

# ESTUDIO DE LA SISMICIDAD VOLCÁNICA Y DEL CAMPO VOLCANOMAGNÉTICO DEL PARQUE NACIONAL DE TIMANFAYA (LANZAROTE) EN EL PERIODO 2013-2014

Luis Vizcaíno Dávila

## RESUMEN

Las Islas Canarias, próximas a la costa nor-occidental africana, constituyen una de las regiones volcánicas activas más interesantes del Planeta. Posee una larga y continuada historia eruptiva y, a excepción de la isla de la Gomera, todas ellas presentan un volcanismo reciente, hablando en términos geomorfológicos. Pese a la gran variedad y riqueza geológica que ofrecen las Islas Canarias, la cual permitiría un amplio abanico de posibles estudios, este trabajo se centrará en la isla de Lanzarote, donde ha ocurrido una de las erupciones más recientes y la más prolongada del archipiélago catalogada con datos históricos, desde el año 1730 a 1736. El producto de esta erupción es un complejo sistema volcánico conocido hoy en día como el Parque Nacional de Timanfaya, siendo el único Parque Nacional en España eminentemente geológico.

La caracterización de un sistema volcánico requiere un fuerte contenido multidisciplinar, desde un punto de vista geológico, físico y químico, pudiendo ser necesaria la incorporación de análisis poco relacionados, a priori, con la actividad volcánica, como pueden ser los de tipo biológicos, meteorológicos, etc. El objetivo de este trabajo será complementar los estudios ya realizados en el Parque Nacional de Timanfaya, aportando nuevas fuentes de información acerca de la sismicidad y el magnetismo local asociados a la actividad volcánica. Para ello, se han utilizado los datos adquiridos por las estaciones sísmicas y magnéticas instaladas por los miembros responsables del proyecto VOLTEC-3T “Caracterización volcanotectónica de los Parques Nacionales de la Caldera de Taburiente, Teide y Timanfaya: relaciones volcanismo-tectónica-sismicidad-magnetismo”. En este trabajo se han catalogado y analizado los eventos sísmicos registrados, y localizados aquellos con una mala relación de señal-ruido durante el periodo de julio de 2013 hasta marzo de 2014. Asimismo, para completar el trabajo de sismica se ha analizado también la actividad volcanomagnética por medio de los datos magnéticos de las estaciones instaladas también dentro del proyecto VOLTEC-3T, buscando relaciones entre los eventos sísmicos obtenidos y las anomalías magnéticas.

**Palabras clave:** Timanfaya, sismicidad, magnetismo, Canarias.

## CONTEXTO GEOLÓGICO DE LANZAROTE

La isla de Lanzarote, isla de estudio de esta investigación, está situada en el extremo oriental del archipiélago canario, presentando una superficie de 796 km<sup>2</sup> y una altitud máxima de 671 m. Esta isla, junto con la de Fuerteventura, forma un único edificio con alineación NNE-SSO, y ha sufrido continuos episodios eruptivos durante más de 11 Ma, caracterizados por grandes erupciones fisurales, con esporádicos fenómenos de carácter freatomagmático en los casos en los que los centros de emisión aparecen en zonas próximas al mar. En estas erupciones se producen importantes emisiones de lavas muy fluidas, junto con emisiones estrombolianas de piroclastos. El conjunto de la parte emergida de la isla aparece formada por alternancias de coladas basálticas, piroclastos y suelos poco desarrollados (Fernández, et al., 1992).

En esta isla se encuentra el área volcánica del Parque Nacional de Timanfaya (en adelante P. N. de Timanfaya o Timanfaya), y es la región en la que se centrará este

trabajo. En ella, se produjo una de las erupciones basálticas más grandes que ha podido observar el hombre, la de 1730-1736 (Araña, 1997), a lo largo de sistemas de fracturas paralelas de más de 14 km. Se emitió un volumen de lava aproximado de  $1 \text{ km}^3$ , cubriendo un área de  $200 \text{ km}^2$  (Felpeto, et al., 2001), produciendo un sistema de conductos de emisión muy desarrollado, situado a unos 4 km de profundidad y temperatura próxima a los  $800 \text{ }^\circ\text{C}$  (Ortiz et al., 1986) y que permanece todavía en proceso de enfriamiento (Araña, et al., 1984).

