

# ANÁLISIS DE UN EVENTO DE TIEMPO SEVERO EN EL SUROESTE DE URUGUAY

Natali Bentancor<sup>1,3</sup>, Vanessa Ferreira<sup>2,3</sup>, Lucía Chipponelli<sup>1</sup>, Luciano Vidal<sup>4</sup>  
[n.bentancor@inuket.gub.uy](mailto:n.bentancor@inuket.gub.uy) Autora correspondiente.

<sup>1</sup>Instituto Uruguayo de Meteorología (Inumet)

<sup>2</sup>Dirección Nacional de Aguas (Dinagua)

<sup>3</sup>Programa de Pós graduação em Meteorologia da UFSM (CONICET-UBA)

<sup>4</sup>Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de Argentina

**Palabras clave:** Tormenta severa, micro-descendente húmeda, radar.

## 1) INTRODUCCIÓN

La región sur de la cuenca del Plata, incluyendo Uruguay, es una de las zonas más favorables en el mundo para la formación de tormentas severas (Zipser et al., 2006; Cecil and Blankenship, 2012). A pesar del alto impacto social y económico generado por eventos de tiempo severo, la documentación científica de estos eventos en Uruguay todavía es escasa. Entre los fenómenos generados por las tormentas severas están las micro-descendentes, que es una fuerte corriente descendente que produce un patrón divergente de viento superficial generando ráfagas intensas (Fujita, 1985). La micro-descendente húmeda es acompañada por significativa cantidad de precipitación; es la hipótesis de la tormenta que azotó la ciudad de Mercedes, en el oeste de Uruguay, en la tarde del 29 de marzo del 2022, generando daños con un costo aproximado de USD 120.000 (datos del Ministerio de Transporte y Obras Públicas). La formación de las micro-descendentes es causada por el enfriamiento termodinámico, asociado generalmente con la propia formación de la tormenta. Este enfriamiento, es el resultado directo de la evaporación de la precipitación (Wakimoto, 1985). Dicho proceso, que ocurre dentro de la tormenta, crea una parcela de aire que está a una temperatura más baja que el ambiente, que tiene como resultado una fuerza de flotabilidad negativa con potencial de caída a tierra. Además de este enfriamiento, el arrastre es inducido por la precipitación incrementa la fuerza del flujo descendente (Fujita, 1985). La estación meteorológica del Instituto Uruguayo de Meteorología (Inumet) localizada en la ciudad registró ráfagas de vientos por encima de los 100 km/h y altas tasas de precipitaciones en pocos minutos. En este trabajo se hace un estudio de este evento a través del análisis del patrón atmosférico presente y la caracterización del fenómeno usando los datos observacionales disponibles. Con esto, se espera contribuir a la documentación y el conocimiento sobre tormentas severas en Uruguay para mejorar el pronóstico y alerta temprana.

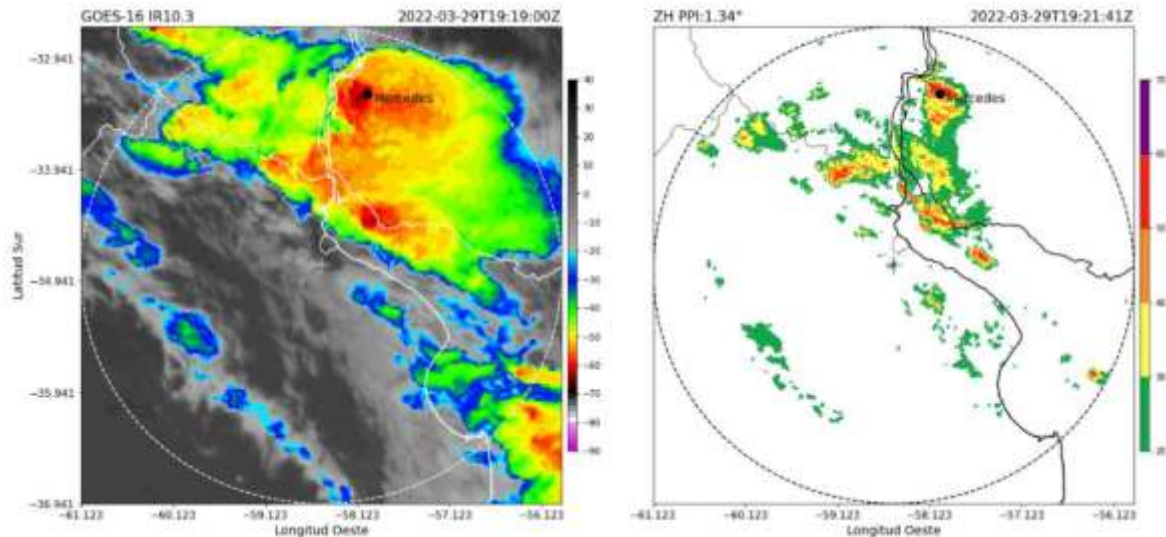
## 2) DATOS Y METODOLOGÍAS

El dominio de estudio se encuentra centrado en el SE de Sudamérica (SESA) con énfasis en la ciudad de Mercedes, suroeste de Uruguay. Se utilizaron datos de la Estación Meteorológica de Mercedes, que es parte de la red de superficie del Inumet, datos del radar meteorológico RMA2 Doppler-polarimétrico banda C localizado en Ezeiza (Buenos Aires, Argentina), imágenes del satélite GOES – 16, y datos de reanálisis ERA-5 del ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts), de resolución espacial de 30 km y salidas horarias.

