

CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD ELÉCTRICA ATMOSFÉRICA EN EL NOROESTE DE LA ARGENTINA Y SUS POSIBLES EFECTOS EN LA IONÓSFERA

María Florencia Barle^{1,2,5}, María Gabriela Nicora^{1,2,5}, María Paula Natali^{1,3,5}, Eldo E. Ávila⁴

mbarle@fcaglp.unlp.edu.ar

¹Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de La Plata, UNLP.

²UNIDEF, MINDEF, CONICET, DEILAP, División Atmósfera, Villa Martelli.

³Laboratorio MAGGIA, Facultad de CS Astronómicas y Geofísicas. UNLP.

⁴FAMAF, Universidad Nacional de Córdoba, IFEG-CONICET, Córdoba.

⁵Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET.

Palabras clave: tormentas, ionósfera, ondas de gravedad, TLEs.

La región del Noroeste de la Argentina (NOA) es una de las zonas de nuestro país con más actividad eléctrica durante los meses de verano (Bertone, 2020), por lo cual, en este trabajo se propuso realizar una caracterización de las tormentas que tienen lugar en el NOA durante los meses de diciembre para los años 2018 y 2019 y estudiar sus posibles implicancias en la ionósfera para días clasificados como geomagnéticamente tranquilos. Para ello, se tomó una región comprendida entre las latitudes -28.5° y -22° y longitudes que varían desde los -67.5° hasta los -61° como se puede apreciar en la Figura 1.

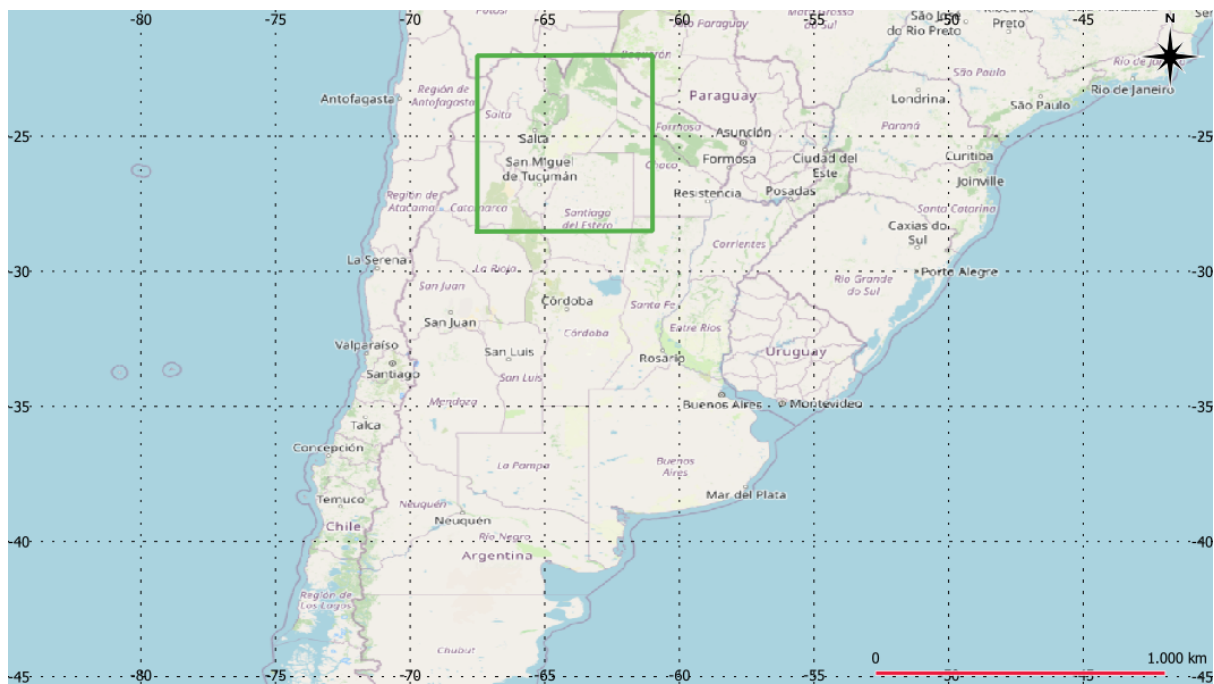


Figura 1: región de estudio seleccionada (rectángulo verde).