Con respecto a la sismicidad volcánica de Timanfaya, hasta la fecha se han realizado varias campañas de adquisición de datos para su estudio. En todos ellos se ha llegado a la conclusión de que la sismicidad de esta región es superficial, de muy poca magnitud y profundidad no superior a 1 km, asociada a la actividad geotérmica del complejo volcánico. También cabe destacar que ha sido registrada sismicidad periódica y monocromática, que los autores lo clasifican como un tremor (TR) de alta y baja frecuencia, 10-15 Hz y menos de 8 Hz respectivamente (García, et al.)<sup>1</sup>.

## OBJETIVOS

Este trabajo surge a raíz del proyecto “Caracterización volcanotectónica de los Parque Nacionales de la Caldera de Taburiente, Teide y Timanfaya: relaciones volcanismo-tectónica-sismicidad-magnetismo (VOLTEC-3T)”, cuya investigadora principal es la Dra. Nieves Sánchez, perteneciente al Organismo Nacional del Instituto Geológico y Minero de España (IGME). El proyecto cuenta también con la colaboración del Instituto Andaluz de Geofísica (IAG)

En este estudio sólo se tratarán los datos referentes al P. N. de Timanfaya. Para ello, se hace uso de una red sísmica de cinco estaciones de tres componentes de corto periodo junto a una red volcanomagnética compuesta por cinco magnetómetros. Estas dos redes fueron instaladas en una campaña organizada por los miembros de este proyecto a finales de junio de 2013, con el fin de estudiar la relación entre la actividad sísmica, el campo volcanomagnético y la actividad volcánica asociada.

El objetivo de este trabajo ha sido el análisis de los datos sísmicos y magnéticos durante el periodo de julio de 2013 hasta marzo de 2014, catalogando los eventos sísmicos registrados y localizando aquellos que posean una buena relación señal-ruido, así como analizar la relación entre estos eventos sísmicos y las anomalías magnéticas identificadas.

## ANÁLISIS DE LOS DATOS

Con respecto a la metodología, hay que recalcar que este trabajo se ha centrado principalmente en el estudio de la sismicidad volcánica; complementando los escasos trabajos de sismicidad que se han realizado en el P. N. de Timanfaya. El análisis del campo magnético se realizará en función de la sismicidad encontrada, comprobando si existe o no alguna correlación entre ambos.

---

<sup>1</sup> Esta investigación forma parte de los *Proyectos de Investigación en Parques Nacionales: 2005-2008*, a petición del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

## DATOS DE SISMICIDAD

Para comenzar con el análisis de los datos, se ha realizado el espectrograma<sup>2</sup> de todas las estaciones mediante MATLAB®, en intervalos de 15 minutos y para cada componente, lo que hace un total de 46032 archivos a revisar. Este análisis ha permitido encontrar la actividad sísmica más relevante del periodo analizado, obteniéndose así un catálogo de posibles eventos sísmicos.

Se han localizado tan solos los eventos volcanotectónicos (VT), dada la dificultad añadida que poseen los demás tipos de eventos sísmicos volcánicos al no tener fases P ni S diferenciadas, y la magnitud de los terremotos se ha calculado mediante la relación magnitud – duración. La localización ha consistido en un picado de las fases P y S de aquellas estaciones con formas de onda con buena señal-ruido. También se ha estudiado la evolución temporal de las localizaciones de los eventos VT con el fin de determinar si la(s) fuente(s) sísmica(s) ha(n) sufrido algún tipo de variación espacial durante el periodo de la adquisición de datos.

En el caso de los eventos de largo periodo (LP) se han analizado los tiempos de llegada de las señales a las estaciones. De esta forma, para un evento dado se determinarán las estaciones en las que éste ha sido registrado por primera y última vez. Para ello, se han realizado varios patrones de tiempos de llegada a las estaciones, a fin de analizar de forma cualitativa la procedencia de estos eventos.

