de rayos. En el primer caso, estamos hablando de la formación de obsidianas, en el segundo caso se trata de vidrio de brechas de impacto y tectitas, y en el tercer caso se formarían fulguritas, que es el caso que nos ocupa. Las referencias que se hacen en la literatura a la descripción y génesis de las

fulguritas son escasas y, sin embargo, se las conoce al menos desde 1706 (Petty, 1936). Por tanto, y aunque hasta ahora este fenómeno no ha sido estudiado de una manera sistemática y petrológica, los autores consideran que, dado que constituyen el tercero de los procesos de formación de vidrio de manera natural, merecen un estudio detallado. Además, recientemente la composición de los gases atrapados en una fulgurita del Desierto de Libia se ha utilizado para la reconstrucción paleoecológica de la zona (Navarro-González *et al.*, 2007).

La formación de una fulgurita depende de la dirección del rayo y de la intensidad de la corriente eléctrica. Se necesitan varios milisegundos de un impacto potente y temperaturas superiores a 2.000 °C para que se genere el proceso de fusión. Tanto la humedad como la textura del suelo parecen jugar un papel importante en su formación, aunque hasta ahora no se ha cuantificado la influencia de estos dos parámetros (Vavrek *et al.*, 2004).

Las fulguritas son rocas muy frágiles, y aparecen con una gran variedad de colores directamente relacionados con la composición del suelo o roca donde impacta la descarga eléctrica. También es muy característico de este tipo de rocas la formación de burbujas de diferentes tamaños debido a la expansión de los gases tales como el aire y el vapor de agua generado en el proceso de impacto. Las estructuras responden en términos generales a un proceso de fusión y enfriamiento rápidos, sin tiempo suficiente para la cristalización de fases minerales sino únicamente de importantes masas de vidrio. En ocasiones se han descrito estructuras de flujo turbulento (Goedeke y Techmer, 1987).

La fulgurita de Torre de Moncorvo

Descripción de la zona de impacto del rayo

La caída del rayo que generó la fulgurita objeto de estudio tuvo lugar el día 24 de mayo de 1998 entre las poblaciones de Cabanas de Baixo y Fox de Sabor, pedanías ambas pertenecientes a la localidad de Torre de Moncorvo, en el noreste de Portugal y cerca de la frontera con la provincia de Salamanca.

La caída del rayo en este punto concreto fue inducida por la presencia de una columna metálica de unos 20 metros de altura, que sustenta el tendido eléctrico que discurre por la zona. El rayo impactó en la parte alta de la columna, seccionando los cables eléctricos y descendiendo al suelo por un lateral de la

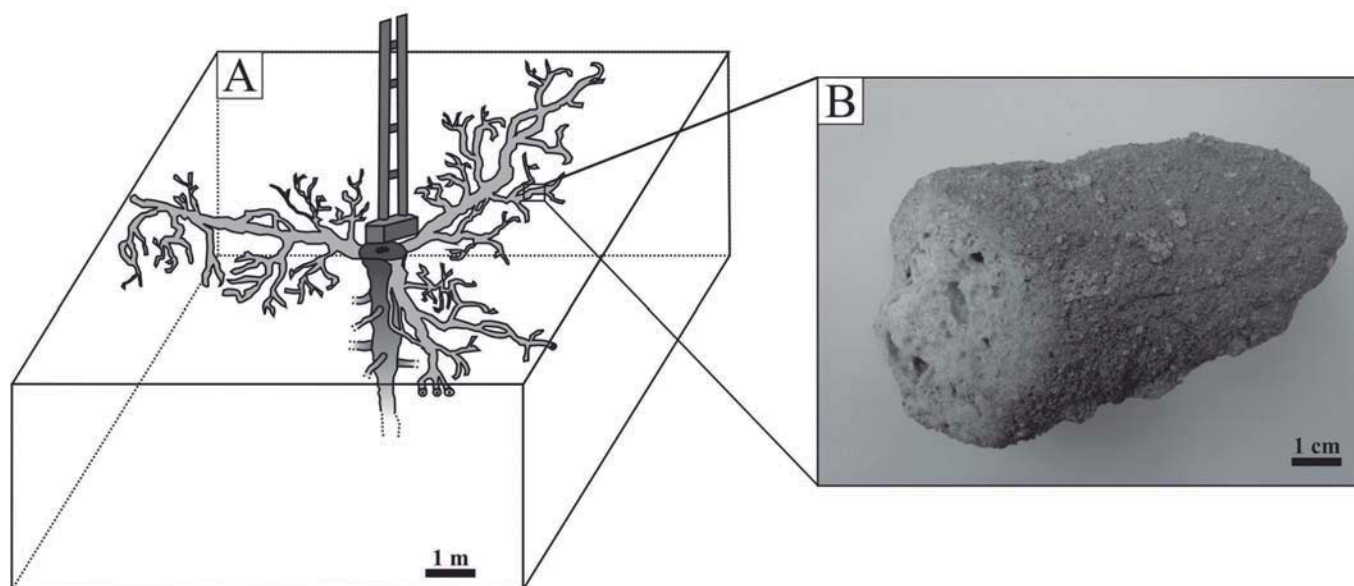


Fig. 3.- A) Esquema de la columna metálica, el tubo central y las tres ramas horizontales que discurren según un ángulo aproximado de 120°. De cada rama principal parten otras ramas menores distribuidas aleatoriamente. B) Fragmento de una de las ramas menores.

