

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE OCURRENCIA DE ALTAS CONCENTRACIONES HORARIAS DE NO₂ MODELADAS EN EL AMBA

Andrea L. Pineda Rojas¹, Emilio Kropff²

Autora correspondiente: pineda@cima.fcen.uba.ar

¹Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera, UBA-CONICET, CNRS IRL 3351
IFAECI, IRD

²Fundación Instituto Leloir (IIBBA/CONICET)

Palabras clave: análisis de clustering, dióxido de nitrógeno, modelos de dispersión atmosférica urbana.

1) INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica urbana es un problema de creciente preocupación a nivel mundial (WHO, 2021). Los modelos de calidad de aire (MCA) permiten estimar las concentraciones de contaminantes en aire resultantes de las emisiones y las condiciones atmosféricas. Entre sus posibles aplicaciones se encuentra la evaluación del impacto de distintas estrategias de reducción de emisiones en la calidad del aire. Un aspecto importante del desarrollo y uso de un MCA es la evaluación de su desempeño para reproducir las concentraciones observadas (e.g., Chang y Hanna, 2005). Debido a la gran variabilidad espacial y temporal que presentan las concentraciones de contaminantes en aire en áreas urbanas, dicho estudio requiere observaciones provenientes de muchas estaciones de monitoreo de calidad de aire que a menudo no están disponibles.

El modelo DAUMOD-GRS (Pineda Rojas y Venegas, 2013) fue desarrollado acoplando el modelo dispersión atmosférica urbana DAUMOD (Mazzeo y Venegas, 1991) y el esquema fotoquímico simplificado GRS (Azzi et al., 1992), con el objeto de mejorar las estimaciones de las concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO₂) en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA). La última versión del modelo DAUMOD-GRS (Pineda Rojas et al., 2022) muestra un buen desempeño para estimar la concentración horaria de NO₂ en las tres estaciones de monitoreo de la ciudad de Buenos Aires: Parque Centenario, Córdoba y La Boca (<https://www.buenosaires.gob.ar/agenciaambiental>). En este trabajo, se realiza un análisis de clustering para estudiar las condiciones de ocurrencia de concentraciones de NO₂ relativamente altas modeladas en el AMBA. El objetivo es comprender el comportamiento del modelo en sitios donde no se dispone de observaciones.

2) METODOLOGÍA

DAUMOD-GRS es un modelo simple semi-empírico que estima las concentraciones de NO₂ resultantes de un gran número de fuentes de emisión areales de óxidos de nitrógeno (NO_x) y compuestos orgánicos volátiles (COVs). Como tiene una demanda de tiempo de cómputo relativamente baja, permite realizar simulaciones largas (i.e., varios años) en alta resolución temporal (1 h) y espacial (1 km x 1 km). En este trabajo, se utilizan cuatro años (2009-2012) de simulaciones obtenidas en el AMBA, obtenidas a partir de la información meteorológica horaria registrada en la estación Aeroparque (SMN) y datos del inventario de emisiones de NO_x y COVs desarrollado por Venegas et al. (2011). Otras condiciones de las simulaciones se encuentran en Pineda Rojas et al. (2022).

Para cada receptor en el que la concentración horaria de NO₂ supera los 110 ppb (nivel guía de la OMS), se guardan la fecha, hora y el valor de la concentración. Se aplica un algoritmo de k-means considerando como variables de clasificación la intensidad y dirección de viento, la temperatura, la nubosidad, la radiación solar en superficie, la hora de ocurrencia de la excedencia, etc. El número de clusters (k) se obtiene buscando una distribución uniforme de objetos (horas) entre clusters y que los mismos muestren cierta separación en las variables de clasificación. Finalmente, se analizan las diferencias de las condiciones de ocurrencia de los eventos entre clusters.

3) RESULTADOS

Aplicando el modelo DAUMOD-GRS en el AMBA en el periodo 2009-2012, se obtienen 1933 eventos. La máxima frecuencia de superaciones en el área de estudio varía entre 18 (2010) y 28 (2012) eventos por año, mientras que el área de excedencias varía entre 37 km² (2009) y 223 km² (2012) (Figura 1). Dicha variación interanual resulta de cambios en las condiciones meteorológicas, dado que se considera que las emisiones no cambian en el periodo analizado. Cabe señalar que los valores estimados son concentraciones de fondo urbano. En cañones urbanos (calles rodeadas por edificios) es de esperar que los niveles sean mayores.

