



## Correlación temporal diferencial entre luces y aceleraciones sísmicas

Juan Antonio Lira Cacho y Maurizio Mulas

**PALABRAS CLAVE:** correlación diferencial temporal, luces de terremoto, aceleraciones sísmicas, fracturación de roca.

**KEYWORDS:** time difference correlation, earthquake lights, seismic ground accelerations, rock fracturing

### ABSTRACT

Although earthquake lights have been known since ancient times, it has not been easy to study them. It was not until the 60s that the first photographs of them were taken. During the Peruvian earthquake in 2007, it was possible to obtain the first film recording on earthquake lights. Likewise, during the earthquakes in Ecuador in 2016 (Fig. 1) and in Mexico in 2017 (Fig. 2), two films of the earthquake lights were recorded. These film recordings have helped in the study of earthquake lights, both for their objectivity and for their informational content. Several causal mechanisms have been proposed to explain earthquake lights: piezoelectricity, radon emanation, fluid diffusion, friction-vaporization, positive holes and dipole currents, among others. In this work a time difference correlation between earthquake lights and seismic ground accelerations was found. Here we use both seismic data and film recordings of earthquake lights to explain its origin. We suggest that fracturing of rocks manifest itself to some extent in the form of static electricity producing earthquake lights through induction. The induction model proposed is new and can explain the formation of EQL, even if the earth's crust has layers of large electrical resistivity. The model also explains the formation of seismic lights without the need for special conditions on the earth's surface

or in the atmosphere. A better understanding of the earthquake lights generation process can improve our understanding of seismicity and help in the prediction of earthquakes.

### DESARROLLO

A fin de identificar una correlación temporal entre las luces sísmicas y las aceleraciones sísmicas del suelo, solo es necesario superponer el acelerograma correspondiente sobre la distribución temporal de las luces sísmicas, haciendo coincidir la luz sísmica más intensa con la mayor aceleración absoluta del acelerograma. De esta manera, se puede observar fácilmente si tiene lugar la correlación temporal. Este método es particularmente útil cuando la cámara y el acelerómetro no están sincronizados. Encontramos que la distribución temporal de las luces sísmicas coincide estrechamente con los valores extremos relativos de la aceleración del suelo.

### CONCLUSIONES

La investigación muestra una correlación temporal diferencial entre las luces sísmicas (Fig. 1) y los valores extremos relativos de las aceleraciones sísmicas del suelo, lo que sugiere una posible directividad en el proceso de ruptura (Enomoto and Hashimoto, 1990). En general, las amplitudes de las señales registradas en un punto, que resultan de la ocurrencia de un terremoto, se deben a las características geológicas y al comportamiento dinámico de los suelos: los suelos compactos atenúan las ondas; mientras que los suelos blandos amplifican debido a la reflexión y refracción de las ondas sísmicas atrapadas en las capas superficiales (Chunga et al., 2018). Esta amplificación de las

ondas sísmicas podría causar la fractura de rocas en la corteza terrestre, y esto desencadenaría luces sísmicas en la superficie de la tierra. Esto explicaría la correlación temporal diferencial entre las luces sísmicas y las aceleraciones máximas de las estaciones cercanas (Heraud and Lira, 2011) y no así con las de las estaciones distantes. El modelo de inducción que proponemos puede explicar la formación de luces sísmicas, incluso si la corteza terrestre tuviese capas de gran resistividad eléctrica. Nuestro modelo también aborda el caso de fallas llenas de agua.



Figura 1. Luz sísmica durante el terremoto del Ecuador de 2016.

## CONTRIBUCIONES TÉCNICAS O CIENTÍFICAS

En las grabaciones filmicas de los tres eventos, se puede observar que las luces sísmicas se generan solo en ciertos puntos de la superficie de la tierra, que corresponderían a los puntos donde la descarga eléctrica ioniza el aire circundante generando una avalancha de electrones que se expandirían en la atmósfera. Estos puntos donde se generan las luces sísmicas estarían justo por encima de los puntos de la corteza donde ha habido fracturas de rocas. Ya que la relajación por polarización podría desprejarse, esto explicaría la correlación temporal diferencial entre las luces sísmicas y las máximas aceleraciones sísmicas del suelo. Cabe mencionar que el campo eléctrico que se genera en un punto de la superficie terrestre no solo dependerá de la energía liberada en el terremoto, sino también de su distancia al epicentro, así como también de las características eléctricas y geológicas y del comportamiento dinámico de los suelos. Por lo tanto, no es posible directamente comparar la energía liberada por un terremoto y el cambio en el campo eléctrico local debido a la fractura de la roca en la corteza terrestre subyacente. Sin em-

bargo, si las mediciones se realizan en el área cercana al epicentro, métodos eléctricos se podrían usar para monitorear el estado de la corteza, lo que conduciría a una mitigación eficaz del riesgo sísmico.



Figura 2. Luz sísmica durante el terremoto de México de 2017.

## REFERENCIAS

Chunga, K., Livio, F., Mulas, M., et al., 2018, Earthquake Ground Effects and Intensity of the 16 April 2016 MW 7.8 Pedernales, Ecuador, Earthquake: Implications for the Source Characterization of Large Subduction Earthquakes: Bull. Seismol. Soc. Am., 108, 3384 – 3397.

Enomoto, Y., Yamabe, T., and Okumura, N., 2017, Causal mechanisms of seismo-EM phenomena during the 1965–1967 Matsushiro earthquake swarm: Sci. Rep., 7, 1 – 8.

Heraud, J. A. and Lira, J. A., 2011, Co-seismic luminescence in Lima, 150 km from the epicenter of the Pisco, Peru earthquake of 15 August 2007: Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, 1025 – 1036.