Fig. 3.- A) Diagram of the metallic column, the central tube and the three horizontal branches that run following to a 120° approximate angle. Notice that from each main branch other branches begin randomly distributed and significantly smaller in dimensions. B) Fragment of a minor branch.

misma, de modo que el impacto se produjo en el borde de la base de hormigón de la citada columna eléctrica. A partir de los datos facilitados por D. Manuel A. Cabral, propietario de un viñedo cercano al impacto, así como por bomberos de Torre de Moncorvo que participaron en el evento, se desprende que, tras la descarga, se mantuvieron las altas temperaturas y una fuerte electricidad estática en la zona durante al menos 48 horas.

La columna se asienta sobre un suelo granítico (Fig. 1) utilizado como campo de labor para el cultivo de árboles frutales. Este suelo está compuesto por arena de composición granítica, y algo de arcilla de color oscuro, junto con cantos angulosos del granito de grano grueso de dos micras sobre el que se desarrolla el suelo. En algunos de estos cantos se observan también restos de pegmatitas con turmalina (chorlo).

Además, resulta interesante describir tanto la composición de la base de la columna como los materiales donde se asienta la misma, ya que el impacto se produjo en esta zona (Fig. 2). Para la instalación de la columna se realizó un vaciado en el terreno que posteriormente fue rellenado de material alóctono. La parte más profunda del agujero se rellenó con grava compuesta por cantos rodados de cuarcita y pizarra y arena de composición granítica. Encima de este relleno se vertieron fragmentos del granito de grano grueso, previamente dimensionados (tamaño máximo: 45 cm), con formas similares a un

paralelepípedo. Estos fragmentos fueron recubiertos posteriormente con cemento.

Descripción macroscópica

La estructura general de la fulgurita es compleja e incluye diferentes tipos de facies rocosas, todas ellas vítreas. El impacto produjo una intensa fusión en un área de forma cilíndrica y sección elipsoidal y un diámetro máximo de 75 cm aproximadamente. Este cilindro presenta una oquedad central circular de unos 20 cm de diámetro, patinada en su interior por una capa brillante de vidrio, ocasionalmente de color anaranjado. La excavación somera realizada hasta la fecha no ha permitido conocer la dimensión vertical del tubo de fusión. No obstante, se ha podido estimar una profundidad cercana al metro (el fondo estaba repleto de fragmentos de fulgurita), y testigos presenciales del evento aseguran que, cuando el tubo estaba libre de fragmentos la profundidad superaba con creces los dos metros. El tamaño y grosor de esta fulgurita pueden catalogarla como una de las más grandes descritas hasta la fecha en el mundo, junto con la descrita en Florita por Wright (1999), con ramificaciones que medían 11,5 metros. En la sección se observa también una fracturación concéntrica, producida probablemente durante el proceso de enfriamiento. La textura general que conforma esta facies está definida por una roca mayoritariamente vítreo, de color gris os-

curo, aspecto muy granuloso y una fractura concoidea bien marcada. Se puede distinguir una matriz vítrea con pequeños granos de cuarzo lechoso residual que han sobrevivido al proceso de fusión ($d \gg 2$ mm aprox.) y una gran cantidad de inclusiones gaseosas esféricas (burbujas) con tamaños menores de 1 mm. Los granos de cuarzo muestran tamaños grandes (0.2-15cm), están muy fracturados y presentan rellenos de vidrio en las fracturas. Ocasionalmente se observan zonados centimétricos en algunos de estos granos de cuarzo. Bajo la lupa, este zonado consiste en un sector externo de aspecto lechoso (0,5-2mm) que envuelve a un núcleo transparente repleto de burbujas de pequeño tamaño ($H \gg 100 \mu\text{m}$).

Desde este tubo central, parten diferentes ramas pseudocilíndricas (Fig. 3), que se distribuyen radial y horizontalmente. Presentan un ligero aplastamiento en la horizontal. Según la información de las fuentes citadas anteriormente, se generaron tres grandes ramas horizontales que discurrieron con un ángulo aproximado entre ellas de 120°. La longitud estimada para estas ramas es de unos 7 metros en la horizontal. En el punto de inserción de estas ramas el diámetro de las mismas puede alcanzar los 60 cm, presentando en ese sector un zonado de color la roca. La zona central tiene las mismas características descritas para la facies vítrea vertical, pero se observa un ribete de unos 8 cm donde la roca es mucho más oscura, prácticamente negra, también con restos de cuarzo parcialmente fundido.

