



## LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DE MURCIA

### VOLCÁN DE BARQUEROS (MURCIA)

**Nº DE L.I.G:** 3

**AUTOR/ES DE LA PROPUESTA:** Texto y fotografías: Rafael Arana Castillo. Univ. de Murcia.  
Delimitación cartográfica: Francisco Guillén Mondéjar y Antonio del Ramo Jiménez. Univ. de Murcia.

#### 1. INTERÉS PATRIMONIAL

##### 1.1. Tipo de interés por su contenido (B = Bajo, M = Medio, A = Alto):

Petrológico: A

Mineralógico: A

##### 1.2. Tipo de interés por su influencia

Internacional

El afloramiento presenta un gran interés por su rareza petrológica, por su morfología y formas de alteración.

##### 1.3. Grado de conocimiento o investigación sobre el tema:

Este yacimiento aparece descrito por primera vez en un trabajo de San Miguel de la Cámara et al. (1951), en el que se ofrecen los principales datos de campo y diversas observaciones sobre su estudio microscópico y químico. Las rocas se describen como veritas, diferenciando cuatro tipos según su macroestructura: compacta, lavas porosas, lavas escoriáceas y escorias. Templado et al. (1952) ponen igualmente de manifiesto la presencia de estas rocas volcánicas en el estudio de la hoja de Alhama de Murcia e indican que la erupción atraviesa terrenos que han sido datados anteriormente como miocenos, aunque no especifican en qué nivel o tramo ya que no encuentran fósiles. Fúster y Gastesi (1965) realizan un estudio petrológico de estas rocas lamproíticas y presentan una cartografía detallada del afloramiento diferenciando en la leyenda del mapa cuatro tipos de manifestaciones volcánicas.

El afloramiento de Barqueros se incluye en un trabajo de síntesis sobre las rocas lamproíticas del sureste (Fúster et al., 1967) y más tarde en otro que recoge las manifestaciones volcánicas del sureste peninsular (López Ruiz y Rodríguez Badiola, 1980). También se encuentra una breve descripción de estas rocas en la memoria explicativa de la hoja nº 933 (Alcantarilla) del Mapa Geológico de España E.1:50.000, 2ª ser. (IGME, 1974). Finalmente, Arana (1983) realiza nuevas observaciones sobre este afloramiento en el contexto de unos itinerarios mineralógicos por la región murciana.

Arana et al. (1999) recogen este afloramiento como Lugar de Interés Geológico y describen las principales características de campo y numerosos datos analíticos y petrológicos. Las dataciones realizadas por Montenat et al. (1975) por el método del K-Ar sobre diversas muestras del edificio volcánico de Barqueros, suministran un rango de edades comprendido entre 6.2 y 7 Ma. La edad determinada por Duggen et al. (2005) por el método del  $40\text{Ar}/39\text{Ar}$  sobre la matriz del borde de enfriamiento de un dique es de  $6.94\pm 0.05$  Ma. La edad de la erupción volcánica se puede considerar, por tanto, como post-Andalusiense.

##### Incluido en catálogos de Lugares de interés Geológico (describir):

Incluido en el inventario de Lugares de Interés Geológico de España de relevancia mundial, dentro del proyecto GEOSITES auspiciado por la IUGS y UNESCO.



#### 1.4. Dos fotografías más relevantes



Foto 1. Panorámica del sur del volcán de Barqueros. Al fondo el cerro del Morrón, con 308 m.



Foto 2. Afloramiento volcánico de Barqueros. Vista general del afloramiento de rocas lamprófitas afectado por una meteorización muy avanzada.



## **2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA**

**2.1-Coordenadas UTM:** Huso 30; X= 643900; Y= 420350; Z= 399 m.s.n.m.

**Municipio:** Murcia y límite este de Mula

**Paraje:** Barqueros

**Mapa topográfico 1:25.000:** Hoja 933 Alcantarilla, cuadrante I (Pliego)

### **2.2. Descripción de la situación y accesos**

El afloramiento volcánico se encuentra cerca de la carretera de Alcantarilla a Barqueros, al norte de este pueblo. Se toma la carretera comarcal a Pliego que pasa junto a los materiales volcánicos y a partir de aquí el recorrido de toda la zona debe hacerse a pie. Las rocas volcánicas ocupan las partes más elevadas de los relieves y en varios casos llegan también a la base de los barrancos. Las manifestaciones topográficamente más altas se encuentran en los cabezos del Morrón y de las Herrerías, en las proximidades de Barqueros. El afloramiento presenta una forma irregular, alargada en la dirección NE-SW y destaca claramente en el paisaje.

