

# ACTIVIDAD CONVECTIVA EN EZEIZA: EVALUACIÓN DE CORRESPONDENCIA ENTRE OBSERVACIONES AERONÁUTICAS DE SUPERFICIE Y RED DE DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE RAYOS

Victoria Valladolid Carluccio<sup>1,2</sup>, Luciano Vidal<sup>2</sup>, Melina Sol Yabra<sup>2,3</sup>  
[vvalladolid@smn.gov.ar](mailto:vvalladolid@smn.gov.ar)

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO, FCEN, UBA)

<sup>2</sup>Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

<sup>3</sup>NASA Goddard Space Flight Center, MD, USA

**Palabras clave:** METAR, Tormenta, Aeropuerto.

## 1) INTRODUCCIÓN

Las tormentas dan origen a un amplio abanico de fenómenos meteorológicos que resultan adversos para la actividad aeronáutica: fuertes cortantes de viento, turbulencia, engelamiento, reducción de visibilidad, actividad eléctrica y caída de granizo (Taszarek y otros, 2020). Estos fenómenos afectan tanto a aeronaves en vuelo como al desarrollo de operaciones en los aeropuertos, pudiendo generar demoras, desvíos y cancelaciones en los vuelos programados, e incluso incidentes y/o accidentes. Esta situación afecta de forma directa usuarios y agentes involucrados en la actividad aeronáutica, durante y luego del evento de tormenta (Markovic y otros, 2008; Sasse y otros, 2003). A pesar de los riesgos e impactos que implican para la actividad aeronáutica, la información e investigación disponible en torno a las tormentas sobre los aeropuertos de Argentina es limitada a pocos aeropuertos, principalmente por la falta de observaciones acordes. Por ese motivo, se propone buscar una técnica alternativa de identificación de horas con tormenta utilizando sensoriamiento remoto. Desde el año 2018, Argentina se encuentra cubierta por la red de detección automática de rayos “Earth Networks Global Lighting Network” (ENGLN). Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo analizar la correspondencia entre las observaciones aeronáuticas de superficie de tormenta y la detección de rayos de dicha red en el Aeropuerto Internacional Ministro Pistarini (Ciudad de Ezeiza, Provincia de Buenos Aires).

## 2) DATOS Y METODOLOGÍA

Para abordar el objetivo propuesto, se utilizaron reportes meteorológicos de aeródromo (METAR) horarios, y los datos de la red de superficie ENGLN para el periodo 2018-2022. A partir de los datos METAR se identificaron las horas con tormenta (METAR-TS) considerando el tiempo presente y horas con nubes de tipo Cumulonimbus (METAR-CB) considerando el reporte de nubosidad. Los datos de la red ENGLN incluyen la variable “horas con tormenta” predeterminada para puntos de retícula de  $0,05^\circ \times 0,05^\circ$ , la cual vale 1 si en una ventana de una hora se detecta actividad eléctrica, y de lo contrario vale 0. Este conjunto se dividió en 3 regiones concéntricas: el punto de retícula más cercano al aeropuerto de Ezeiza (“RAYOS-EZE”), los puntos de retícula dentro de un radio de 8 km (“RAYOS-8KM”) y dentro de un radio de 16 km (“RAYOS-16KM”). Estos umbrales fueron elegidos por su importancia en la delimitación del área que corresponde al aeródromo (hasta 8 km) y a su vecindad (entre 8 y 16 km). Para cada subconjunto mencionado se estudió la frecuencia de ocurrencia mensual y horaria promedio, valores mínimos y máximos y probabilidades condicionales de ocurrencia.

## 3) RESULTADOS

Para el periodo de estudio, se identificaron en total 516 METAR-TS y 780 METAR-CB. Considerando la información de la red ENGLN se encontraron 689 horas con tormenta para