## 3) DISCUSIÓN

En torno de las 16:10 hora local (19:10 UTC) la estación meteorológica de Inumet localizada en la ciudad de Mercedes registró ráfagas de 100 km/h y precipitación acumulada de 36.4 mm en 15 minutos, con una intensidad máxima de 17.4 mm en 5 minutos. Fueron reportados

daños debido al viento intenso e inundaciones repentinas en la zona urbana de la ciudad. En colaboración con el SMN de Argentina, se hizo un análisis de los datos del radar de Ezeiza, distante 175 km de Mercedes. Debido a la lejanía del radar, no fue posible un análisis más detallado de la estructura de la tormenta y las variables polarimétricas. Aun así, la disponibilidad de datos de radar permitió, conjuntamente con datos de satélite, un análisis del modo convectivo, y de la evolución e intensidad de la convección. Se pudo observar que la tormenta que azotó la ciudad de Mercedes fue una célula convectiva discreta con valores de reflectividad entre 50-60 dBZ (Fig. 1 der.). Al final de la tarde y empezando la noche la convección se organizó en la forma de un Sistema Convectivo de Mesoescala.



*Figura 1: Imágen GOES-16 IR 10.3 del 29/3/2022 a las 19:19 UTC (izq.) y reflectividad (PPI@1.34°) del radar RMA2-Ezeiza a las 19:21 UTC (der.). Con un punto negro se indica la localización de Mercedes.*

El reanálisis ERA-5 fue utilizado para la evaluación del entorno sinóptico antes y durante el evento. A las 19:00 UTC, el campo de 200 hPa muestra flujo asociado a la corriente en chorro, quedando la ciudad de Mercedes en el lado divergente. Además, los valores de divergencia más elevados están en la región afectada por las tormentas. En 500 hPa, el flujo principal de la vaguada está localizado al sur, sobre Argentina, generando cortante vertical moderada en el suroeste de Uruguay. En el nivel de 850 hPa, observamos un flujo del norte/noroeste asociado a la presencia de una corriente en chorro de capas bajas, que favoreció el aporte de humedad y calor a la zona. En superficie, un sistema de baja presión localizado en el océano Atlántico, favorece el desarrollo de actividad convectiva a lo largo del frente frío y de la región pre-frontal en el SE de la Provincia de Entre Ríos-Argentina, llegando a la localidad de Mercedes en Uruguay. El perfil atmosférico extraído del ERA-5, para el punto de retícula más cercano a la estación meteorológica de Inumet en Mercedes, muestra el ambiente atmosférico. Los principales índices termodinámicos eran favorables para el desarrollo de tormentas, destacando los valores de CAPE 1500 j/kg, DCAPE 1021 j/kg, Lift -5, Total-Total 49, entre otros. Destacando los elevados valores de DCAPE, indicando potencial para corrientes descendentes intensas (SPC-NOAA). Además, los valores de cortante en la capa profunda (entre 0-6 km de altura) estaban en torno de 12 m/s, considerado favorable para el desarrollo de tormentas.

#### 4) CONCLUSIÓN

Las condiciones dinámicas y termodinámicas fueron propicias para la formación de tormentas severas, las cuales pueden producir micro-descendentes húmedas, que es la principal hipótesis de lo que afectó la localidad, provocando los daños que se mencionan en el trabajo. La información obtenida del radar nos indica lo rápido y violento del evento, típico de estos sistemas. El impacto socioeconómico que generó este evento, impulsa a avanzar en la documentación e investigación de este tipo de tormentas en SESA, para la toma de decisiones en las oficinas de vigilancia meteorológica y contar con herramientas y modelos conceptuales adaptados para la región, sumado a la información de radar para así mejorar los sistemas de Alerta Temprana y las Alertas por Impacto en Uruguay.

#### REFERENCIAS

**Cecil, D. J., & Blankenship, C. B. (2012):** Toward a global climatology of severe hailstorms as estimated by satellite passive microwave imagers. *Journal of Climate*, 25(2), 687-703.

**Fujita, T. T. (1985):** In *The downburst: Microburst and macroburst*, SMRP Research Papers (Vol. 210, pp. 1–128). Chicago, Illinois, USA: University of Chicago.

**SPC-NOAA:** [https://www.spc.noaa.gov/exper/mesoanalysis/help/help\\_dcape.html](https://www.spc.noaa.gov/exper/mesoanalysis/help/help_dcape.html).

**Zipser, E. J., Cecil, D. J., Liu, C., Nesbitt, S. W., & Yorty, D. P. (2006):** Where are the most intense thunderstorms on Earth?. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 87(8), 1057-1072

**Wakimoto, R. M. (1985):** Forecasting dry microburst activity over the high plains. *Monthly Weather Review*, 113(7), 1131-1143