

geología 11

**Recorrido geológico
por los "hirvientes"
volcanes del Campo
de Calatrava (Ciudad
Real)**

La inscripción es gratuita e imprescindible abierta hasta el día 5 de Mayo en la dirección de correo Secretaría Departamento IGM sec_igm@uclm.es

Hasta agotar las plazas disponible de los 2 autobuses.
Un autobús saldrá de Almadén a las 8h. Desde la Escuela U. Politécnica

Información detallada del lugar de encuentro y folleto de la excursión en: www.sociedadgeologica.es

**Volcán del Cerro Gordo.
Granátula de Calatrava.
8 de mayo. 9:30 h.**

PROMUEVE Y COORDINA



PROMUEVE:



COLABORA:



PATROCINAN:



ORGANIZAN:



Introducción

Los Geolodías pretenden acercar a la sociedad tanto la Geología como la profesión del geólogo. Consisten en una excursión de campo guiada por geólogos, totalmente gratuita y abierta a todo tipo de público. Se realiza en lugares interesantes por su entorno geológico, y se proporciona una información rigurosa a nivel divulgativo. Permite ver estos lugares con "ojos geológicos", y vislumbrar algunos aspectos de cómo funciona la Tierra sobre la que vivimos y de cuyos recursos naturales dependemos totalmente. Es también una manera de sensibilizar a la población sobre la importancia y necesidad de proteger nuestro patrimonio geológico.

La idea surgió en 2005, cuando geólogos aragoneses la implantaron y poco a poco se ha ido difundiendo y extendiendo al resto de provincias españolas.

Este año los promotores nos han propuesto que organizásemos esta actividad y nos ha parecido interesante celebrarlo en el entorno de los volcanes del Campo de Calatrava que consideramos que es un sitio céntrico y bien comunicado, que es todavía poco conocido, pero sobre todo que presenta una gran cantidad de posibilidades didácticas.

Por ello, y en primer lugar queremos dar las gracias a todos los organismos que han colaborado y que han permitido que celebremos hoy este Geolodía. Son los siguientes: Universidad de Castilla - La Mancha (UCLM), Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Sociedad Geológica de España (SGE) y la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra (AEPECT).

OBJETIVOS:

1. Divulgar la Ciencia, y en particular la Geología, dando a conocer sus métodos de trabajo y observación.
2. Difundir lo que es la Geología y en lo que esta contribuye a la formación de los ciudadanos con una actividad de gran público.
3. Transmitir el papel que juega la geología en la búsqueda, explotación y gestión de recursos naturales que demanda nuestra Sociedad. También se ocupan de la mitigación de riesgos naturales y de problemas de ingeniería. Últimamente, la geología tiene mucho que aportar en cuanto al conocimiento de los mecanismos del cambio climático actual ya que los cambios climáticos del pasado han sido registrados en las rocas.
4. Sensibilizar de la importancia de lo que es el Patrimonio Geológico y la geodiversidad por su valor *científico, cultural y/o educativo que permiten conocer, estudiar e interpretar: a) el origen y evolución de la Tierra, b) los procesos que la han modelado, c) los climas y paisajes del pasado y presente y d) el origen y evolución de la vida.*

Se convoca a todos los participantes a quedar el día 8 de Mayo de 2011 en el cruce de las carreteras CM-413 (P.k.=7.700) y la CRP-5122. Paraje conocido como La Cruz de la Zorrilla (Granátula de Calatrava). A las 9:30 h. Donde se tomarán los autobuses.

La zona volcánica del Campo de Calatrava (ZVCC)

Un volcán en un *punto de la superficie terrestre por la que el magma asciende desde la base de la corteza terrestre junto con una variable cantidad de gases.*

La ZVCC es una de las tres principales zonas volcánicas, junto con otros puntos aislados, en las que se ha manifestado el volcanismo en la Península Ibérica recientemente. La *edad a la que este volcanismo se produjo va desde los 8.6 Ma (millones de años) hasta hace menos de 0.7 Ma.*

Los materiales volcánicos se distribuyen por un área de unos 4.500 Km² que se encuentra localizada en la zona central de la provincia de Ciudad Real (Figura 1).

Se estima que son más de 350 puntos por los que *el magma ascendió a la superficie en esta zona aprovechando sobre todo discontinuidades y fracturas existentes en el substrato*.

La *geología de la zona* está condicionada por la existencia del *sustrato paleozoico* compuesto fundamentalmente por cuarcitas, areniscas y pizarras que fue plegado y fracturado por el Orógeno Hercínico. Sobre ellos, y después de una larga etapa de erosión, se fueron depositando, en las zonas más deprimidas, *un recubrimiento formado por arenas, arcillas y margas nodulosas durante el Plioceno y Pleistoceno (Neogeno)*. Los posteriores retoques aluviales y fluviales son los que dan al paisaje su aspecto actual.

