

Reportajes

ESTUDIAR VOLCANES...

Una de las líneas de investigación del IBIGEO se orienta al estudio de volcanes y por este motivo, recibimos periódicamente la visita de Roberto Carniel. A diferencia de la mayoría de los expertos volcanólogos que provienen de las Ciencias Naturales, Roberto Carniel tiene una formación en Ciencias Exactas y por medio de modelos matemáticos y herramientas informáticas describe aspectos de la dinámica de un volcán. En este número, Temas BGNOA indaga sobre los estudios de Roberto Carniel.



ROBERTO CARNIEL

Doctor en Matemática Computacional e Informática Matemática en la Universidad de Padova (Italia).

Investigador de Geofísica Aplicada en la Universidad de Udine, Friuli, Italia.

Investigador visitante en NORSAR (Noruega), UNAM (México), Earthquake Research Institute de Tokio (Japón), CICTERRA e IBIGEO (Argentina).

Autor de unas 90 publicaciones internacionales.

Co-leader de la IASPEI/IAVCEI Joint Commission on Volcano Seismology & Acoustics.

Secretario del Working Group de la European Seismological Commission “Seismic phenomena associated with volcanic activity”.

¿Qué es un tremor volcánico y cómo puede ser utilizado para estudiar el comportamiento presente y futuro de un volcán?

Los tremores volcánicos consisten en señales sísmicas de larga duración a menudo asociados con el movimiento de fluidos a través de un conducto volcánico en un volcán activo (Schick y Riuscetti, 1973). Estas señales no tienen normalmente un inicio y un final claro como en el caso de los sismos tectónicos.

Las características de estos tremores varían considerablemente entre volcanes y fases eruptivas y dependen de efectos de fuente, geometría del conducto y de las bocas eruptivas, comportamiento reológico del magma y variaciones de presión en el sistema de alimentación causadas por factores externos (p.e. tectónica y reajustes gravitacionales) o internos (p.e. desgasificación del magma y cristalización).

La amplitud y la frecuencia del tremor pueden depender entonces de la geometría del conducto volcánico, así como de la intensidad (grado de explosividad) de una erupción. La existencia de cambios puede ser revelada por el estudio de otros parámetros basados, por ejemplo, en la teoría de sistemas dinámicos (Carniel y Di Cecca, 1999).

Por lo tanto, los tremores pueden proporcionar información sobre las variaciones de la fuente, el magma en erupción y/o el conducto y el sistema de bocas eruptivas antes y durante una erupción. Identificar los cambios es crucial también para entender el despertar de un volcán después de un período de tranquilidad/calma (unrest).

¿Cómo se pueden utilizar los métodos de análisis de series temporales en volcanología?

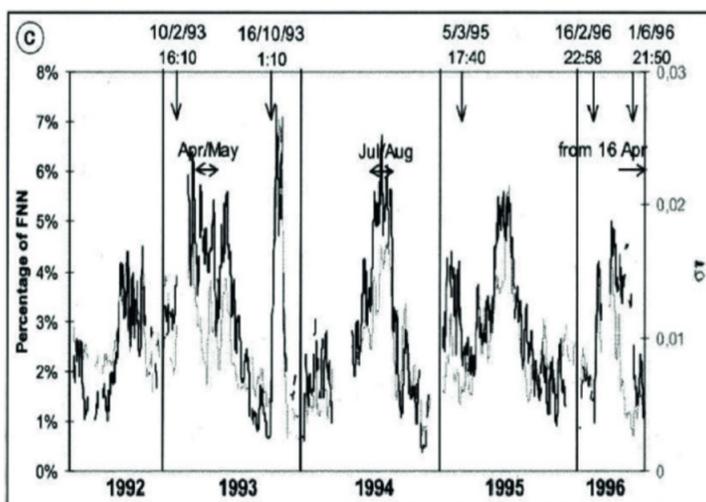
La previsión es una cuestión clave en volcanología, tanto desde la pura perspectiva de investigación (por ejemplo, para la validación de un modelo de un fenómeno) y desde el punto de vista más práctico de protección civil (por ejemplo, para reducir el impacto potencial de una erupción en la sociedad). Por supuesto, la previsión del comportamiento de un volcán no es para nada fácil. Las series temporales pueden ayudar a caracterizar el estado del volcán o a buscar precursores de fases eruptivas más intensas (paroxísticas).

Una serie temporal (o serie de tiempo) es simplemente una sucesión de datos, observaciones o valores, medidos en determinados momentos y ordenados cronológicamente.

Un volcán puede considerarse como un sistema dinámico y cada serie de tiempo (por ejemplo sísmica) registrada en un volcán puede ser interpretada como uno de sus parámetros observables. Por lo tanto, es teóricamente posible extraer, incluso a partir de una única serie temporal, información sobre el sistema dinámico subyacente. Ésto se hace a través de un procedimiento llamado “embedding”, que se basa en la hipótesis intuitiva de que la única serie de tiempo disponible lleva consigo información también sobre la evolución de otros parámetros que no podemos observar.

Este procedimiento requiere estimaciones de (pocos) parámetros clave como el tiempo de retardo óptimo y una adecuada dimensión de embedding. Hay otros métodos, independientes, pero conceptualmente similares, que permiten descomposiciones de la serie temporal en componentes que pueden asociarse a diferentes procesos fuente. La clave para la caracterización de regímenes volcánicos es entonces un proceso de reducción de datos, destinado a analizar las (pocas) componentes más útiles que puedan facilitar la interpretación del sistema. La secuencia de datos reducida se puede utilizar no sólo para caracterizar diferentes regímenes volcánicos sino también para determinar las transiciones entre ellos, examinando su relación con eventos externos o internos como decíamos antes, buscar precursores, etc.

Estos resultados pueden después ser utilizados en modelos físicos con el fin de comprender en detalle los cambios que ocurrieron en el sistema volcánico y sus posibles consecuencias. El artículo de Carniel (2014) presenta una revisión de este tipo de métodos de análisis. En la figura se ve por ejemplo cómo evolucionan en Stromboli dos parámetros relacionados con la “dimensión de embedding” a lo largo de varios años, y cómo se relaciona esa evolución con la ocurrencia de fases paroxísticas del volcán.



LITERATURA CITADA

Carniel, 2014. Characterization of volcanic regimes and identification of significant transitions using geophysical data: a review. *Bulletin of Volcanology*, 76(8), Art. No. 848.
DOI: 10.1007/s00445-014-0848-0

Carniel, R., Di Cecca, M. 1999. Dynamical tools for the analysis of long term evolution of volcanic tremor at Stromboli. *Ann. Geofis.* 42, 483–495.

Schick, R., Riuscetti, M. 1973. An analysis of volcanic tremor at South-Italian volcanoes. *Z. Geophys.* 39, 262–274.