RAYOS-EZE, 851 para RAYOS-8KM, y 1100 para RAYOS-16KM. En la Figura 1 se muestran las frecuencias relativas de ocurrencia mensual, donde se puede identificar un periodo de máximas frecuencias en los meses de primavera-verano y un máximo local de invierno en el mes de Julio. Los meses que presentan un amplio rango de valores extremos, como diciembre y octubre, sugieren que en algunos años la actividad convectiva puede ser más intensa que en otros. La frecuencia de ocurrencia horaria (Figura 2) muestra las máximas frecuencias en las últimas horas de la tarde y durante la noche, coincidiendo con los resultados previos de otros autores para la región, como Vidal (2014). Los valores máximos y mínimos presentan mayor amplitud en horas nocturnas, sugiriendo mayor variabilidad en esos periodos. Dada la condición de que se identificó una hora con METAR-TS, la probabilidad de que la red ENGLN detecte actividad eléctrica varía entre 67,8% y 79,3%, considerando solamente RAYOS-EZE y RAYOS-16KM, respectivamente. Esto sugiere que los reportes METAR incluyen información no solo de lo que sucede en el aeropuerto, si no también que consideran su vecindad. De forma análoga, la probabilidad de que se reporte tormenta en el METAR dada la condición de que se detecto actividad eléctrica en la red ENGLN se encuentra entre 50,8% y 37,2%, sugiriendo que hay cierta actividad eléctrica detectada por la red que no deriva en un reporte de tormenta en el METAR. Esto puede deberse a limitaciones de los datos, tanto por subestimación de los METAR —condicionados por restricciones visuales, sonoras y espaciales del observador— como por sobreestimación de la red. Al considerar también los METAR-CB, se reduce la probabilidad de que la red detecte un rayo dado un reporte de cumulonimbus para todos los radios (máximo de 66,5%). Por el contrario, la probabilidad de que se reporte dicha nubosidad ya habiéndola detectado por parte de la red aumenta en todos los radios, alcanzando 58,5% en el punto central. Esto sugiere que disminuye la cantidad de rayos que no llegan a ser reportados por el observador.

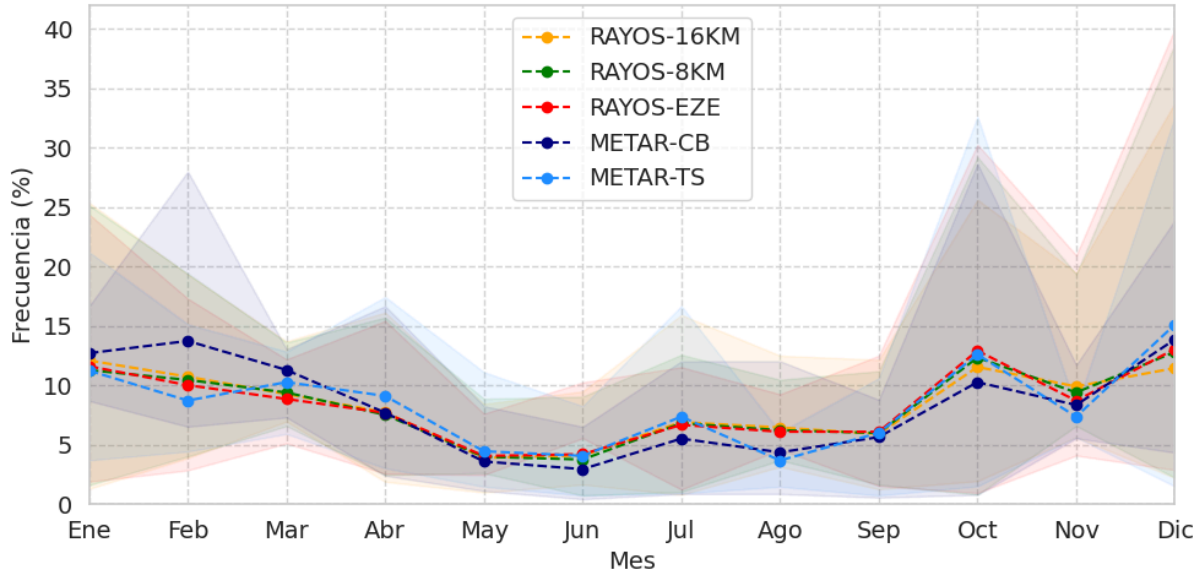


Figura 1: frecuencia relativa mensual de horas con actividad convectiva (líneas punteadas), junto con sus valores máximos y mínimos (sombreado), a partir de datos ENGLN y METAR.