**2.3. Extensión superficial (m<sup>2</sup>):** 2.500,000 aproximadamente

**2.4-Situación Geológica:** El afloramiento de Barqueros conserva todavía las características más relevantes de una emisión volcánica, pese a que la erosión ha modelado en gran medida la morfología inicial abriendo barrancos que poco a poco han desmantelado las coladas y dejan el Mioceno infrayacente al descubierto, como se puede observar en el valle interior situado al pie del Cabezo del Morrón. La emisión se produjo atravesando las margas miocenas a partir de un centro principal, situado probablemente en ese cabezo. Las lavas se extendieron rápidamente por los relieves circundantes, produciendo un acusado efecto térmico en los materiales miocenos, como se puede advertir a lo largo de los contactos y en varios enclaves interiores. Las margas presentan en esos puntos un aspecto quebradizo, fractura concoide, mayor tenacidad, brillo vítreo en corte fresco y un tamaño de grano muy fino, propiedades inferidas tras el contacto con el material volcánico a elevada temperatura.

### **2.6. Contexto geológico según el anexo VIII de la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, Geodiversidad del territorio español:**

VIII-I: Unidades geológicas más representativas: 4. Sistemas volcánicos

VII-II: Contextos geológicos de España de relevancia Mundial: 14. Asociaciones volcánicas ultrapotásicas neógenas del sureste de España.

## **3. DESCRIPCIÓN DE LA DIVERSIDAD GEOLÓGICA Y EL PATRIMONIO GEOLÓGICO**

En relación a la morfología de los materiales volcánicos, Fúster y Gastesi (1965) establecen cuatro grupos cartográficos: 1) Centro de emisión reciente; 2) Aglomerado brechoide circundante; 3) Veritas en masa y coladas antiguas y 4) Coladas modernas. El primero se sitúa en el Cabezo del Morrón, a una cota actual de 361 metros y constituye un núcleo de rocas masivas endurecidas por procesos tardíos de silicificación. Las veritas presentan un aspecto compacto y contienen numerosas cavidades alargadas producidas por el escape de los gases (fotografía 3.37.4). El aglomerado brechoide forma una banda que rodea completamente al núcleo de emisión principal; también ha sido afectado por procesos tardíos de carbonatación y silicificación. Las veritas en masa y coladas antiguas ocupan la mayor parte del afloramiento; contienen con frecuencia inclusiones de materiales miocenos y están recubiertas por emisiones tardías, especialmente en la parte central. Finalmente, las coladas modernas aparecen al oeste del afloramiento, presentan un aspecto más escoriáceo y han sufrido más intensamente la meteorización.

El afloramiento volcánico está afectado por varios sistemas de fracturas con una notable incidencia en su morfología actual (Fúster y Gastesi, 1965):

- Fracturas con dirección NE-SW. Condicionan el contacto occidental de los materiales volcánicos con las margas miocenas y son paralelas a las grandes fallas de la zona (la del Guadalentín, entre otras).
- Fracturas de dirección NW-SE. Se trata de un sistema perpendicular al anterior, de origen tardío y menos desarrollado.
- Fracturas concéntricas o anulares. Rodean al Cabezo del Morrón poniendo en contacto unas areniscas miocenas con las veritas.



Estas superficies de fractura, particularmente las de dirección NW-SE han facilitado la salida del material lávico a la superficie e incluso han podido sufrir una reactivación tardía. En conjunto, el límite sureste del afloramiento está marcado por las fracturas mientras que los demás contactos se producen simplemente por superposición de las coladas sobre los materiales del Mioceno.

Para Fúster et al. (1967) la erupción de Barqueros se inició en el Burdigaliense y tuvo un carácter explosivo a juzgar por la morfología del afloramiento y los productos emitidos. Las rocas de este afloramiento se pueden clasificar de acuerdo con su composición mineralógica y su textura. Se encuentran así tres tipos principales: veritas holocristalinas porfídicas que pueden contener o no un anfíbol potásico (richterita); veritas hipocristalinas porfídicas y veritas con analcima potásica.

