

CÁLCULO DE TRAYECTORIAS DE MATERIAL PARTICULADO PM10 CON WRF Y HYSPLIT: CASO DE ESTUDIO EN LA CUENCA MATANZA RIACHUELO

Alejandra Cecilia García, Lucas Zapata, Mariana Dezzutti
alecegar@gmail.com

Grupo de Modelado Numérico de la Atmósfera (MNA)
Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas - Universidad Nacional de La Plata

Palabras clave: Contaminación, fuente emisora, modelado numérico.

1) INTRODUCCIÓN

El material particulado constituye una de las principales fuentes de contaminación de la atmósfera. Se trata de partículas sólidas y líquidas, de origen natural o antropogénico, cuyo reducido tamaño hace que puedan ser absorbidas por el cuerpo ocasionando problemas para la salud (Pope y Dockery, 2005). Por este motivo, resulta fundamental el monitoreo y control de sus concentraciones en el aire.

Se disponen de datos de concentración de PM10 (partículas inhalables con diámetro menor o igual a 10 micrones) de la estación ME3 (situada en Virrey del Pino, partido de La Matanza) que integra la red de monitoreo de calidad de aire de la Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR).

Entre el 9 y el 14 de julio de 2024 se registraron concentraciones elevadas de PM10 (Figura 1), superando ampliamente el valor límite diario de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (promedio 24 horas) establecido en la Resolución 02/2007 de ACUMAR.

El objetivo del presente trabajo es evaluar si dichos valores pueden estar asociados a emisiones provenientes de una fuente emisora cercana. Para ello, se realizó una simulación utilizando el modelo Advanced Research Weather Research and Forecasting (WRF-ARW) con alta resolución espacial y temporal.

Las salidas generadas por este modelo se emplearon luego como forzantes del modelo Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory (HYSPLIT), con el fin de calcular trayectorias y retrotrayectorias del material particulado y así analizar su posible origen.

El uso combinado de WRF y HYSPLIT presenta una ventaja significativa frente a la ejecución de HYSPLIT de manera independiente, ya que permite forzar las trayectorias con campos meteorológicos de mayor resolución espacial y temporal. Esto resulta útil en estudios locales, donde las condiciones atmosféricas pueden no estar bien representadas con los datos de menor resolución que utiliza HYSPLIT por defecto.

2) METODOLOGÍA

Para el presente estudio se realizó una simulación con el modelo WRF versión 3.9 (Skamarock y otros, 2008), compilado en los servidores del grupo de Modelado Numérico de la Atmósfera (MNA) de la FCAG-UNLP. Las condiciones iniciales y de borde fueron obtenidas de los análisis del modelo Global Forecast System (GFS) del National Centers for Environmental Prediction (NCEP), con resolución horizontal de $0,5^\circ$ y salidas cada 6 horas.

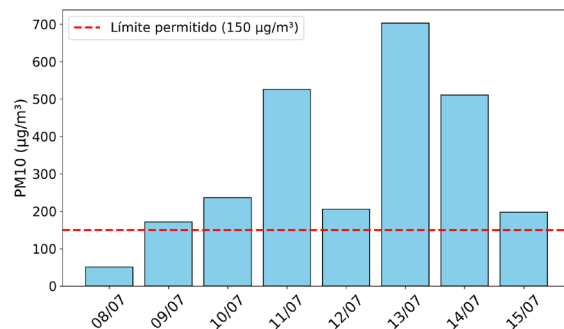


Figura 1: Concentración de PM10 (24h) medida en la estación ME3 de ACUMAR.

Se configuraron dos dominios anidados con resoluciones de 9 km y 3 km, respectivamente, diseñados para cubrir adecuadamente la región de interés. Además, se estableció una frecuencia de salida de 5 minutos para obtener un mayor nivel de detalle al calcular las trayectorias.

Posteriormente, una vez finalizadas las simulaciones con WRF, se convirtieron las salidas al formato requerido por el modelo HYSPLIT (archivos ARL), que fue utilizado para calcular trayectorias (forward trajectories) y retrotrayectorias (backward trajectories) de partículas.