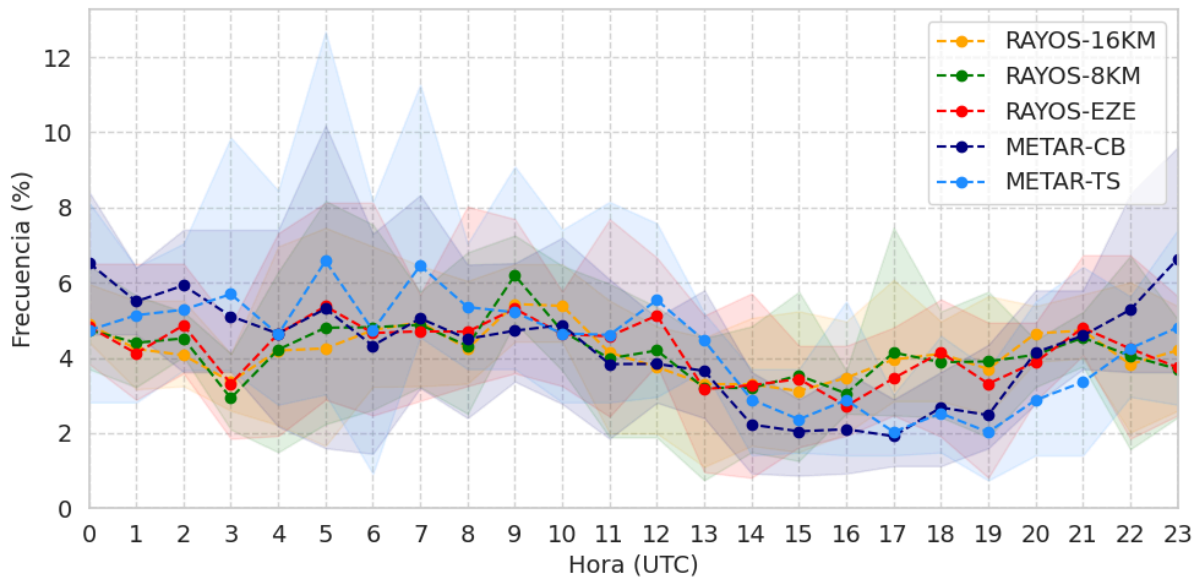


Figura 2: Idem Figura 1, para frecuencia relativa horaria.

#### 4) CONCLUSIONES

En este estudio se evaluó la correspondencia entre observaciones de horas con tormenta provenientes de reportes METAR y detecciones de rayos de la red ENGLN sobre el aeropuerto de Ezeiza y su entorno para el periodo 2018-2022. Los resultados obtenidos muestran comportamientos similares en las frecuencias de ocurrencia mensual y diaria. Las probabilidades de ocurrencia condicional reflejan que cada fuente de información tiene sus correspondientes implicancias y limitaciones, y ninguna puede considerarse como verdad absoluta. La inclusión de reportes de CB muestra que, a pesar de que se reduce el grado de acuerdo entre METAR y ENGLN, se logra omitir menos fenómenos meteorológicos potencialmente peligrosos. Se concluye que la red de detección automática de rayos es un buen estimador de la ocurrencia de tormentas y actividad convectiva en regiones donde no se dispone de observaciones de superficie. Estos resultados refuerzan la importancia de incorporar información de sensores remotos como complemento de las observaciones de superficie.

#### REFERENCIAS

**Markovic, D., Hauf, T., Röhner, P. y Spehr, U., 2008:** A statistical study of the weather impact on punctuality at Frankfurt Airport. *Meteorological Applications: A journal of forecasting, practical applications, training techniques and modelling*, 15, 2, 293–303.

**Sasse, M. y Hauf, T., 2003:** A study of thunderstorm-induced delays at Frankfurt Airport, Germany. *Institut für Meteorologie und Klimatologie, University of Hannover, Herrenhäuserstr. 2, 30419 Hannover, Germany.*

**Taszarek, M., Kendzierski, S. y Pilguy, N., 2020:** Hazardous weather affecting European airports: Climatological estimates of situations with limited visibility, thunderstorm, low-level wind shear and snowfall from ERA5. *Weather and Climate Extremes, Elsevier B.V.*

**Vidal, L., 2014:** Convección extrema sobre Sudamérica: estructura interna, ciclos de vida e influencia de la topografía en la iniciación. *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.*