

# VALIDACIÓN OPERATIVA DE DISDRÓMETRO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE HIDROMETEOROS EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA

Juan Pablo Guida<sup>1,2</sup>, Pedro Ruiz Díaz<sup>2</sup>, Román Martino<sup>1,3</sup>,  
Ricardo Ingaramo<sup>1,2</sup>, Andrés Rodríguez<sup>1,2,3</sup>  
[juanpabloguida@gmail.com](mailto:juanpabloguida@gmail.com)

<sup>1</sup>Laboratorio de Hidro-Meteorología (LHM), Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba (UNC)

<sup>2</sup>Observatorio Hidro-Meteorológico de la Provincia de Córdoba (OHMC)

<sup>3</sup>Instituto de Estudios Avanzados en Ingeniería y Tecnología (IDIT CONICET/UNC)

**Palabras clave:** Hidrometeorología, monitoreo, precipitación.

## 1) INTRODUCCIÓN

La caracterización de hidrometeoros (precipitados en superficie en forma de lluvia, granizo o nieve) juega un rol clave en numerosas aplicaciones científicas y técnicas, comerciales, industriales y ambientales, afectando a diversas actividades que impactan de manera directa en el ámbito social, económico, productivo y ambiental. En este aspecto, el uso de un disdrómetro óptico permite realizar una serie de análisis meteorológicos que van desde la pluviometría, la reflectividad de radar, la estimación de visibilidad, el pre-alerta por crecidas ante eventos severos e incluso la información para modelos de erosión (Löffler-Mang, 2008). La necesidad de disponer de mediciones precisas y continuas impone la utilización de instrumentos avanzados de monitoreo (Casanovas et al, 2021). Es por esto que en el marco del programa de calibración hidrometeorológica del radar RMA1, la Administración Provincial de Recursos Hídricos de Córdoba (APRHi) requirió al Laboratorio de Hidrometeorología (LHM) la puesta en funcionamiento y verificación operativa de un disdrómetro Ott Parsivel2 (DIS1), el cual se encuentra operativo desde noviembre de 2019. Para el procesamiento de datos, se desarrolló un código de cálculo que permite organizar los datos y presentarlos en bloques útiles para diversos usuarios finales (intensidad y acumulados de lluvia, reflectividad al radar, distribución de tamaños y velocidades, energía cinética media, hietogramas para distintos intervalos de tiempo, curva intensidad-duración, etc.) así como su comparación con mediciones de Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAs) y con modelos estándar de distribución de gotas (Gunn-Kinzer, 1949). En este trabajo se resumen algunos de los resultados del análisis de eventos meteorológicos en la Ciudad de Córdoba (CdC), entre noviembre de 2019 y marzo de 2022 (Figura 1).



Figura 1: Ubicación del DIS1, RMA1 y EMA (UNC, CdC, Argentina)

## 2) OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es monitorear hidrometeoros sobre la CdC, registrando datos generados por el DIS1, validando su operatividad. Para esto se propuso el diseño de un programa experimental capaz de determinar la performance del disdrómetro en las mediciones de la cantidad y distribución de tamaños y velocidades de partículas que atraviesan la sección de medición del sensor. Con esta información se buscó realizar la caracterización de hidrometeoros a través de salidas gráficas útiles para usuarios, contribuyendo así al sistema de alerta y monitoreo a tiempo real en cuencas urbanas y rurales, complementando la información obtenida por el disdrómetro con la red de EMAs y pluviómetros cercanos al RMA1.

### 3) MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se desarrolla en el marco de un convenio entre las instituciones nombradas y el OHMC, organismo que reúne los datos hidrometeorológicos relevados en el ámbito de Córdoba por distintos organismos públicos y privados para ponerlos al servicio de los usuarios finales. El DIS1 se emplazó en el LHM ubicado en la Ciudad Universitaria de la CdC, en las proximidades del RMA1 (Ver Figura 1).