La composición mineralógica global está constituida por olivino, parcialmente transformado en iddingsita, flogopita, piroxeno de tipo diópsido, sanidina y espinelas, con una matriz vítrea o microcristalina. Las proporciones de estos minerales varían de unas muestras a otras, aunque los componentes más abundantes suelen ser flogopita y olivino. El vidrio, por su parte, puede alcanzar más de un 50 % en muchas muestras; su contenido marca las principales diferencias entre unas rocas y otras e incluso se puede encontrar una gradación entre veritas vítreas y holocristalinas. Junto a estos minerales se encuentran otros originados por transformaciones posteriores o por la acción de soluciones hidrotermales tardías. Los procesos más desarrollados son la silicificación y la carbonatación; de hecho, la calcita puede llegar a alcanzar elevadas proporciones en muchas muestras; suele ir acompañada de calcedonia u ópalo. Los anfíboles y feldespatoides (richterita y analcima) sólo han aparecido en dos de los ejemplares observados al microscopio. También es muy abundante en forma de costras blanquecinas que recubren a la roca volcánica en buena parte de su superficie.

Los fenocristales de olivino son de bordes irregulares (hipidiomorfos) y en parte se encuentran alterados a iddingsita o bien están reemplazados parcialmente por calcita, hematites o calcedonia. Por su composición corresponden a un término más próximo a la forsterita ( $Mg_2SiO_4$ ), con un valor medio de  $Fe_{0.7}Fa_{0.3}$ . La richterita potásica aparece en cristales alotriomorfos y en secciones basales con excelente exfoliación. Se encuentra en los intersticios de la trama, por lo que debe ser un mineral accesorio de origen tardío, posterior sin duda a olivino, flogopita, sanidina y piroxeno. Este mineral es mucho más común en las rocas lamproíticas de Jumilla ("jumillitas"). La analcima potásica es también un componente de origen tardío. Aparece en cristales de contorno irregular, aunque también se ha encontrado en secciones octogonales con algunas inclusiones muy pequeñas de hematites; ópticamente es isótropa. La flogopita es la mica típica de las rocas lamproíticas y, en el caso de las veritas, es el componente más abundante de los fenocristales. Suele contener inclusiones de menas metálicas y en muchas muestras aparece ligeramente alterada. El pleocroísmo de la flogopita disminuye con la alteración. El diópsido es frecuente encontrarlo en pequeños cristales idiomorfos en secciones basales con la exfoliación característica de los piroxenos en ángulos próximos a  $90^\circ$ . La sanidina es el principal componente de la matriz y se encuentra en pequeños cristales alargados y tabulares sin una orientación preferente. Entre los componentes accesorios podemos citar al apatito, en pequeños cristales idiomorfos y a una espinela tipo picotita, generalmente incluida en los cristales de olivino.

Tras un análisis de las relaciones texturales de varias muestras de veritas, parece lógico pensar que el olivino fuera la primera fase en cristalizar, ya que nunca se encuentra entre los componentes de la pasta o matriz, seguido de la flogopita; los dos componentes pudieron cristalizar al mismo tiempo durante una etapa, aunque después continuaría formándose sólo flogopita. En una segunda generación cristalizarían flogopita, diópsido, sanidina y analcima. El último componente en cristalizar debió ser la richterita potásica. Finalmente, las rocas se ven sometidas a procesos de alteración y a manifestaciones póstumas de la actividad efusiva, esencialmente una silicificación y una carbonatación. Algunas cavidades de la roca aparecen rellenas por calcedonia y calcita, generadas en estas etapas tardías.

Para López Ruiz y Rodríguez Badiola (1980) los caracteres mineralógicos y geoquímicos que en conjunto presentan las lamproítas, se explican mejor si se acepta que estas rocas se han originado por la mezcla de un magma de tipo kimberlítico con otro de tipo shoshonítico. De acuerdo con estos autores, el porcentaje de participación del líquido kimberlítico en el magma híbrido ultrapotásico variará entre el 59-47 % en las jumillitas, el 45-36 % en las cancalitas, el 35-24 % en las fortunitas y el 17-14 % en las veritas. Aunque la



mezcla de magmas ha debido ser el proceso genético fundamental, el exceso de  $K_2O$  se puede interpretar por procesos adicionales de enriquecimiento selectivo.