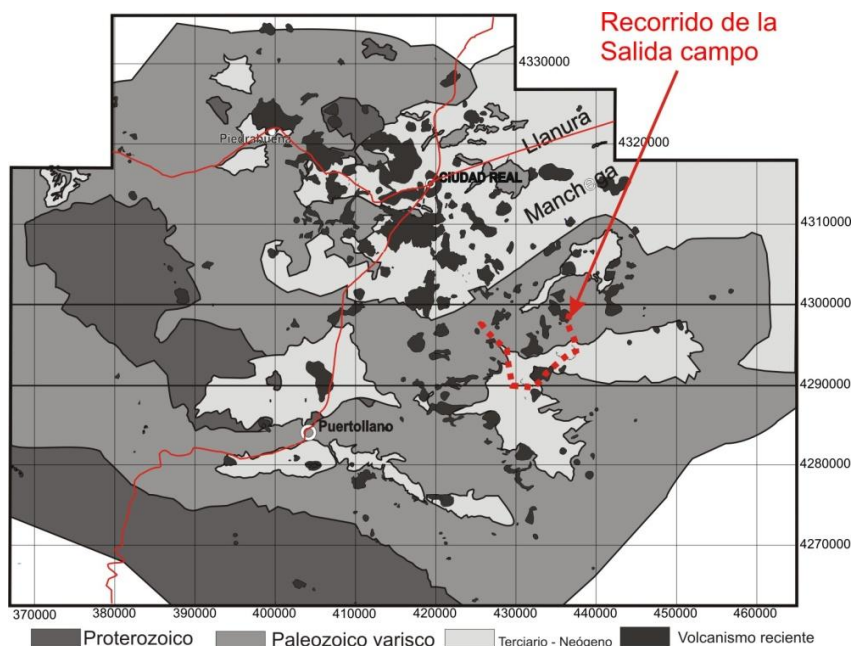


Figura 1. Mapa de la ZVCC.

Las erupciones volcánicas ocurridas son de diversos tipos, predominando las *hidromagmáticas*, las cuales se originan cuando el magma al ascender encuentra agua (superficial o subterránea) origina una violenta explosión que crea depresiones (*maares*) más o menos circulares de hasta 1.2 km de diámetro y profundidades de hasta 200 m hasta el techo del relleno. Es frecuente que después de la explosión estos cráteres fuesen ocupados por sistemas lacustres temporales cuyos rellenos alcanzan hasta los 140 m de espesor con diversos materiales como: detríticos (arenas y gravas), carbonosos (sapropéles), evaporíticos (yesos) y mezcla de margas y calizas con frecuentes clastos volcánicos. Estas formas deprimidas pueden aparecer en cualquier posición geomorfológica, desde las crestas de cuarcitas hasta zonas más bajas donde predomina el relleno terciario, por lo que se distinguen los maares de: "Rocas Duras" y de "Rocas Blandas", variando en ese sentido la importancia de depósitos de piroclastos (de *piro*=fuego + *clasto*= granos) emitidos (*surges*) a gran velocidad que rodean el punto de explosión y también el diámetro del "maar" que suele ser bastante mayores los maares que se forman en las "Rocas Blandas".

Otros tipos de erupciones que aparecen en la zona son las *estrombolianas*. Con morfologías que tienden a la forma cónica, por acumulación de piroclastos de diversos tamaños. Son abundantes los lapillis y las bombas volcánicas. Por alteración, las formas cónicas suelen pasar a formas semiesféricas, dando los singulares "*cabezos*", que tienen dimensiones de entre 20 a 200 m de altura y hasta 2 km de diámetro.

En menos ocasiones también se han emitido coladas de longitudes variables. Y por acumulación de materiales masivos se han formado *domos* que se acumulan en el punto de emisión, creándose por erosión diferencial los "castillejos".

A pesar de todo, es frecuente que la *impronta geomorfológica del volcanismo pase desapercibida*, y sólo en ocasiones muy favorables, esta se evidencia, como cuando el volcán emerge sobre los relieves cuarcíticos; sobre los que destaca. Pero en la mayoría de las ocasiones, sólo se llega a sospechar la presencia de materiales volcánicos por los tonos oscuros de los suelos desarrollados sobre ellos.

Un hecho que aún perdura de la actividad volcánica de la ZVCC son las latentes *emanaciones de gases, mayoritariamente CO₂ de procedencia volcánica*, que se manifiesta en los singulares "hervideros" que metafóricamente se producen al entrar el gas en contacto con fuentes y manantiales de agua y que simula el efecto que la hace hervir. Asociada a esta actividad hídrica hay determinados *minerales que pueden ser removilizados y precipitan* en otros lugares lo que en ocasiones han generado acumulaciones que se han explotado.

