

boletín ambiental

Abril de 2019

Instituto de Estudios Ambientales IDEA - Sede Manizales **155**

Sistema de alertas por rayos para Manizales



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Sistema de alertas por rayos para Manizales

DIEGO FERNANDO DEL RÍO TRUJILLO
Ingeniero electricista. Doctor en Ingeniería. Investigador del fenómeno del rayo GTA
Ingeniería Hidráulica y Ambiental.

Fotografía portada: Molino de campo eléctrico instalado en la Gobernación de Caldas.

► Para descargar el boletín en color:
[Http://idea.manizales.unal.edu.co/boletin-ambiental.html](http://idea.manizales.unal.edu.co/boletin-ambiental.html)

El rayo es un fenómeno natural que ocasiona diferentes tipos de daños, tales como incendios, pérdida del fluido eléctrico, problemas en el tráfico aéreo y las comunicaciones, heridas a personas e incluso la muerte; por eso, realizar una correcta prevención y predicción de este tipo de fenómeno puede alertar para que haya una disminución de estos daños. En este boletín se muestra una de las maneras de prevenir y lograr disminuir el riesgo por rayo. Una de las formas es la instalación de equipos que permitan el monitoreo de variables de tipo eléctrico, como es el campo eléctrico ambiental, el cual se hace utilizando un dispositivo conocido como molino de campo eléctrico. Con los datos entregados por este equipo se pretende implementar un sistema que permita emitir alarmas frente a un eventual riesgo por rayo.

Introducción

Colombia es uno de los países con alta tasa de muertes ocasionadas por rayo. Se estima que mueren aproximadamente 2 habitantes/millón al año, es decir, alrededor de 160 personas fallecen debido a este fenómeno natural, y una de las causas es la alta actividad eléctrica atmosférica del país. En lo que va del año 2019 varios medios de comunicación han reportado muertes ocasionadas por este fenómeno en departamentos como Santander, en el municipio de Charalá, donde una familia fue impactada por un rayo y sus tres integrantes murieron. También en Antioquia, en el municipio de Amagá un menor fue alcanzado por un rayo y perdió la vida, al igual que en Bello y en el Peñon se registraron muertes por este fenómeno que ocurre con mayor frecuencia en la zona andina del país durante dos periodos; los meses de marzo a mayo y de septiembre a noviembre. En el caso del departamento de Caldas los medios locales reportan cada año al menos un muerto y se ha estimado que mueren aproximadamente 2 personas por millón de habitantes al año en este departamento (Cruz, 2018).

Se afirma que Colombia es un país con una de las mayores actividades de rayos

del mundo. Esta afirmación está soportada por investigaciones lideradas durante los últimos 30 años por la Universidad Nacional de Colombia (Torres, 2015), y recientemente han sido corroboradas por la NASA (Albretch, et.al 2016). Entre los lugares con mayor actividad eléctrica atmosférica del país se destacan municipios como Cáceres (Antioquia), El Tarra (Norte de Santander) y Norcasia (Caldas); actividad que responde principalmente a que Colombia se encuentra ubicada en la Zona de Convergencia Intertropical -ZCIT-, a la interacción de los vientos con la cordillera de los Andes y a la humedad disponible en el ambiente (Del Río, 2018), lo que conlleva a que la distribución temporal de actividad de rayos en Colombia se vea influenciada por el desplazamiento de la ZCIT. Por esta razón, las ciudades que se encuentran ubicadas en la zona andina del país tienen una distribución anual de rayos bimodal, o sea, presentan dos picos durante el año.

En Colombia, el estudio del fenómeno del rayo ha sido dirigido por la Universidad Nacional de Colombia, que hace grandes aportes en el ámbito nacional e internacional en las áreas: caracterización y parametrización, modelado de la des-

carga de retorno, la medición y cálculo de tensiones inducidas por impactos indirectos de rayo, normalización y predicción de tormentas eléctricas, entre otras.