Las ramas horizontales se bifurcan siguiendo un patrón aleatorio (Fig. 3), disminuyendo su diámetro conforme se alejan de la rama tubular central. Estas ramas conforman cilindros de vidrio de color crema o verde claro que presentan un canal hueco interno (con un diámetro que oscila entre 1/2 y 1/8 del diámetro del cilindro), generalmente de forma irregular. También esta facies vítrea se presenta muy vacuolar, con burbujas milimétricas a centimétricas. Habitualmente el canal central se encuentra desplazado del centro del cilindro. En esta facies no se encuentran fragmentos grandes de cuarzo sin fundir, pero sí gran cantidad de fragmentos pequeños ($d \gg 2\text{mm}$ aproximadamente). Dentro de esta facies vítrea horizontal hemos distinguido dos subfacies: una cercana a la facies vertical que se ha denominado proximal, y otra alejada de la misma denominada distal. En la facies proximal se aprecian cantos rodados adheridos a la parte externa de los cilindros, algunos de ellos parcialmente fundidos, y el tubo central suele estar tintado de color naranja. En un ejemplar se han observado restos de alambre de hierro parcialmente fundido. En estos casos, la fusión local de los cantos alóctonos de pizarra le confiere un color más oscuro al sector afectado. En la facies distal, no se encuentran restos de cantos rodados y los tubos interiores de cada cilindro no están tintados. En la parte externa de los cilindros se observan restos de fragmentos angulosos de granito y en las secciones se puede reconocer, de borde a núcleo, la transición desde el granito hasta el vidrio interno.

La presencia de ramas horizontales que surgen del tubo vertical a mayor profundidad es incierta dado que sólo se ha

realizado una excavación muy somera (unos 30 cm) en uno de los laterales. En el desarrollo de esta pequeña excavación se localizó un rama que surgía del tubo vertical, de aproximadamente 15 cm de diámetro, que se ramificaba hasta llegar, en un espacio horizontal de pocos decímetros, a ramas de 1 cm de diámetro.

Conclusiones

Este trabajo saca a la luz por primera vez la fulgurita de Torre de Moncorvo, consecuencia del impacto de un rayo en una tierra de labor de esta localidad portuguesa en el año 1998. Se han descrito las características del evento, el contexto natural donde se ha producido, la estructura y las características macroscópicas de esta fulgurita. Se trata de un ejemplar de gran tamaño, con una profundidad de al menos 2 metros, un diámetro de hasta 75 centímetros, y el desarrollo de 3 ramificaciones de hasta 7 metros de longitud y 60 centímetros de diámetro, con el desarrollo de otras aún menores, conformando una estructura general dendrítica. Está compuesta por varias facies vítreas, con diferente textura y composición en función del porcentaje de minerales y fragmentos de roca caja no fundidos. Los estudios petrográfico y mineralógico actualmente en realización, completarán esta primera aproximación al conocimiento del fenómeno y de los resultados de estas descargas eléctricas sobre suelos y formaciones rocosas, es decir, las llamadas fulguritas.

Agradecimientos

Agradecemos a Manuel A. Cabral su ayuda en los trabajos de campo y su

valiosa información sobre los detalles de la descarga eléctrica; a los bomberos de Torre de Moncorvo por su información sobre las fechas y características del evento y, especialmente a A. Pablo Lozano por su colaboración en la recogida y selección del material. Agradecemos también a Montserrat de la Fuente su colaboración en la revisión del texto.

Referencias

- Galliot, M.P. (1980). *Rocks and Minerals*, 55, 13-17.
- Gifford, A.C. (1999). *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 82, 165-168.
- Goedeke, D. y Techmer, K. (1987). *Partial melting in fulgurites from Little Ararat (Turkey) and Dissistock (Swiss Alps)*. Uman MA, Int. Geophys. Series, 39.
- Libby, C.A. (1986). *California Geology*, 39, 262.
- Mohling, J.W. (2004). *Rocks and Minerals*, 79, 334-340.
- Navarro-González, R., Mahan, S.A., Singhvi, A.K., Navarro-Aceves, R., Rajot, J.L., McKay, C.P., Coll, P y Raulin, F. (2007). *Geology*, 35, 171-174.
- Petty, J.J. (1936). *American Journal Science*, 31, 188-201.
- Purdom, W.B. (1966). *The Ore Bin*, 28, 153-159.
- Rogers, A.F. (1946). *Journal of Geology*, 54, 117-122.
- Varrek, R.J., Holle, R.L. y Allsopp, J. (2004). *The Earth Scientist*, XX-1, 23-26.
- Wright, F.W. (1999). *Rocks & Minerals*, 74, 157-159.