A lo largo de la actividad que se ha diseñado hoy DÍA DEL GEOLOGÍA 11 (Fig. 2), se van a ver algunas de las principales características de este volcanismo.

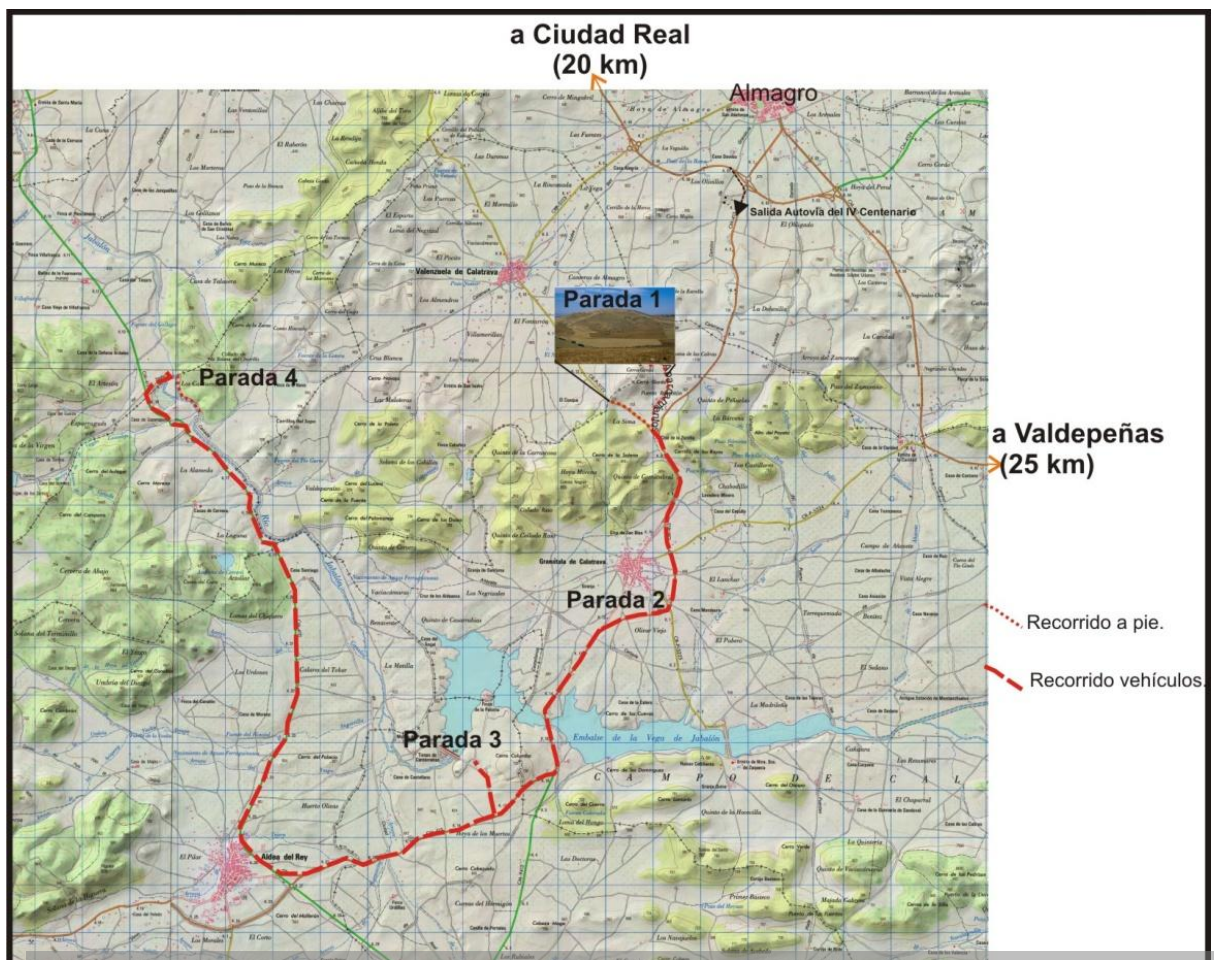
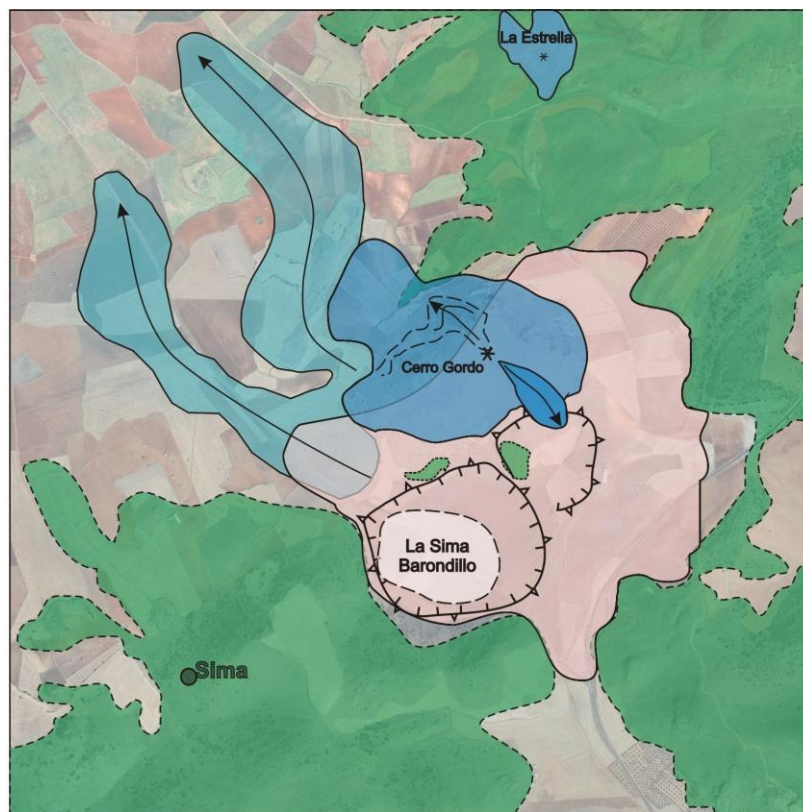