Una de las primeras contribuciones al conocimiento del rayo en Colombia fue hecha en 1976 cuando se elaboró el primer mapa de nivel cerámico; sin embargo, dicho mapa se realizó con datos de no más de tres años, luego, en 1990 la Universidad Nacional y el HIMAT (hoy conocido como el IDEAM) elaboraron un mapa de nivel cerámico con datos desde 1974 hasta 1988, teniendo en cuenta criterios técnicos asociados a los promedios multianuales y el relieve que rodeaba la estación de medida. La Figura 1 muestra el mapa de nivel cerámico hecho en 1990 por la Universidad Nacional de Colombia, el HIMAT y COLCIENCIAS.



Figura 1. Mapa de nivel cerámico elaborado por Universidad Nacional de Colombia, el HIMAT y COLCIENCIAS

Actualmente, el mapa de nivel cerámico que hace parte de la norma de protección contra rayos NTC 4552 fue realizado por la Universidad Nacional utilizando el informe del Sistema de Información de Descargas - SID- el cual era propiedad de ISA S.A ESP (hoy ISA Intercolombia) que funcionó hasta el año 2016.

En la actualidad, la Universidad Nacional sigue investigando el fenómeno del rayo y, en la sede Manizales se han desarrollado

investigaciones tales como protección para tanques de almacenamiento de crudo (Marín, 2018), el efecto que tienen los aerosoles urbanos sobre los parámetros del rayo en Colombia (Del Río, 2018), modelamiento de tensiones inducidas por rayo (Cespedes, 2018), comportamiento de campos electromagnéticos generados por rayo en terrenos no planos (Soto-Ríos, 2014), entre otras. Todas estas investigaciones con miras a disminuir el riesgo ocasionado por el fenómeno del rayo.

Medición de los rayos

La Figura 2 muestra el nivel cerámico, uno de los parámetros del rayo que es utilizado para la evaluación de riesgo y el diseño de protecciones de ingeniería, que se define como la cantidad de días tormentosos al año. Un día tormentoso es aquel en el que el relámpago es visto y su trueno es escuchado. En la figura 1 se observa la distribución mensual de este parámetro para la ciudad de Manizales, presentándose que los meses con mayor cantidad de días tormentosos son abril y octubre.

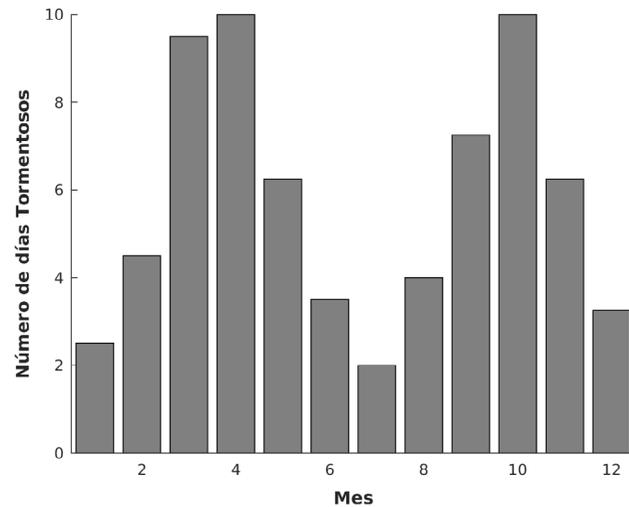


Figura 2. Número de días tormentosos promedio en la ciudad de Manizales

Ahora bien, los parámetros como el nivel cerámico son importantes para obtener otro parámetro que es aún más útil, conocido como la densidad de descargas a tierra. Está definido como la cantidad de rayos que impactan por kilómetro cuadrado en un año. Este parámetro se puede obtener de manera empírica utilizando para esto el nivel cerámico o empleando sistemas de localización de rayos. La figura 3 muestra la distribución anual de rayos que

impactan en la ciudad de Manizales, la cual fue obtenida utilizando un sistema de localización de rayos; puede verse que marzo y noviembre son los meses que mayor cantidad de rayos impactan sobre la ciudad. De las figuras 1 y 2 se puede concluir que la mayor actividad eléctrica atmosférica en la ciudad se presenta en los meses de marzo a mayo y de septiembre a noviembre y obedece a un comportamiento bimodal, tal como se mencionó anteriormente.