## DATOS MAGNÉTICOS

En lo referente al campo magnético, es necesaria la presencia de una estación de referencia con la que reducir todas las demás estaciones para así obtener las anomalías magnéticas. La estación de referencia más próxima se encuentra en la localidad de Güimar, en Tenerife, por lo que debido a la gran distancia que la separaría de las instaladas en el complejo volcánico, no es efectiva como estación de referencia. Por otra parte, se podría escoger una de las estaciones instaladas en la campaña como la de referencia, pero eso implicaría el sacrificar los datos de una de ellas.

Por estos motivos, se adoptó el establecer una “estación de referencia virtual”, esto es, el reducir cada estación con la media aritmética punto a punto de las estaciones restantes. Para ello, se normalizaron todas las estaciones por separado, ya que cada una tenía escalas distintas, muy probablemente debido a un offset del instrumento o a anomalías locales (por ejemplo la producida por la presencia de rocas con alto contenido en minerales ferromagnéticos). Una vez normalizadas, se realiza la media de las estaciones, excluyendo, claro está, la que se va a reducir. Después de haberse obtenido el patrón de referencia, éste es multiplicado por el factor de normalización de la estación en cuestión, y posteriormente se le resta a los datos registrados por ésta.

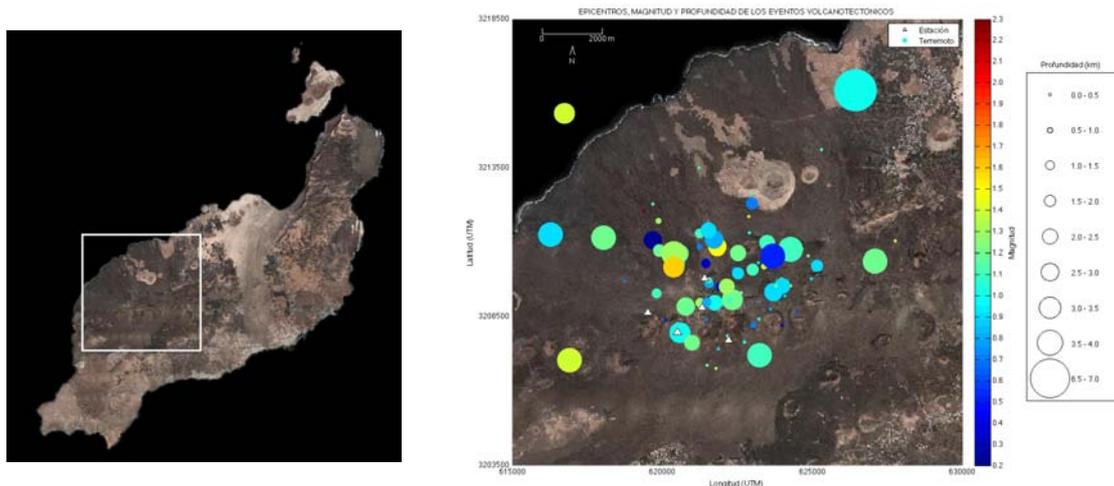
---

<sup>2</sup> Un espectrograma es la evolución temporal de la transformada de Fourier, lo que permite analizar el contenido espectral de una señal a lo largo del tiempo.

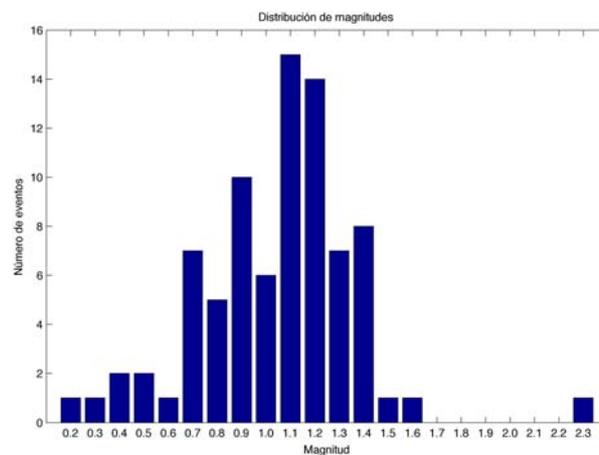
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total fueron registrados 133 VTs, siempre dentro del horario de estudio determinado en la metodología, pudiendo localizar 83 de ellos, con un error medio en dichas localizaciones de varios km (figura 1).