### 4) METODOLOGÍA

En una primera etapa se desarrollaron una serie de script para el procesamiento de datos en bruto, realizando pruebas de laboratorio y salidas gráficas en planillas de cálculo para interpretar la información obtenida. Durante el trabajo, se probaron técnicas para mejorar la comunicación con el dispositivo, logrando una estabilidad en la transmisión de datos y a su vez se fueron perfeccionando y automatizando las herramientas de procesamiento. Además, como parte de la calibración del DIS1, se compararon eventos meteorológicos procesados con las herramientas en desarrollo para el disdrómetro, versus los registros de la EMA ubicada en el mismo predio del LHM. Los distintos scripts, permitieron obtener para cada evento una tabla resumen de los archivos procesados, junto a gráficos de intensidad de precipitación (mm/h), hietogramas (mm), distribución de diámetros y velocidades de hidrometeoros (mm y mm/s respectivamente) y sus valores promedio respecto a la curva teórica de Gunn Kinzer.

### 5) RESULTADOS

En el proceso inicial de calibración se comprobó una correspondencia entre los resultados de los hietogramas obtenidos por la EMA y el DIS1. La comparación muestra una mejor aproximación para eventos de intensidades medias/bajas con ausencia de ráfagas de viento. En la figura 2 se puede observar la comparación de precipitación acumulada en noviembre de 2019 y los hietogramas de un evento puntual ocurrido el 29 de diciembre de 2019.

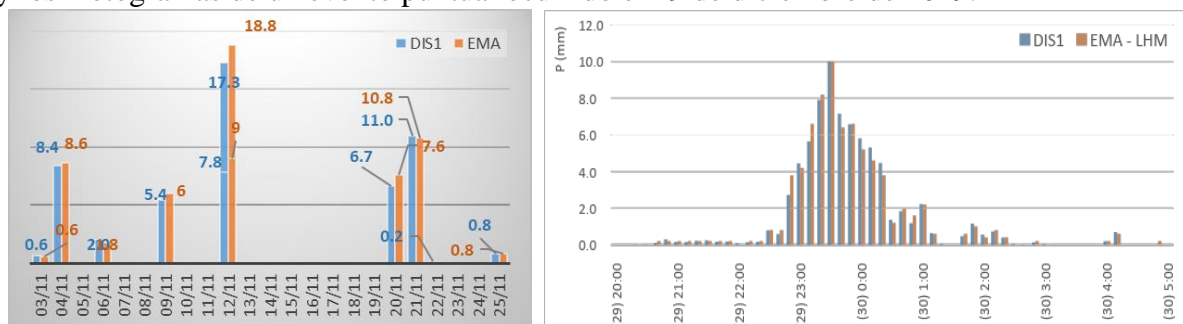


Figura 2: Precipitación acumulada y hietogramas de un evento puntual EMA-DIS1

Entre noviembre de 2019 y marzo de 2022 se procesaron más de 100 eventos meteorológicos ocurridos en la CdC. La mayoría fueron lluvias, para las cuales se elaboraron reportes e informes correspondientes para los distintos entes involucrados. Entre estos se destacan:

a) El 12/12/19 ocurrió un evento atípico donde no hubo precipitación, pero se detectaron 230.000 partículas en el aire, las cuales tuvieron un tamaño promedio de 1,7 mm, oscilando entre 1 y 2,5 mm. La uniformidad de tamaños de partículas y la correspondencia entre las velocidades de caída de dichas partículas y la velocidad del viento de ese día, demostró que se trató de un fenómeno eólico (ver figura 3).

b) El segundo evento que merece mención, fue la nevada ocurrida en la CdC el 16/6/21 (luego de 14 años de la última ocurrencia). Este evento demostró una relación inusual frente a otros eventos típicos de lluvia, donde la velocidad de caída de partículas fue inversamente proporcional a su tamaño, detectando hidrometeoros de hasta 2,5 mm de diámetro que precipitaron a velocidades de 1 m/s (ver figura 4).

c) Un tercer evento a destacar ocurrió el 23/10/21 donde se combinó precipitación en forma de granizo y agua, otorgando una salida gráfica con una relación entre diámetros y velocidades diferentes a las relaciones estandarizadas (ver figura 4).