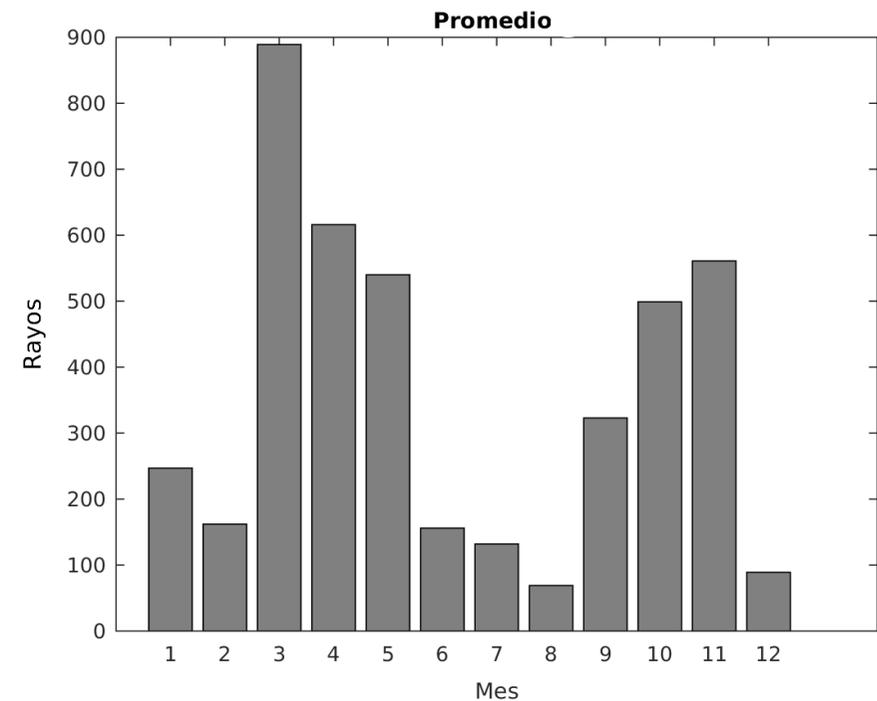


Figura 3. Porcentaje de distribución promedio mensual de rayos en la ciudad de Manizales

Sistema de alertas por rayos

Manizales es una de las ciudades que se destaca por la gestión del riesgo y esto obedece principalmente a que cuenta con el respaldo de sistemas robustos como el Sistema Integrado de Monitoreo Ambiental de Caldas SIMAC, liderado por la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, el cual se encarga de monitorear variables hidrometeorológicas y de calidad del aire y cuyos indicadores son empleados por los tomadores de decisiones. Sin embargo, como se indicó anteriormente, son muchas las personas que mueren anualmente por la actividad de rayos en el país. En el marco de la gestión del riesgo por actividad eléctrica atmosférica en Manizales, la Universidad Nacional de Colombia, por medio del IDEA, promueve el fortalecimiento de la gestión del riesgo mediante el desarrollo de un sistema de monitoreo de tormentas eléctricas, con el fin de disminuir los accidentes por rayo en la ciudad.

El sistema de monitoreo de tormentas eléctricas consiste en monitorear el campo eléctrico ambiental, analizar las variaciones de este y estadísticamente informar si hay o no riesgo por rayo en determinada zona. La figura 4 muestra el dispositivo conocido como molino de campo eléctrico, el cual se encuentra instalado en la Gobernación de Caldas y es utilizado para medir las variaciones de campo eléctrico que se presentan alrededor de 10 km en línea recta del punto donde se encuentra el molino.