Para cada día del período de estudio se generaron trayectorias horarias. Las trayectorias directas se calcularon desde la fuente emisora mencionada anteriormente, mientras que las retrotrayectorias se calcularon hacia la estación de monitoreo ME3.

Para visualizar las trayectorias generadas y compararlas con los registros de la estación ME3, se importaron los archivos KML resultantes del modelo HYSPLIT en el software Google Earth Pro.

3) RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Si analizamos los resultados del día 8 de julio (Figuras 2 y 3), en el cual se registraron valores moderados de PM10 en la estación ME3 (Figura 1), se puede observar que las trayectorias provenientes de la fuente emisora y las trayectorias inversas hacia la estación de monitoreo tienen direcciones opuestas. Análogamente, en el resto de los días con concentraciones moderadas, cercanas al límite permitido (días 9, 10, 12 y 15 de julio), se obtuvieron resultados similares.

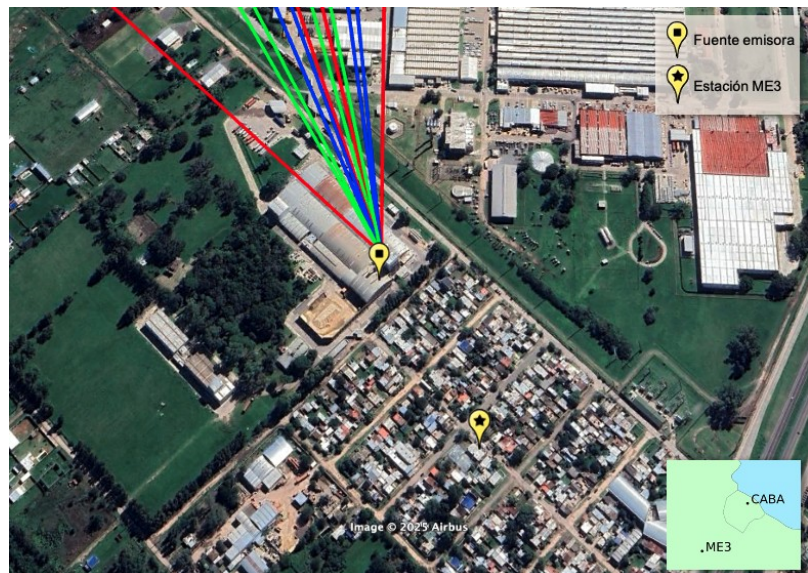


Figura 2: Trayectorias desde la fuente emisora para el día 8/7/24.

Para el día 13 de julio (Figuras 4 y 5), el máximo de concentración de PM10 podría estar vinculado a la fuente emisora, ya que las trayectorias directas llegan al entorno de la estación ME3 y las retrotrayectorias de ésta provienen de la zona de dicha fuente. Algo similar sucede en los días 11 y 14 de julio.

En base a este estudio, se concluye que los máximos de concentración de PM10

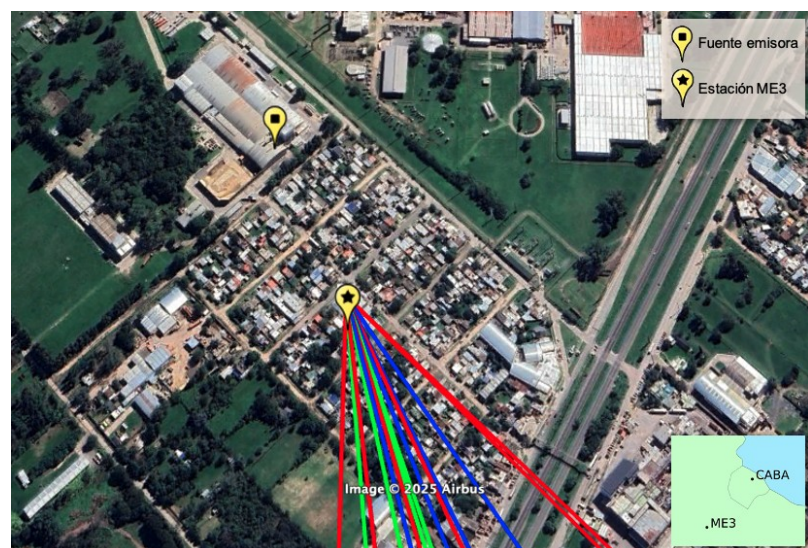


Figura 3: Retrotrayectorias hacia estación ME3 para el día 8/7/24.

registrados por la estación ME3 podrían atribuirse en buena medida a la fuente emisora analizada.

