

SUPERBOLTS EN LOS ANDES CENTRALES: DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL Y FACTORES ASOCIADOS

María Florencia Barle^{2,3,5}, María Gabriela Nicora^{1,3,5}, Eldo E. Ávila^{3,4}
mbarle@fcaglp.unlp.edu.ar

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

²Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Regional La Plata.

³UNIDEF, MINDEF, CONICET, DEILAP, División Atmósfera, Villa Martelli.

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

⁵Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET.

Palabras clave: Actividad eléctrica, tormentas, energía.

1)INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO DE ESTUDIO

Estudios recientes han analizado un tipo particular de descarga eléctrica extremadamente energética denominada Superbolt, cuya energía supera en tres órdenes de magnitud ($> 10^6$ Joules) a la de las descargas promedio que se producen en el planeta, las cuales rondan los 1.000 J. Holzworth et al. (2019) reportaron alrededor de 8.000 Superbolts entre más de 10^9 descargas registradas globalmente entre 2010 y 2018. A nivel mundial, los Superbolts se registran preferentemente sobre océanos y durante el invierno boreal. Sin embargo, uno de los principales focos de ocurrencia se localiza sobre el noroeste argentino y norte de Chile, extendiéndose hacia la región de los Andes centrales, donde su estacionalidad difiere marcadamente, concentrándose entre los meses de noviembre y febrero. Es importante destacar que la distribución espacial de los Superbolts, no es coincidente con las regiones donde se producen los máximos de actividad eléctrica en el planeta (Albretch et al., 2016)

El objetivo de este trabajo es analizar los factores que podrían explicar la alta densidad de Superbolts en una amplia región de Sudamérica, ubicada entre los 10°S y 35°S de latitud y los 60°O y 80°O de longitud, que abarca el norte de Chile y Argentina, Bolivia, y sectores de Perú y Brasil (Figura 1). En particular, se explora la posible relación entre estos eventos extremos y dos factores: la Corriente en Chorro de Capas Bajas de América del Sur (CCCB, también conocida como SALLJ, por sus siglas en inglés) y la actividad solar.