Como primer instancia de trabajo se indaga sobre la Actividad Eléctrica Atmosférica (AEA) en dicha zona haciendo uso de diversas redes de detección de descargas eléctricas tales como la World Wide Lightning Location Network (WWLLN) y la Earth Networks Total Lightning Network (ENTLN). Para lograr esto, se estudió, por un lado, la cantidad de tormentas presentes en la región de manera mensual (analizando su energía y cantidad de descargas) y por otro lado, las tormentas día a día en función de la actividad eléctrica discriminando por cuartiles. Además, se realizó un análisis acerca de las variables relacionadas a las descargas, tales como su distribución geográfica, cantidad de descargas por día y por hora, energía y polaridad de corriente. Como resultado, se identificaron un total de 56 días de tormenta (sobre un total de 62 días analizados) destacando que la mayoría presentan dos pulsos a lo largo del día: uno a la madrugada y otro hacia el mediodía/tarde. Teniendo en cuenta lo que plantea Holzworth et al. (2019), el análisis de energía mostró valores medios bajos, pero días con máximos elevados. Por último, encontramos que no es restrictivo de grandes tormentas (aquellas que poseen muchas descargas, gran extensión areal y horaria) la existencia de descargas con altos valores de energía.

Una vez analizadas las tormentas, como segunda instancia, se estudió si éstas eran -o no- generadoras de efectos ondulatorios en la ionósfera. Para llevar a cabo dicha etapa, se hizo uso de observaciones GNSS y estaciones pertenecientes a la Red de Monitoreo Satelital Continuo (RAMSAC) obteniendo así el Contenido Total Electrónico (TEC) a través del procesamiento con el Software Bernese V5.0 (Duch et al., 2015) y con el software desarrollado por el Laboratorio MAGGIA (Ciraolo et al., 2007; Meza et al., 2009). Dependiendo de la tormenta y los satélites elegidos, algunas estaciones (y en determinadas situaciones la mayoría) captaron posibles ondas de gravedad y acústicas. Este estudio arrojó valores medios de amplitud de 0,5 - 0,6 TECUs y valores medios de períodos en 12,5 minutos. Estos valores son más elevados que los encontrados por Lay et al., (2013); Villagrán et al., (2021).

Finalmente, se analizaron la cantidad de descargas de tipo Cloud to Ground (CG) e Intra Cloud (IC) y los valores de corriente pico (tanto positivos como negativos) a través del uso de la red Earth Networks Total Lightning Network (ENTLN). Como consecuencia, se encontraron valores altos de corriente pico. Adicionalmente, se encontró que algunas tormentas poseen más cantidad de descargas de tipo CG y de polaridad positiva en contraposición a lo que plantea Nicora (2014). Este tipo de descargas (CG +) son las principales desencadenantes de Eventos Luminosos Transitorios (TLEs) (Bailey, 2010), situación por la cual se pudo concluir que las tormentas analizadas para los casos de estudio podrían generar dichos eventos atmosféricos.

REFERENCIAS

- Bailey, M. (2010).** Investigating Characteristics of Lightning-Induced Transient Luminous Events Over South America. All Graduate Theses and Dissertations.
- Bertone, F. (2020).** Estudio estadístico de series temporales de días de tormenta en argentina y preparación de mapas isoceráunicos dentro de un contexto de cambio climático. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, (UBA). (Tesis de grado).

- Ciraolo, L., Azpilicueta, F., Brunini, C., Meza, A., y Radicella, S. (2007).** Calibration errors on experimental slant total electron content (tec) determined with gps. *Journal of Geodesy* 81, 111–120.
- Duch, R., Lutz, S., Walser, P., y Fridez, P. (2015).** Bernese gnss software version 5.2. University of Bern, Bern Open Publishing
- Holzworth, R. H., McCarthy, M. P., Brundell, J. B., Jacobson, A. R., y Rodger, C. J. (2019).** Global distribution of superbolts. *JGR Atmospheres*.
- Lay, E. H., Shao, X. M., y Carrano, C. S. (2013).** Variation in total electron content above large thunderstorms. *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 1945–1949.
- Meza, A., van Zele, M., y Rovira, M. (2009).** Solar flare effect on the geomagnetic field and ionosphere. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* 71 , 1322–1332.
- Nicora, M. G. (2014).** Actividad eléctrica atmosférica en Sudamérica. Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, (UNLP). (Tesis Doctoral).
- Villagrán, C. I. A., Nicora, M. G., Meza, A., Natali, M. P., y Avila, E. (2021).** Relationship between the activity of thunderstorms and ionospheric oscillation during the relampago project. 2021 35th International Conference on Lightning Protection (ICLP) and XVI International Symposium on Lightning Protection (SIPDA).