Figura 2. Mapa del recorrido que se va a realizar: **Parada 1:** Volcán del Cerro Gordo-La Sima. Será el punto de inicio y de aparcamiento de los vehículos particulares. En esta parada se hará un recorrido a pie. Posteriormente se montarán en vehículos para completar el resto de la vista. **Parada 2:** Maar de Granátula. Vista de depósitos de "surges" y paleosismitas. **Parada 3:** Presa del Jabalón, "Colada del volcán Columba". **Parada 4:** Heravideros del Chorrillo y mineralizaciones de Fe-Mn. (Se hará también un pequeño recorrido a pie).

PARADA 1: Conjunto del volcán del Cerro Gordo – La Sima Barondillo

Este volcán constituye un excepcional ejemplo de edificio construido por erupciones de tipo estromboliano. El edificio volcánico emerge desde unas crestas de cuarcitas, que hoy en día están muy arrasadas, tanto por la erosión previa, como por la violencia de la explosión (Fig. 3).



- Recubrimientos (coluviones, canchales, rellenos lacustres, etc).
- Depósitos de caída (Nefelinitas olivínicas).
- Depósitos freatomagmáticos.
- Coladas lávicas (Nefelinitas olivínicas).
- Sustrato paleozoico (Cuarcitas, areniscas y pizarras).
- Dirección y sentido de las coladas.
- Centro de emisión.

Figura 3. Esquema geológico del volcán del Cerro Gordo – La Sima Barondillo.

La construcción del edificio que hoy se contempla comienza con una primera fase efusiva que emitió al menos dos coladas que se expandieron hacia el N.

En una segunda etapa, más importante y de carácter explosivo se emitió gran cantidad de materiales piroclásticos (*surges*) y durante esta misma se produjo la explosión freatomagmática que origina la depresión de La Sima-Barondillo. Producto de esta

explosión, que debió ser de gran violencia, se proyectaron varias oleadas de materiales, los *surges*, que son mezcla de los materiales magmáticos con los que fueron arrancados de las rocas del encajante. Están compuestos de una gran cantidad de bloques angulosos del sustrato que aparecen mezclados con los materiales volcánicos (en ocasiones fenocristales de piroxenos). Son muy abundantes las estructuras sedimentarias como laminaciones cruzadas, paralelas de alto régimen y las de deformación de tipo "bomb sag". Los depósitos que hoy podemos contemplar surgieron de varias erupciones freatomagmáticas cuyas oleadas piroclásticas sobrepasan el cono ya formado, lo envuelven y adoptan un falso buzamiento.

Maar de La Sima-Barondillo

Es un ejemplo de *maar* en "Rocas Duras", que por lo general se caracterizan por tener dimensiones de 100-600 m de radio. Suelen presentar escarpes cerrados hacia el interior del cráter sobre el sustrato paleozoico pudiendo tener alturas de hasta 120 m. (Figura 4).

Este tipo de erupciones se originan al *interaccionar el magma con aguas subterráneas* contenidas en las fisuras de las rocas del encajante que son de edades de Paleozoico inferior.

Suelen producir anillos de tobas que rodean el cráter y que están formados por materiales volcánicos mezclados por rocas arrancadas al encajante y de tamaños muy variables. En el caso del cráter de la Sima, debido a la barrera que forma las capas de cuarcitas al suroeste, la proyección del anillo de cenizas se dirigió fundamentalmente hacia el noreste, envolviendo y sobrepasando al edificio estromboliano que ya debía estar formado, truncándolo en parte, y depositando varias oleadas piroclásticas que se superponen y que al adaptarse a la topografía previa, muestra un buzamiento que señala hacia el Este.