El sistema está en etapa piloto e inicialmente se realiza una caracterización de campo eléctrico de la ciudad, es decir, se puede identificar cuándo existen condiciones de buen tiempo, lo que implica, sin tormentas eléctricas.

Después de que se tenga la caracterización del campo eléctrico ambiental de la ciudad, se deben desarrollar algoritmos que utilicen métodos estadísticos para realizar la predicción de las tormentas utilizando las señales en tiempo real, adquiridas por el molino de campo eléctrico, y así, enviar alertas tempranas que permitan salvaguardar la vida o los sistemas que puedan ser afectados por la actividad de rayos en la ciudad.

Este sistema de monitoreo será útil para salvar la vida de recolectores de café que se encuentren en la zona rural de la ciudad, que puedan ser afectados por una tormenta eléctrica, utilizando para esto bien sea mensajes de texto al dispositivo móvil o entregándolos a las emisoras comunitarias para que estas hagan la difusión de que existe un riesgo y que se debe buscar un refugio seguro. También, la emisión de alertas tempranas de riesgo por tormenta eléctrica para las familias o personas que se encuentren en lugares abiertos como el Bosque Popular El Prado o el Estadio Palogrande



*Figura 4.
Molino de campo
eléctrico instalado
en la Gobernación
de Caldas*

Conclusiones

Colombia es uno de los países con mayor actividad eléctrica atmosférica del mundo y tiene una alta tasa de muertes por causa de este fenómeno natural.

La actividad eléctrica atmosférica en la ciudad de Manizales se presenta principalmente en los meses de marzo a mayo y de septiembre a noviembre, mostrando un comportamiento bimodal. Este comportamiento obedece principalmente al desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical.

El sistema de monitoreo de tormentas eléctricas permitirá fortalecer aún más el sistema de gestión del riesgo de la ciudad de Manizales cuya información estará disponible para los tomadores de decisiones, para salvar vidas y resguardar los dispositivos que puedan ser afectados por el fenómeno del rayo.

Referencias

- Cruz-Bernal, A. S., Torres-Sánchez, H., Aranguren-Fino, H., & Inampué-Borda, J. C. (2018). Lightning mortality rate in Colombia for the period 1997–2014. *Revista UIS Ingenierías*, 17(2), 65-74.
- Torres-Sánchez, H. (2015). El rayo en el trópico: certezas temporales de investigación sobre el fenómeno del rayo. Universidad Nacional de Colombia, Rectoría.
- Albrecht, R. I., Goodman, S. J., Buechler, D. E., Blakeslee, R. J., & Christian, H. J. (2016). Where are the lightning hotspots on Earth? *Bulletin of the American Meteorological Society*, 97(11), 2051-2068.
- Del Río Trujillo, D. F. (2018). Evaluación del efecto urbano sobre los parámetros del rayo. Caso Colombiano (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Manizales).
- Marin Yeppez, D. F. Análisis del comportamiento de las descargas eléctricas atmosféricas en tanques de almacenamiento de hidrocarburos (Master Thesis, Universidad Nacional de Colombia-Sede Manizales).
- Henao Céspedes, V (2018). Desarrollo teórico para implementación de un sistema automático de correlación entre fallas en líneas de distribución eléctrica y descar-

gas atmosféricas (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Manizales)

- Ríos, E. A. S. (2014). Lightning induced voltages study on overhead distribution networks placed over non-flat terrains. Manizales: Departamento de ingeniería eléctrica, electrónica y computación.



Instituto de Estudios Ambientales - IDEA -
Teléfono: 8879300 Ext. 50190 / Fax 8879383
Cra 27 #64-60 / Manizales - Caldas
<http://idea.manizales.unal.edu.co>
idea_man@unal.edu.co