Como trabajo a futuro, se propone ampliar el análisis a otros períodos en los que se registren en la estación ME3 valores de PM10 significativamente superiores al límite permitido ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$), con el objetivo de evaluar si la relación con la fuente emisora identificada en este estudio se mantiene.

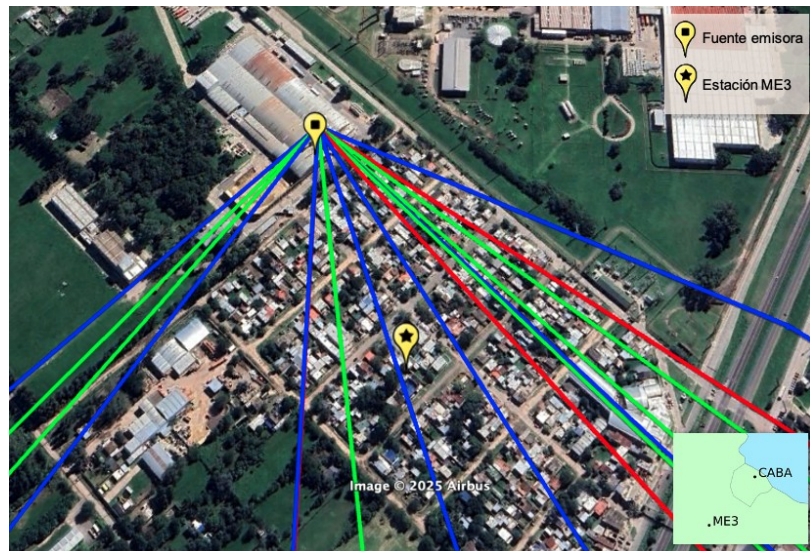


Figura 4: Trayectorias desde la fuente emisora para el día 13/7/24.

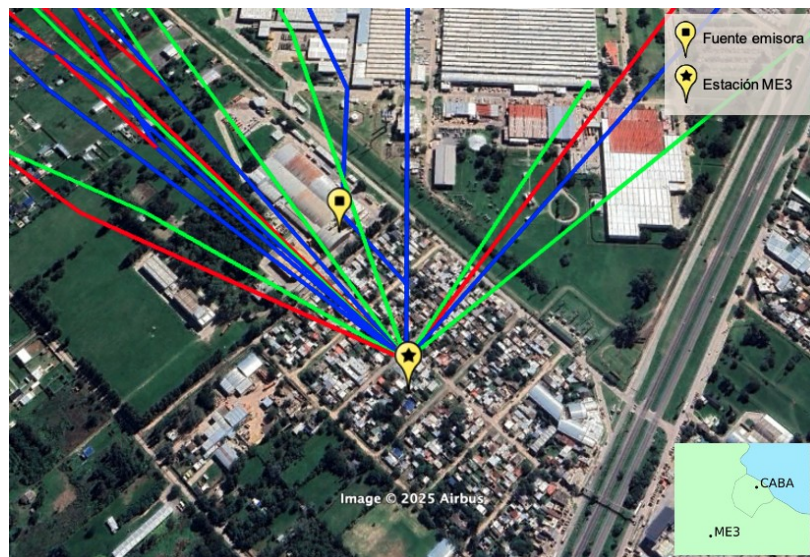


Figura 5: Retrotrayectorias hacia estación ME3 para el día 13/7/24.

RECONOCIMIENTOS

Los resultados del presente estudio fueron realizados como parte de los trabajos prácticos del curso de Modelado Numérico de la Atmósfera dictado en la FCAG en 2024.

REFERENCIAS

Pope, C. y Dockery, D. (2005): Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect. *Journal of Air & Water Management Association*. 56. 709-742.

Skamarock W.C., Klemp, J.B., Dudhia, J. y otros, 2019: A Description of the Advanced Research WRF Version 3. University Corporation for Atmospheric Research. <https://doi.org/10.5065/D68S4MVH>.