

ACTIVIDAD ELECTRICA ATMOSFERICA EN PARQUES EOLICOS DE ARGENTINA EN UN CONTEXTO DE CAMBIO CLIMATICO.

Constanza I. Villagrán Asiares^{1,2}, M. Gabriela Nicora^{1,2}, Daiana Baisaac^{1,2}, Gonzalo Pfeiffer³, Fiorella Bertone⁴, Eldo E. Ávila⁵, Amalia Meza^{1,6}

villagranasiares.constanza@gmail.com.

¹Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (FCAGLP), Universidad de La Plata (UNLP), Buenos Aires, Argentina.

²Departamento de Investigaciones en Láseres y sus aplicaciones (DEILAP), Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF). UNIDEF-MINDEF-CONICET, Buenos Aires Argentina.

³Universidad Tecnológica Nacional (UTN)

⁴Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

⁵Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC). CONICET, Córdoba, Argentina.

⁶Laboratorio MAGGIA (FCAGLP-UNLP). CONICET, Buenos Aires, Argentina

Palabras clave: Dia de tormenta, Densidad de descargas, Corriente pico.

1) INTRODUCCIÓN

La densidad de las descargas y los días de tormenta (TD: Thunderstorm Day) en un periodo de tiempo largo, puede proporcionarnos pruebas de los cambios en la actividad eléctrica atmosférica (AEA) en un contexto de cambio climático (Bertone, 2020). En 2005, con la instalación en Argentina de la Red Mundial de Localización de Rayos (WWLLN: World Wide Lightning Location Network), Nicora (2014) realizó los primeros mapas isoceráunicos (igual número de TD), donde utilizaron datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y de la red WWLLN, para el período 2005-2011. Bertone (2020) elaboró mapas isoceráunicos, donde definió un TD como aquel día en el que la red WWLLN detectó al menos un evento en un área determinada, con un radio de observación de aproximadamente 20 km. Ambos trabajos, encuentran un aumento en los TD en todo el país.

En diciembre de 2015 se firmó el Acuerdo de París, que buscó limitar el aumento de la temperatura global a 2°C o menos para el año 2100. Debido a esto, Argentina aprobó leyes para promover la participación de las energías renovables en la matriz nacional, en especial de la energía eólica. La instalación de parques eólicos tiene dos aspectos claves, por un lado, reduce las emisiones de dióxido de carbono CO₂ (<https://camaraeolicaargentina.com.ar/?p=6586>). Pero por el otro, al ser estructuras altas ubicadas en zonas bajas, están expuestos a dos efectos, el de carga puntual y el generado por el movimiento de sus palas. Las palas giratorias de los aerogeneradores suelen actuar como desencadenantes de rayos y, por tanto, aumentan su propia vulnerabilidad (Montanyà et al, 2014; Yair, Y. et al, 2018). Por estas razones, el objetivo del presente trabajo es estudiar los cambios que se podrían generar en la actividad eléctrica atmosférica debido a la instalación de parques eólicos en Argentina.

2) METODOLOGÍA

Los datos de descargas eléctrica fueron proporcionados por la red Earth Networks Total Lightning Network (ENTLN, <https://www.earthnetworks.com/>) para el periodo 2019-2021. También, se utilizaron los datos corregidos de densidad de descargas eléctricas proporcionados por Kaplan y Lau (2021) para una grilla de 0.5° , detectados por la red WWLLN para el periodo 2010 - 2020. Estos fueron corregidos según la eficiencia de detección de la WWLLN siguiendo lo establecido por Bürgesser (2017).

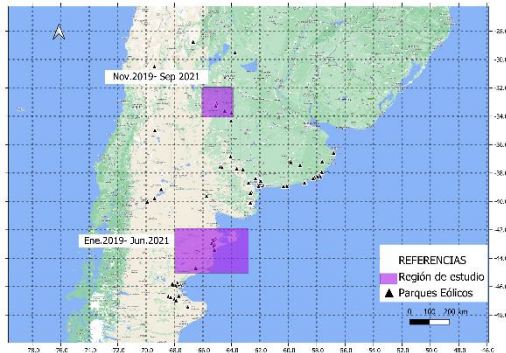


Figura 1: Parques Eólicos de Argentina.

Se definieron dos zonas, región central [$(-32^\circ, -34^\circ)$; $(-64^\circ, -66^\circ)$] y región sur [$(-42^\circ, -45^\circ)$; $(-63^\circ, -68^\circ)$] para caracterizar su actividad eléctrica. La región central tiene aproximadamente 7 parques eólicos instalados, mientras que la zona sur del país cuenta con 15 parques eólicos instalados (Figura 1). Se estudió la cantidad de descarga por mes, la corriente pico y la multiplicidad de las descargas a tierra (CG: Cloud-to-Ground) en ambas regiones, usando datos de la red ENTLN.