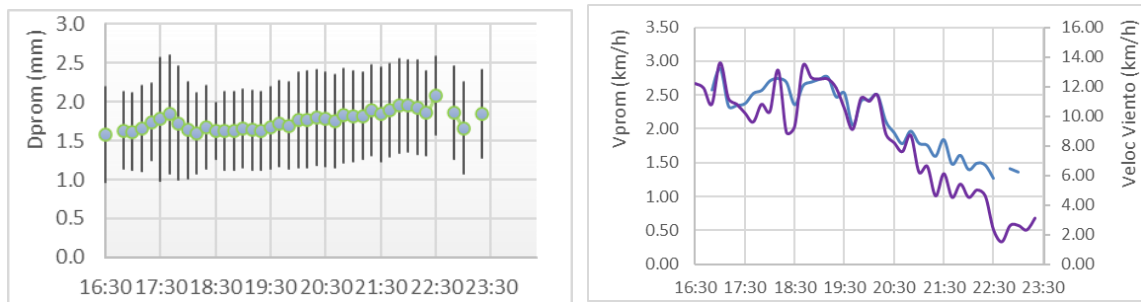


Figura 3: Distribución de diámetros y velocidades promedio de partículas 12/12/2019

## 6) CONCLUSIONES

Se seleccionaron eventos cuya precipitación acumulada haya superado los 20 milímetros, con una duración mayor a 2 horas, junto a los 3 eventos anteriormente mencionados. Utilizando la relación de diámetros y velocidades de estos eventos, se obtuvo la figura 4. Como puede observarse, los eventos típicos de lluvia muestran una tendencia agrupada en las cercanías de la curva teórica de Gunn y Kinzer, la cual se ha tomado del modelo de laboratorio de estos autores y se proyecta a futuro construir la curva propia para la CdC; por su parte, los eventos de granizo, nieve y el fenómeno eólico se alejan de esta relación típica concentrándose en otras zonas de acuerdo a las características del evento. Estos resultados, fueron corroborados con distintas bibliografías (Löfler-Mang; Evan A. Kalina; Kurt Nemeth), a modo de validar la performance del disdrómetro como instrumento de caracterización de precipitaciones.

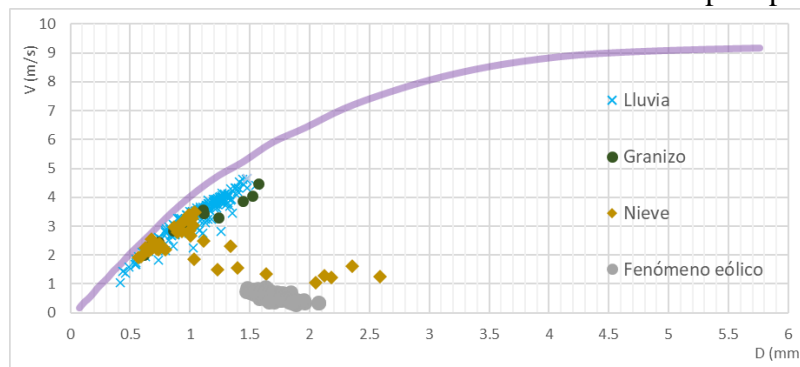


Figura 4: Relación de diámetros y velocidades en diferentes eventos. Ciud. de Córdoba, Arg.

## REFERENCIAS

**Casanovas C. et al, 2021:** Drop Size Distribution Variability in Central Argentina during RELAMPAGO-CACTI.

**Evan A. Kalina, 2014:** Comparison of Disdrometer and X-Band Mobile Radar Observations in Convective Precipitation. Monthly Weather Review. Volume 142.

**Kurt Nemeth et al, 2011:** High-precision measurement of hydrometeors. OTT Parsivel 2.

**Martin Löfler-Mang, 2008:** Enhanced Possibilities of PARSIVEL Disdrometer: Precipitation Type, Visibility, and Fog Type. HTW Saarland, University of Applied Sciences.

**R. Gunn, G. Kinzer, 1949:** The Terminal Velocity of Fall for Water Droplets in Stagnant Air. J. Meteorol. 243-248.