Se tratan de eventos muy superficiales, rara vez superando los 4 km de profundidad, aunque hay que recalcar que los de 0.0 km son aquellos terremotos en los que el programa no ha sido capaz de resolver la profundidad. La magnitud de los mismos, como era de esperar, es relativamente baja, siendo la más alta registrada de 2.3.



**Figura 1.** (Izquierda) Localización del área de estudio. (Derecha) Localización, magnitud y profundidad de los eventos VT.



**Figura 2.** Distribución de las magnitudes registradas.

De los eventos LP cabe comentar que han sido catalogados 29. Los patrones de tiempos de llegada más significativos indican que puede haber relación entre estos tipos de eventos y el sistema hidrotermal establecido por otros autores (Carmona, et al., 2008).

También fue registrada en numerosas ocasiones una señal de baja frecuencia y de larga duración (desde unas pocas horas hasta varios días consecutivos). Su contenido en frecuencia está comprendido entre 0.5 y 5 Hz. Esta señal podría estar asociada a un

proceso de TR volcánico, aunque haría falta que se realizaran más estudios de esta región con el fin de descartar otras posibilidades, aunque el hecho de que esta señal sea producida por el movimiento de magma sería poco probable, siendo más plausible del resultado del movimiento de fluidos hidrotermales y gases presentes en el complejo volcánico.

Asimismo, durante todo el periodo de estudio ha sido registrada otra señal de larga duración (generalmente entre dos y veinticuatro horas) y cuya frecuencia se encuentra comprendida entre los 10 y 15 Hz, presentando un armónico a los 25 Hz. Las estaciones que la registraron con mayor intensidad se encuentran próximas a una zona de anomalías térmicas. Dichas anomalías podrían ser las causantes de este TR de alta frecuencia

Por otra parte, se ha encontrado una relación entre el campo magnético y la actividad sísmica, más concretamente en 25 terremotos VTs, no encontrándose relación alguna con los eventos LP.

En la mayoría de los casos en los que se ha observado una relación, las anomalías magnéticas han sufrido dos comportamientos: en unos casos un fuerte decaimiento, aproximándose, usualmente en todas las estaciones, a valores inferiores a los medidos antes del evento sísmico, en otros a una estabilización, truncando la tendencia previa al terremoto a valores más o menos constantes. Estas anomalías magnéticas parecen estar relacionadas con los escapes de gases producidos después de un evento VT debido a las fracturas originadas por el mismo.

A la vista de todos estos resultados, se puede concluir que el P. N. de Timanfaya es un sistema volcánico que hoy en día sigue activo, aunque esta actividad es de tipo residual de la erupción de 1730-1736, estando aún todo el complejo en proceso de enfriamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- Fernández, J., Vieira, R., Díez, J. L., Toro, C. (1992). Investigations on crystal thickness heat flow and gravity tide relationship in Lanzarote island. *Phys. Earth Planet. Int.*, **74**: 199-208.
- Araña, V. (1997). Guía de Lanzarote. *Serie Casa de los Volcanes*, **6**. 128 pp.
- Felpeto, A., Araña, V., Ortiz, R., Astiz, M., García, A. (2001). Assessment and modelling of lava flow hazard on Lanzarote island (Canary Islands). *Natural hazards*, **23**: 247-257.
- Araña, V., Díez, J. L., Ortiz, R., Yuguero, J. (1984). Convection of the geothermal fluids in the Timanfaya volcanic area. Lanzarote, Canary Islands. *Bull. Volcanol.*, **47**: 667-677.
- Ortiz, R., Araña, V., Valverde, C. (1986). Aproximación al conocimiento del mecanismo de la erupción de 1730-36 en Lanzarote. *Anales de Física*, **82**: 127-142.
- García, A., Romero, C., Ortiz, R., Dóniz, J., Carmona, J., Martínez-Arévalo, C., García-Cacho, L. Investigación volcanológica en el Parque Nacional de Timanfaya (Lanzarote, I. Canarias). Generación y tratamiento de bases de datos geofísicos y geomorfológicos para su integración en los programas de gestión. *Proyectos de investigación en Parques Nacionales: 2005-2008*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, España.