El cráter posteriormente ha sido ocupado por una laguna temporal que se ha ido rellenando de materiales que proceden de los escarpes laterales.

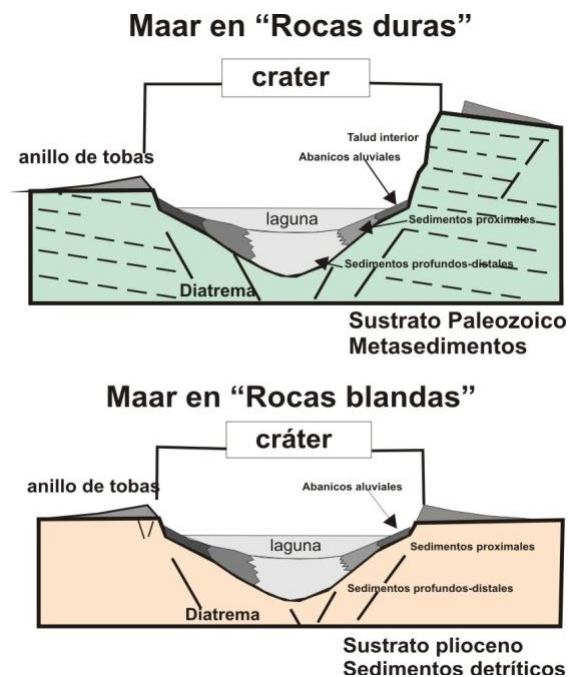


Figura 4. Diferencias entre los maars de "Rocas Duras" y los de "Rocas Blandas".

“La Tarta” de Calatrava

De esta forma tan sugestiva se denomina un afloramiento que hay en el Teide (Islas Canarias). En aquel caso se trata de una alternancia de lapillis y de pómez fonolítica con una variada tonalidad.

En nuestro caso (foto de la portada) se trata de la secuencia de piroclastos de caída y de proyección que se muestran en el frente de la cantera (mina San Carlos).

El frente del talud este de la cantera muestra una sucesión de capas de piroclastos de muy variada tonalidad que se han formado por distintos tipos de erupciones y materiales que cambian: de tonalidades rojiza a negras y de estas a ocres.

Su génesis se debe a la *superposición de capas de materiales volcánicos* emitidos según la siguiente secuencia: *en la parte baja aparece lapillis basálticos más alterados* (erupción basáltica más cercana y antigua). Encima, aparece una *llamativa capa de lapilli basáltico negro* (de una erupción basáltica más cercana). La tonalidad negruzca se debe principalmente a la vitrificación (obsidiana) de este material. En la *parte alta de esta capa comienzan a intercalarse niveles explosivos debidos a varias erupciones freatomagmáticas “surges”* (al menos tres), que tienen tonalidades rojizas, con abundantes estructuras sedimentarias de alto régimen (velocidad) y de impacto. Es posible que estos materiales procedan de las sucesivas erupciones freatomagmáticas que formaron el cráter de La Sima-Barondillo. Finalmente, tras una nueva caída de lapilli cercano, se superpone *un nivel más potente de materiales de de caída* compuesto por bombas (de tamaño variable), lapilli y cenizas de tonos más anaranjados hasta formar la topografía actual.

PARADA 2: Maar de Granátula. Maar en “Rocas Blandas” y paleosismitas

El *maar* de Granátula es una depresión casi circular abierta hacia el norte de unos 2 km de diámetro que se haya justo debajo del casco urbano. Alrededor del *maar* se encuentra un anillo de tobas de proyección con pendiente muy suave que apenas destaca del fondo en unos 15 m. Dicho maar se encuentra a su vez dentro de una cuenca rellena de materiales neógenos compuestos por arenas y microconglomerados de matriz limosa, la parte superior del relleno se ha formado una costra de caliche a techo que enmascara gran parte del relleno.

Es por ello que este maar constituye un buen ejemplo del segundo *tipo de morfología volcánica asociada a una erupción freatomagmática en este caso en “Rocas Blandas”* (Figura 4). Por regla general los diámetros de estos maares son más importante de que los que se forman en “rocas duras”.

Los materiales volcánicos asociados al maar están formados por un primer nivel de lapilli de caída. Sobre este primer nivel va a descansar toda un serie de depósitos de tipo *surges*, caracterizados por sus laminaciones cruzadas y paralelas de alto régimen, junto a las cuales aparecen frecuentes estructuras “*bomb-sag*” de caída de líticos de cuarcitas y costras calcáreas. Se pueden apreciar estructuras de deformación que afectan a estos materiales como: pliegues de longitudes de onda métricas, también se observan escapes de fluidos con forma de champiñón (*mushroom structures*). En otras ocasiones se disponen como intrusiones de los niveles piroclásticos en los niveles de arenas más finas de encima, y de igual forma colapsos de las arenas dentro de los microconglomerados (Fig. 5).