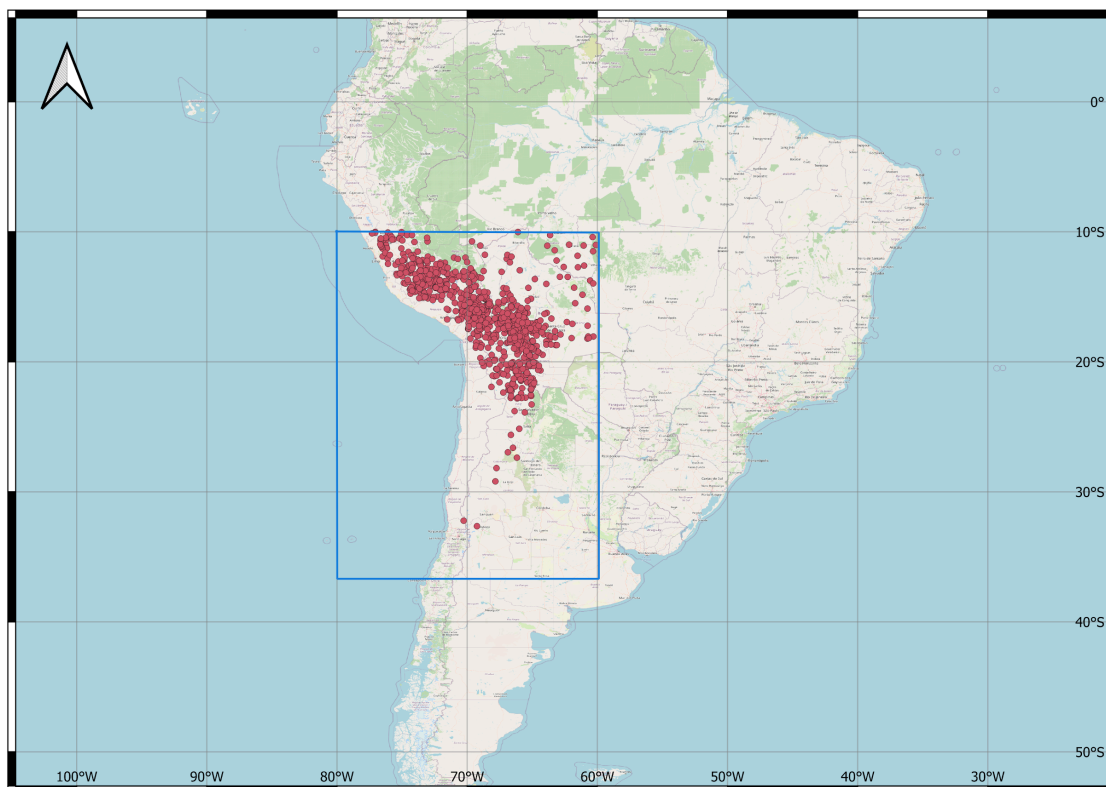


Figura 1: Zona de estudio (rectángulo azul), descargas de tipo Superbolt (círculos rosados).

2) DATOS Y METODOLOGÍA

Se utilizaron 14 años de datos (2010–2023) de la red global World Wide Lightning Location Network (WWLLN), que detecta descargas eléctricas mediante sensores terrestres capaces de registrar ondas de radio de muy baja frecuencia (VLF). Esta red cuenta con más de 80 estaciones distribuidas en todos los continentes, incluidas seis en el sur de Sudamérica (cuatro en Argentina y dos en Chile). Se consideraron exclusivamente aquellas descargas con energía comprendida entre 10^6 y 10^8 J, con un error estándar del ajuste de energía menor al 30 %, y que hayan sido detectadas por al menos siete estaciones WWLLN.

Con el fin de explorar el posible vínculo entre los Superbolts y la actividad de la CCCB/SALLJ, se calculó una climatología para el período 1984–2024 a partir de datos del reanálisis ERA5, con resolución de 6 horas. Siguiendo los criterios propuestos por Montini et al. (2019), se seleccionaron dos estaciones: Santa Cruz de la Sierra, Bolivia (17.8°S , 63.2°W) y Mariscal Estigarribia, Paraguay (22.0°S , 60.6°W). Para cada una, se calcularon los percentiles 75 estacionales tanto de la velocidad del viento en 850 hPa como de la cortante vertical de viento entre 700 y 850 hPa. Teniendo en cuenta esto, se considera que hay un evento SALLJ cuando se cumplen simultáneamente las siguientes condiciones en al menos uno de los horarios subdiarios (00, 06, 12 o 18 UTC):

- i) velocidad del viento en 850 hPa superior al percentil 75 estacional,
- ii) cortante del viento entre 850 y 700 hPa superior al percentil 75 estacional, y
- iii) dirección del viento en 850 hPa entre $292,5^{\circ}$ y 45° (es decir, desde el noroeste hacia el noreste).

Por otra parte se analizó preliminarmente, la influencia de la actividad solar mediante la comparación del número de manchas solares con la evolución anual de los Superbolts en la

región andina de estudio.

3) RESULTADOS PRELIMINARES

Bajo estos criterios, se identificaron aproximadamente 1.000 Superbolts sobre un total de 18×10^6 de descargas registradas en la región. Además, se observa una mayor presencia de Superbolts entre los meses de diciembre y marzo, con un pico de actividad en los años 2014 y 2015. Por otro lado, se observa que las distribuciones anuales del número de manchas solares y Superbolts varían de manera similar, con un coeficiente de Pearson de 0.469, coincidiendo ambos máximos en 2014, lo que sugiere una posible influencia de la actividad solar en estos eventos extremos (Figura 2).