3) RESULTADOS

En el periodo 2010-2020, se observaron 30 strokes/km²/año y 9 strokes/km²/año para la región central y sur respectivamente (Figura 2). Del trabajo de Bertone (2020), se obtuvo para estas

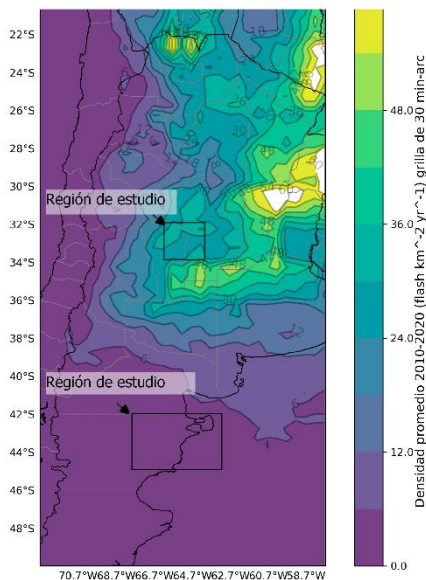


Figura 2: Mapa de la densidad media de descargas eléctricas en el periodo 2010-2020 [strokes / km².año].

zonas, 50 días de tormentas por año para la zona central y entre 5 a 10 TD por año para la región sur.

Del análisis de la cantidad de descargas que se registraron en las zonas de estudio durante 2019-2021, se obtuvo un aumento de descargas en las ambas regiones. Se han observado corrientes de pico de 300 kA a más asociadas principalmente a descargas CG con polaridad positivas (+CG) para la región central y a descargas CG con polaridad negativa (-CG) para la región sur.

Con respecto a la multiplicidad de las descargas, las descargas CG con polaridad negativas (-CG), en ambas zonas, presentaron multiplicidades elevadas (superiores a 5 en promedio), lo que coincide con el trabajo de Zhu, Y et al, 2021. Las mayores multiplicidades se dieron en la zona central del país, 26 para -CG y 22 para +CG. Medir esta variable es muy importante ya que nos da cuenta de la vulnerabilidad que presenta la zona, en especial los aerogeneradores.

4) CONCLUSIONES

Los resultados muestran mayor densidad de descargas, multiplicidad y días de tormentas en la zona central con respecto a la zona sur. Pero, se observaron valores de corriente pico más grande en la región sur que en la central. Ambas zonas, presentaron aumentos en la cantidad

de descargas por mes. Lo que concuerda con lo obtenido en el trabajo de Bertone (2020) donde observa un aumento significativo de 2,3 TD/década en los días de tormenta entre 1970 y 2018 para toda la Argentina. Se observó un aumento importante para el año 2021 en la cantidad de las descargas por mes, en relación a los años previos.

Encontramos que los valores obtenidos de las características de las descargas (corriente pico, densidad de descarga y multiplicidad) para las regiones de estudio, se encuentran dentro de los límites de la norma IEC 61400- 24 2019 (Mucsi, V et al ,2020), lo que demuestra la importancia de conocer los sistemas meteorológicos en Argentina para poder realizar sistemas de protección en aerogeneradores de acuerdo a las características locales.

Agradecimientos

Esta investigación fue apoyada por el Ministerio de Defensa a través de MINDEF PIDDEF 07/18: Plataforma de Información de Riesgo Medioambiental; y GeoRayos II y CITEDEF con el Proyecto GeoRayos II WEB y GINKGO 03 NAC 040/1. Constanza I. Villagrán Asiares cuenta con el apoyo del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Los autores desean agradecer al Dr. Jeff Lapierre y Earth Networks (ENTLN) por el apoyo y por proporcionar los datos de ubicación de rayos utilizados en este documento.

Los autores desean agradecer a World-Wide Lightning Location Network, la colaboración entre más de 60 universidades e instituciones, por proporcionar los datos de ubicación de rayos utilizados en este documento.

REFERENCIAS

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. Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina.

Bürgesser, R. E. (2017). Assessment of the world wide lightning location network (WWLLN) detection efficiency by comparison to the lightning imaging sensor (LIS). *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 143(708), 2809-2817.

Kaplan, J. O., & Lau, K. H. K. (2021). The WGLC global gridded lightning climatology and time series. *Earth System Science Data*, 13(7), 3219-3237.

Montanyà, J., Van Der Velde, O., and Williams, E. R. (2014). Lightning discharges produced by wind turbines. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 119(3), 1455-1462.

Mucsi, V., Ayub, A. S., Muhammad-Sukki, F., Zulkipli, M., Muhtazaruddin, M. N., Mohd Saudi, A. S., and Ardila-Rey, J. A. (2020). Lightning protection methods for wind turbine blades: An alternative approach. *Applied sciences*, 10(6), 2130.

Nicora, M. G. (2014). Actividad eléctrica atmosférica en Sudamérica (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).

Zhu, Y., Bitzer, P., Rakov, V., Stock, M., Lapierre, J., DiGangi, E., ...and Lang, T. (2021). Multiple strokes along the same channel to ground in positive lightning produced by a supercell. *Geophysical Research Letters*, 48(23).