A un nivel más elemental, la visita al afloramiento de Barqueros podría limitarse a la observación de los siguientes aspectos:

- a) Estudio de los contactos de la roca volcánica con los materiales miocénicos, observando el efecto térmico que éstos presentan y las inclusiones de rocas miocenas entre las volcánicas.
- b) Análisis de las formas de erosión del aparato volcánico, diferenciando las distintas secuencias de la efusión.
- c) Estudio de los procesos de transformación de los feldespatos, con liberación de calcio que forma unas costras blanquecinas que ocupan grietas, fisuras y gran parte de la superficie expuesta de las rocas volcánicas.
- d) Recorrido por el valle central del afloramiento, en el que se pueden apreciar los principales productos de la emisión volcánica: coladas compactas, aglomerados y brechas, cenizas volcánicas (cineritas), diques, etc.
- e) Finalmente, merece la pena observar en un corte fresco varias muestras de verita, tratando de identificar sus componentes mayoritarios en los fenocristales: olivino (generalmente transformado) y flogopita, en laminillas rojizas brillantes. Es fácil que se puedan encontrar también rellenos tardíos de calcedonia y carbonatos.

Se trata de uno de los mayores afloramientos de rocas lamproíticas del SE de la Península Ibérica e incluye diversos elementos parcialmente degradados de un edificio volcánico subaéreo que ha tenido episodios eruptivos iniciales de carácter freatomagmático. En el edificio volcánico de Barqueros se encuentran materiales lávicos pertenecientes a varios episodios de emisión de coladas, depósitos de escorias asociados al centro de emisión, depósitos de brechas explosivas y niveles basales de depósitos freatomagmáticos de tipo '*base surge*'.

Las rocas lávicas holocristalinas son masivas y de carácter porfídico con fenocristales de olivino y flogopita y una matriz microcristalina con sanidina, diopsido y en algunos casos richterita potásica intersticial. El mineral accesorio más común es el apatito. En las variedades hipocristalinas la matriz tiene proporciones variables de vidrio de color pardo, con microlitos de clinopiroxeno y sanidina. Como mineral accesorio más común se encuentra apatito. También se encuentran xenocristales de espinela verde. En alguna variedad se encuentran en la matriz pequeños cristales de analcima potásica. Según Fúster y Gastesi (1965), estas lamproitas tienen características composicionales intermedias entre las jumillitas y las veritas.

En el trabajo de campo se han encontrado dos zonas húmedas, manantiales, el Charco del Moñigo y una rambla al este del afloramiento volcánico que complementan este lugar de interés geológico.

#### **4. ASPECTOS DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN**

##### **4.1. Condiciones de conservación**

Son muy buenas, ya que este afloramiento no ha sido objeto de explotación de rocas industriales. En principio no se requiere la adopción de ninguna medida especial de protección, ya que el afloramiento está perfectamente conservado y con una acción antrópica mínima.

##### **4.2. Causa del deterioro**

El deterioro que pueda observarse en el material volcánico procede de causas exclusivamente naturales como es la intensa meteorización que afecta a todos ellos con abundante formación de costras carbonatadas y descamaciones superficiales.

##### **4.3. Fragilidad del lugar:**

Es pequeña ya que se trata de un afloramiento muy bien conservado.

##### **4.4. Régimen de propiedad y ordenación del lugar**



Existen varios cultivos a lo largo del valle interior del edificio volcánico perfectamente integrados en el entorno y no se han construido vías de acceso, por lo que el lugar permanece en excelentes condiciones de conservación.

#### **4.5. Amenazas actuales o potenciales**

Si no hay modificaciones significativas respecto a sus condiciones actuales, no se detecta ningún peligro respecto a la conservación futura de este importante afloramiento volcánico.