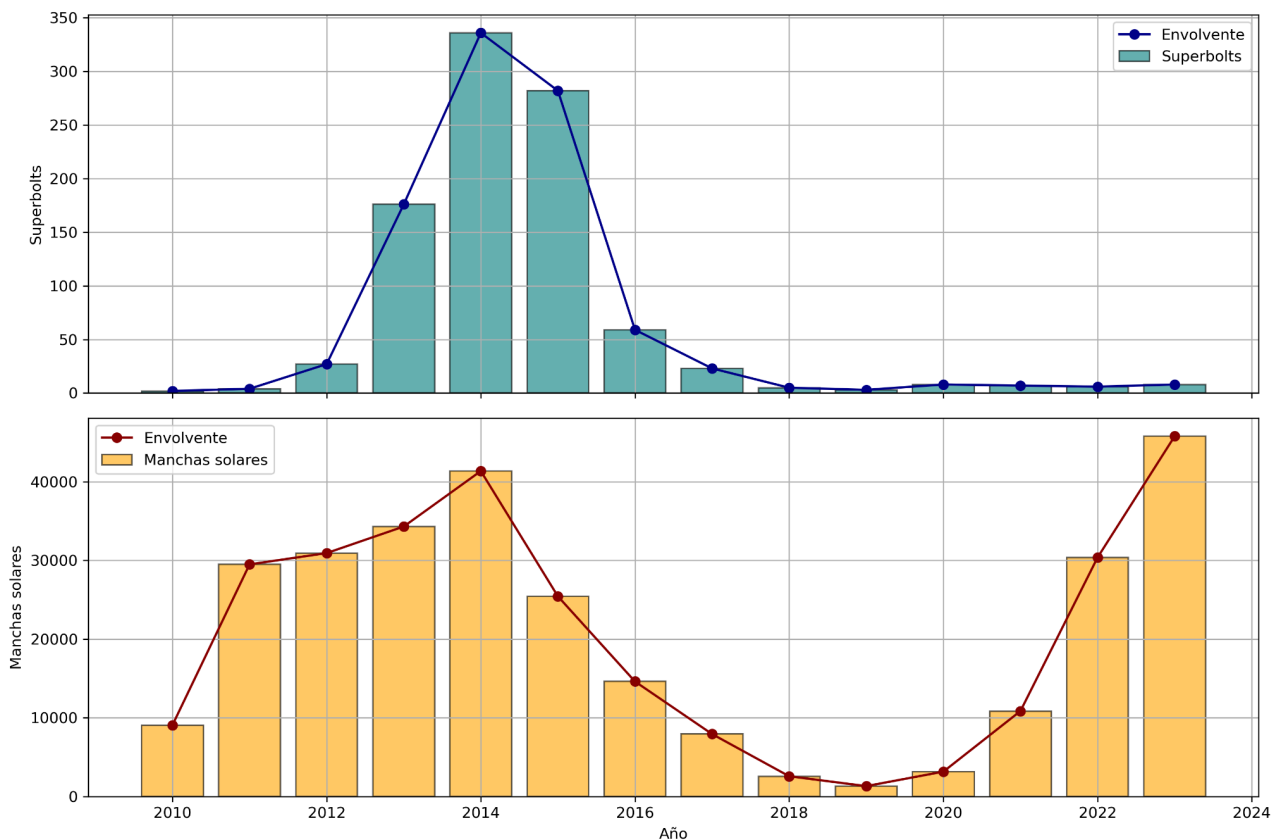


Figura 2: Distribuciones anuales de Superbolts (arriba) y cantidad de manchas solares (abajo) y sus envoltentes correspondientes.

REFERENCIAS

Albrecht, Rachel I. Steven J. Goodman, Dennis E. Buechler, Richard J. Blakeslee, and Hugh J. Christian., (2016). Where are the lightning hotspots on Earth?

Holzworth, R. H., McCarthy, M. P., Brundell, J. B., Jacobson, A. R., & Rodger, C. J. (2019). Global distribution of superbolts. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 124, 9996–10,005. <https://doi.org/10.1029/2019JD030975>.

Montini, T. L., Jones, C., y Carvalho, L. M. V. (2019). The South American low-level jet: A new climatology, variability, and changes. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 124, 1200–1218. <https://doi.org/10.1029/2018JD0296>.