Estas estructuras se producen cuando los sedimentos aun no estaban consolidados, siendo los materiales que quedan afectados las tobas volcánicas del anillo del *maar*. Su interpretación se asocia a sismitas producidas por terremotos. Lo cual se ha interpretado en base que solo afectan a un único nivel y que adoptan formas planares. Se estima que para que se puedan licuefactar unos conglomerados como estos es necesario que se

produzcan terremotos de magnitudes superiores a 7.5, por lo que la sismicidad en el área debió ser muy importante en aquella época.



Figura 5. Imagen de una de las paleosismitas del anillo de tobas del *maar* de Granátula.

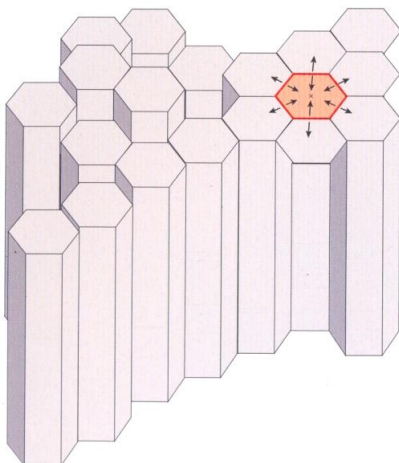
PARADA 3. Colada del Volcán de la Columba. Disyunciones columnares y almagres

A escasos 2,5 km al sur de Granátula y tras atravesar el puente sobre el río-embalse del Jabalón nos encontramos con el volcán de La Columba.

EL volcán de La Columba constituye otro buen ejemplo de tipo de volcán del Campo de Calatrava. El edificio volcánico está formado por varias coladas que fueron emitidas de forma radial hacia el NE y otra que se dirigió hacia el NO y se bifurcó hacia el O. Finalmente, el volcán acaba con una fase más explosiva (estromboliana) que culmina con la construcción del edificio actual con los piroclastos emitidos, y del que aún se conserva la forma del cráter de emisión.

A consecuencia del enfriamiento de las coladas, estas suelen presentar, junto a la Presa del Jabalón, unas típicas *disyunciones columnares* verticales.

Lo que se observa en este punto es que la colada que el volcán emitió hacia el oeste se detuvo en este punto, con un espesor de unos 20 m y en la parte superior de esta colada aparecen dispuestas geoméricamente las formas prismáticas típicas del enfriamiento y contracción adoptando la forma primitiva hexagonal (Figura 6).



En la base de la colada que queda al suroeste, se observa los procesos de diaclasamiento que esta colada sufrió al enfriarse separándose en lajas más finas paralelas a la superficie que se adaptan a la forma de la colada y dan un falso buzamiento.

Figura 6. Las *Disyunciones columnares* son un ejemplo del empaquetamiento de orden hexagonal, de los muchos que se dan en la naturaleza. También se denomina empaquetamiento compacto y es el más efectivo para meter el mayor volumen en el mínimo espacio. Desde un punto de vista termodinámico, sería la forma más rápida para perder calor porque ofrece la mayor superficie de enfriamiento frente a un determinado volumen de roca fundida.

En la base de la colada y sobre los sedimentos neógenos aparece un nivel de *almagre* (Figura 7) que sería el paleosuelo sobre el que la colada incandescente descansa. Este suelo sufre una alteración mineral por el calentamiento sufrido y adopta el aspecto rojizo del que recibe su nombre.

En las laderas del cerro volcánico aparecen superpuestos a los que formaron el volcán (lávicos y piroclásticos) una serie de materiales freatomagmáticos que provienen del maar de Casablanca (Vega de Castellanos) que se encuentra pegado al cerro de La Columna hacia el SO. Dichos materiales se pueden reconocer bastante bien en la carretera CM 413 (P.k. 16.500) al cortar con la cañada de Los Castellanos, o a 500 metros antes de llegar a la presa del Jabalón.

Los productos son arenas de tamaños variables que presentan estructuras de laminaciones paralelas de alto régimen y fueron emitidos de forma radial encontrándose sobre las laderas del edificio volcánico ya creado y por ello adopta falsos buzamientos. Tienen espesores que sobrepasan los 2 m.

En este caso se trataría de otro ejemplo de maar en "rocas blandas", como el de Granátula, con la particularidad, que en este caso en la laguna que se creó en la depresión del cráter se depositaron carbonatos fundamentalmente dolomita entre las que se intercalan clastos volcánicos y que son típicos de cuencas lacustres de escasa pendiente.