### **5. POTENCIALIDAD DE USO**

#### **5.1. Tipo de interés por su utilización (B=bajo, M=medio, A=alto):**

Científico: A

Didáctico: A

Turístico: B

Recreativo: B

#### **5.2. Condiciones de observación**

Muy buenas

#### **5.3. Accesos al lugar**

a- Acceso: Se puede ir en cualquier medio de transporte (autobús, coche, motocicleta, etc.

b- Acceso a partir de carretera (tipo y nombre): Desde Alcantarilla se toma la carretera comarcal a Barqueros (12,5 km) y a unos 200 m de este pueblo se toma la carretera a Pliego, que discurre por el sur del afloramiento volcánico. A partir de aquí el recorrido por el complejo volcánico de Barqueros debe efectuarse a pie.

d- Situado a menos de 1 Km. de algún camino o carretera utilizable por vehículos.

f- Posibilidad de aparcamiento en los alrededores para: cualquier medio de transporte.

g- Servicios de hostelería más próximos: Barqueros, a 250 m.

h- Población más cercana con posibilidad de alojamiento: Barqueros, a 250 m.

#### **5.4. Elementos de interés natural, arqueológico, histórico, artístico, etnológico u otros valores culturales que pueden complementar al LIG: Ninguno**

### **6. RECOMENDACIONES PARA LA GEOCONSERVACIÓN, USO Y GESTIÓN.**

#### **Vulnerabilidad**

- La primera medida de protección y conservación es la declaración del LIG como Monumento Natural. Su existencia deberá ser reflejada en la redacción de estudios de impacto ambiental y en los instrumentos de planeamiento urbanístico (Planes Generales de Ordenación Urbana, Planes Especiales, etc.).
- Por incluir un afloramiento volcánico del máximo interés, se hace necesario adoptar una serie de medidas encaminadas a evitar el expolio del mismo, y más, teniendo en cuenta la ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, donde se incluye en su artículo 3 una definición de patrimonio geológico que dice lo siguiente: Conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar. El afloramiento se puede considerar así como un Monumento Natural (artículo 33): 1. Los Monumentos Naturales son espacios o elementos de la naturaleza constituidos básicamente por formaciones de notoria singularidad, rareza o belleza, que merecen ser objeto de una protección especial. 2. Se considerarán también Monumentos Naturales los árboles singulares y monumentales, las formaciones geológicas, los yacimientos paleontológicos y mineralógicos, los estratotipos y demás elementos de la gea que reúnan un interés especial por la singularidad o importancia de sus valores científicos, culturales o paisajísticos.

#### **Gestión**

- Las inmejorables condiciones de situación y contemplación permiten observar el LIG en su integridad y puede ser perfectamente utilizado en actividades didácticas de cualquier nivel educativo.



Para ello, sería deseable la elaboración e instalación de paneles informativos que faciliten la correcta interpretación de los procesos y fenómenos geológicos que se dan lugar allí.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- ARANA, R. (1983). Itinerarios mineralógicos por la Región Murciana. 2. Murcia-La Aljorra-San Isidro-Los Puertos-Tallante-Perín-Las Herrerías-Rambla del Reventón-Distrito minero de Mazarrón-Peña Rubia-El Saltador-Lorca-Zaradilla de Totana-Barqueros-Murcia. ICE Univ. Murcia, 155 p.
- ARANA, R; RODRÍGUEZ ESTRELLA, T; MANCHEÑO, M. A. y ORTIZ SILLA, R. (1992). Lugares de interés geológico de la Región de Murcia. Agencia Regional para el Medio Ambiente y la Naturaleza. CARM. Murcia.
- ARANA, R; RODRÍGUEZ ESTRELLA, T; MANCHEÑO, M. A; GUILLÉN MONDÉJAR, F; ORTIZ SILLA, R; FERNÁNDEZ TAPIA, M. T. y DEL RAMO, A. (1999). El patrimonio geológico de la Región de Murcia. Fundación Séneca. CARM. Murcia.
- BELLÓN, H; BORDET, P. et MONTENAT, C. (1983). C. Chronologie du magmatisme néogène des Cordillères bétiques (Espagne méridionale). Bull. Soc. géol. France 25-2, 205-217.
- BENITO, R; LÓPEZ RUIZ, J; CEBRIÁ, J. M; HERTOGEN, J; DOBLAS, M; OYARZUN, R y DEMAIFFE, D (1999). Sr and O isotope constraints on source and crustal contamination in the high-K calc-alkaline and shoshonitic neogene volcanic rocks of SE Spain. *Lithos*, 46, 773-802.
- BORLEY, G.D. (1967). Potash-rich volcanic rocks from southern Spain. *Min. Mag.* 36, 364-379.
- DOBLAS, M; LÓPEZ-RUIZ, J y CEBRIÁ, J. M. (2007) Cenozoic evolution of the Alboran Domain: a review of the tectonomagmatic models. In: *Cenozoic Volcanism in the Mediterranean Area* (L. Beccaluva, G. Bianchini y M. Wilson, Eds.). Geological Society of America, Special Paper 418, 303-320.
- DUGGEN, S.; HOERNLE, K. VAN DER BOGAART, P. and GARBE-SCHÖNBERG, D. (2005). Post-collisional transition from subduction to intraplate-type magmatism in the westernmost Mediterranean: Evidence for continental-edge delamination of subcontinental lithosphere. *Journal of Petrology*, 46, 1155-1201.
- FUSTER, J. M.; GASTESI, P.; SAGREDO, J. y FERMOSE, M. L. (1967). Las rocas lamproíticas del sureste de España. *Estudios geol.*, 23, 35-69.
- FUSTER, J.M. y GASTESI, P. (1964). Estudio petrológico de las rocas lamproíticas de Barqueros (prov. de Murcia). *Estudios geol.*, 20, 299-314.
- FUSTER, J.M., IBARROLA, E. y LOBATO, M.P. (1954). Análisis químicos de rocas españolas publicados hasta 1952. Monografías del Instituto Lucas Mallada de Investigaciones Científicas. C.S.I.C., N° 14, (139 pp).
- IGME (1974). Mapa Geológico de España E.1:50.000, 2ª serie. Hoja n° 933 (Alcantarilla). Serv. Publ. Min. Industria. Madrid.
- LOPEZ RUIZ, J. y RODRIGUEZ BADIOLA, E. (1980). La región volcánica neógena del sureste de España. *Estudios geol.*, 36, 5-63.
- LÓPEZ-RUIZ, J; CEBRIÁ, J. M. y DOBLAS, M. (2002). Cenozoic volcanism I: the Iberian Peninsula. In: *Geology of Spain* (W. Gibbons y T. Moreno, edits.). Geological Society of London, 417-438.
- MITCHELL, R.H. and BERGMAN, S.C. (1991). Petrology of lamproites. Plenum Press, New York, 447 pp.
- MONTENAT, C., THALER, L. et VAN COUVERING, J. (1975). La faune de rongeurs de Librilla. Corrélation avec les formations marines du Miocène terminal et les datations radiométriques du volcanisme de Barqueros (Province de Murcia, Espagne méridionale). *C. R. Acad. Sci., Paris*, 281, (519-522).
- NAVARRO, A. y TRIGUEROS, E. (1966). Plano geológico de la provincia de Murcia. Instituto Geológico y Minero de España.
- NIXON, P.H., THIRLWALL, F., BUCKLEY, F. and DAVIES, C.J. (1984). Spanish and Western Australian Lamproites: Aspects of whole rock geochemistry. In: *Kimberlites and related rocks*. Kornprobst, J. (ed). Elsevier, Amsterdam (285-296).
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M.; ALMELA, A. y FUSTER, J.M. (1951). Sobre un volcán de "verita" recientemente descubierto en el Mioceno de Barqueros (Murcia). *Estudios geol.*, 7, 411-429.



Región de Murcia  
Consejería de Agricultura y Agua

Dirección General de Patrimonio Natural y Biodiversidad

**ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE  
LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO EN LA  
REGIÓN DE MURCIA-2009**

- SEGHELDDI, I.; SZAKÁCS, A; HERNÁNDEZ PACHECO, AL. y BRÄNLE MATESANZ, J.L. (2007). Miocene lamproite volcanoes in south-eastern Spain. An association of phreatomagmatic and magmatic products. *Journal of volcanology and geothermal research*, 159, 210-224.
- TEMPLADO, D.; MESEGUER, J.; BECERRIL, F.J.M. y ABBAD, M. (1952). Mapa Geológico de España E.1:50.000, 1ª ser. Hoja nº 933 (Alhama de Murcia). Inst. Geol. Min. España.