Los productos de la erupción freatomagmática se apoyan sobre un paleosuelo que se había formado en el periodo de tiempo que transcurrió desde que el Volcán de La Columna se formó y se enfrió, hasta que después se produjo la erupción freatomagmática. En este caso el proceso de cocción y formación de *almagre* es inapreciable ya que los materiales freatomagmáticos llegaron más fríos a este punto.

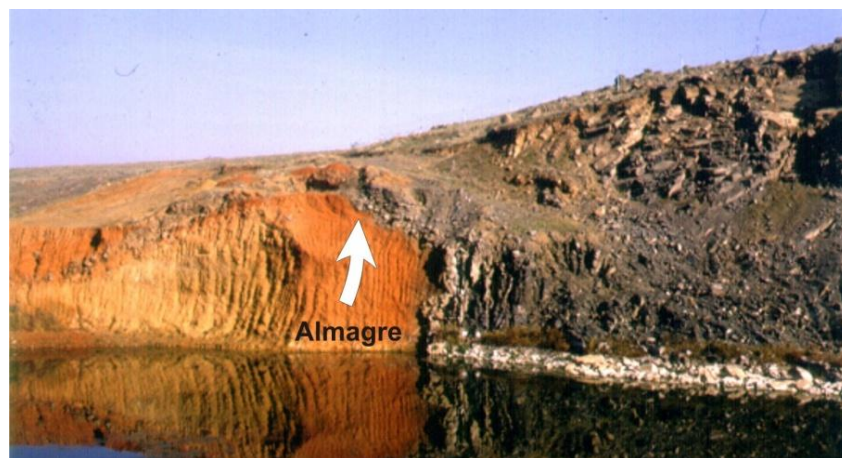


Figura 7. Calentamiento de la base de la colada del Volcán Columba y formación del almagre. Hoy este afloramiento está mayormente oculto por el agua del embalse en el río Jabalón.

PARADA 4. "Hervideros" del Chorrillo y mineralizaciones asociadas

La Fuente del Chorrillo es uno de los más representativos "hervideros" del Campo de Calatrava. Con este nombre se denomina en la región a aquellos puntos de agua (manantiales y pozos) en donde el escape de las burbujas de CO₂ de origen volcánico imita el burbujeo del agua al hervir.

"El Chorrillo" es una fuente de historia prolongada, muestra los referentes arquitectónicos de la "poza" o baño circular y la característica fuente original protegida con un "bombo" de planta circular con bóveda. La composición de sus aguas ofrece un cóctel minero-medicinal muy indicado para afecciones gástricas y cutáneas.

Los hervideros están distribuidos en gran parte del Campo de Calatrava, existen o existieron una veintena de ellos, en algunos de los cuales se implantaron balnearios. Aunque, como se expresa J. L. Barrera: *"Resulta lamentable ver el estado actual de deterioro que presenta el que fue uno de los balnearios más afamados del centro de España (foto de contra-portada)... "Los Hervideros de La Fuensanta", en el municipio de Pozuelo de Calatrava. Actualmente, no solo el establecimiento esta arruinado, ocupado por una granja ganadera, sino que el manantial está seco a consecuencia de un pozo hecho en el río Jabalón. Es el certificado de defunción del manantial de agua minero-medicinal más espectacular en hubo en península ibérica"*.

Las aguas de los "hervideros" contienen diversos componentes disueltos. De los análisis químicos realizados revelan la presencia de: bicarbonato de sodio y magnesio, bicarbonato cálcico y sulfato sódico-magnésico. También es común la presencia de cobalto, manganeso, cuarzo, calcita, siderita. Aunque por regla general son aguas con aguas con unas facies hidroquímicas complejas.

Las temperaturas del agua son bajas, generalmente en torno a 16-18°C, a excepción de los de Villar del Pozo que alcanzan los 24°C.

En estas condiciones se considera que el origen se debe a una circulación del agua a profundidades de menos de 300 m., lo que hace suponer que esta agua ha sufrido una circulación a través de fracturas que afectan al zócalo paleozoico (Figura 8).

En relación con los "hervideros" en del Campo de Calatrava existen *mineralizaciones de Fe-Mn con altos contenidos en Co* que han sido objeto de explotación.

Estas mineralizaciones son de tipo *hot-spring*, y tienen un origen hidrotermal asociado a las rocas volcánicas y próximas y a los "hervideros". De esta forma se considera que tanto el volcanismo, como las mineralizaciones de Fe-Mn (Co), tuvieron lugar simultáneamente dentro un episodio extensional, cerca de las surgencias tipo *hot-spring*, a la vez que se estaba sedimentando el Neógeno (Figura 8).

En esquema, las condiciones en las que se produjo su formación sería:

1) Los yacimientos se formaron en *condiciones volcano-sedimentarias* en las cuencas de tipo extensional.

2) El mecanismo de transporte para los metales fue mediante *disoluciones de los óxidos tetravalentes de Mn*. Parte del Mn procedente de las surgencias hidrotermales precipitó in situ: son los depósitos denominados *spring-aprons*, que se dan en las inmediaciones de dichas surgencias.

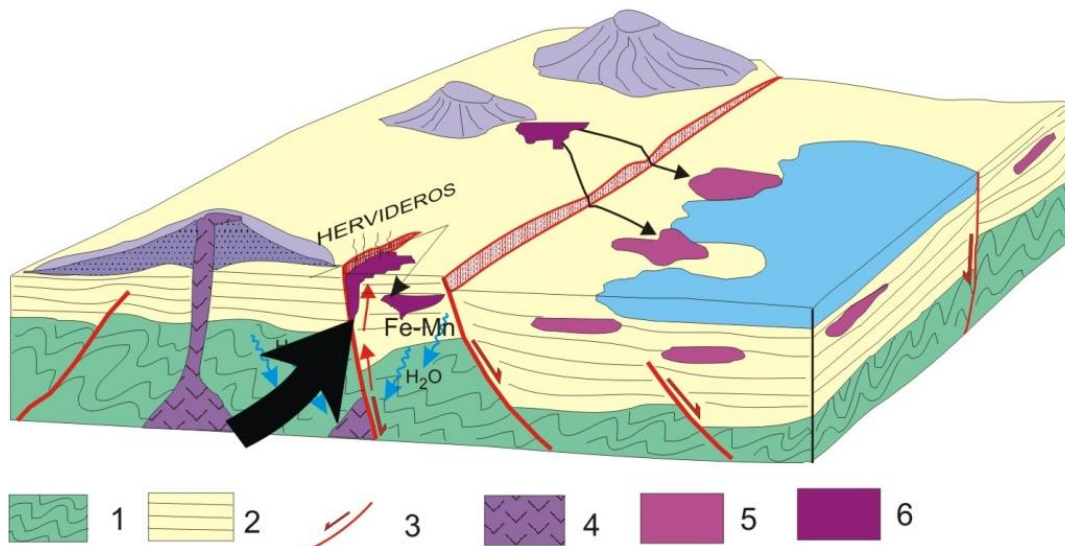


Figura 8. Esquema del funcionamiento hidrogeológico en la zona. El agua meteórica se infiltra a través del relleno reciente Neógeno (2) y a través de fracturas (3) que afectan a este y al basamento paleozoico (1) en el contacto o próximas a rocas volcánicas (4) que origina la removilización y posterior precipitación de los óxidos de Fe-Mn (Co): próximos "hot-spring" (6), como distales (5). (Adaptado de Crespo, 1991).

Bibliografía básica:

- Ancochea Soto, E. (1983): Evolución espacial y temporal del volcanismo reciente de España Central. Tesis Doctoral, Univ. Complutense de Madrid. 203/83. 657 pp.
- Barrera Morate, J.L. (2000): "Los hervideros de Fuensanta historia de sus orígenes y desarrollo en el Siglo XIX." En: *Cuadernos de Estudios Manchegos*, nº23-24, II época
- Carracedo, J.C. (2008): El volcán Teide. Interpretación del paisaje. Ed. Ediciones y Promociones Saquiro S.L.
- Crespo Zamorano, A. (1992): Geología, mineralogía, y génesis de los yacimientos de manganeso cobaltífero del Campo de Calatrava (Ciudad Real). Tesis Doctoral, Univ. Complutense de Madrid. 389 pp.
- Gallardo Millán, J.L. (2004): *Evolución geodinámica de las cuencas neógenas del Campo de Calatrava (Ciudad Real) y su relación con el volcanismo reciente*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense, Madrid. (Inédita).
- Martín-Serrano, A., et al. (2009): Morphotectonic setting of maar lakes in the Campo de Calatrava Volcanic Field (Central Spain, SW Europe), *Sediment. Geol.* doi:10.1016/j.sedgeo.2009.07.005
- Rodríguez, M.A. Barrera, J.L. (2002): "Estructuras paleosísmicas en depósitos hidromagmáticos del vulcanismo neógeno del Campo de Calatrava, Ciudad Real (España)". *Geogaceta*, 32, 39-42.

geología 11

*Recorrido geológico
por los "hirvientes"
volcanes del Campo
de Calatrava (Ciudad
Real)*

ORGANIZAN:



PROMUEVE Y COORDINA



PROMUEVE:



COLABORA:



PATROCINAN:



Autor de la guía : J.L. Gallardo Millán.

Monitores del Geología Ciudad Real 11: Esbri Víctor, J.M.; Donoso Gómez, J.M.; Gallardo Millán, J.L.; Higuera Higuera, P.L.; Lorenzo Álvarez, S.; Martínez Coronado, A.; Palero Fernández, F.; Sánchez Vizcaino, J.