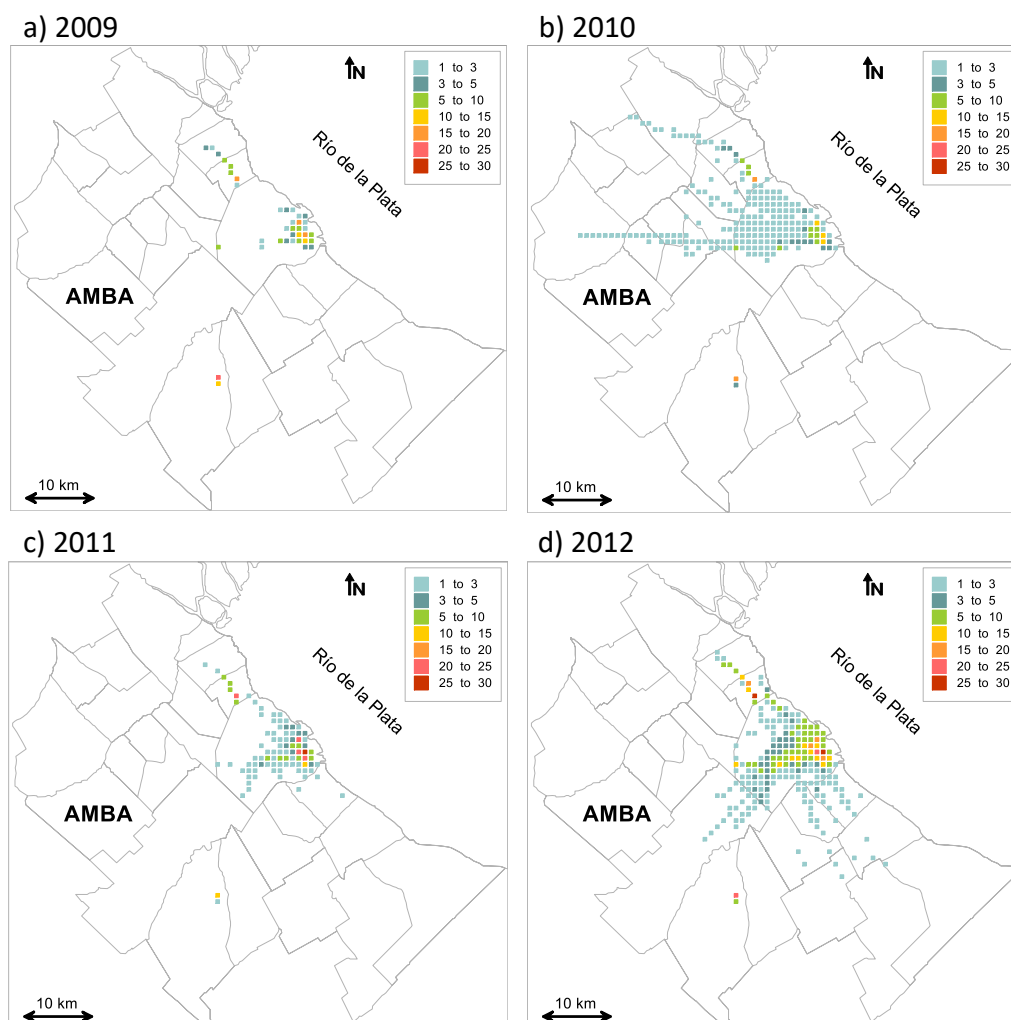


Figura 1: Número de veces con concentraciones horarias de NO₂ modeladas en el AMBA en a) 2009, b) 2010, c) 2011 y d) 2012, que superan el nivel guía de la OMS (110 ppb).

Realizando un análisis de clusters, se encuentran cuatro grupos de condiciones en las que se producen concentraciones de NO₂ relativamente altas. Todos los clusters presentan velocidades de viento menores a 1.5 m/s. A partir del análisis de la distribución espacial de los clusters y de los valores de las variables de clasificación, se obtiene que el cluster 1 domina en receptores de menor emisión y los eventos se producen con vientos del sector ENE-ESE, temperaturas entre 10-20°C y cielo parcial a totalmente cubierto. El cluster 2 está presente en las zonas de mayor emisión y tiene la mayor frecuencia de ocurrencia (como es de esperar); las excedencias generalmente se producen con vientos de los sectores NNE y NW-N. El cluster 3 domina en receptores de emisión moderada y se caracteriza por tener direcciones de viento W y NNW, menor temperatura y nubosidad, y mayor estabilidad atmosférica. Finalmente, el cluster 4 está presente en una zona ubicada al sudoeste de la ciudad. Las excedencias ocurren en horas de la mañana con dirección de viento WNW, N o NE, mayor temperatura y radiación solar y menor clase de estabilidad.

Por otro lado, al estudiar la variación temporal de los clusters, se encuentra que el cluster 1 está generalmente presente entre febrero-abril de cada año, aunque es mucho más frecuente en febrero de 2010. Haciendo un análisis individual de esos días, se observa que durante dos días de ese mes se producen excedencias en un área extensa de la ciudad. Los clusters 2 y 3 se presentan en invierno de cada año; aunque la frecuencia de ocurrencia eventos en el cluster 3 es considerablemente mayor en 2012.

4) CONCLUSIONES

Se realiza un análisis de clustering para estudiar las condiciones en las que se producen concentraciones modeladas horarias de NO₂ mayores a 110 ppb (nivel guía de la OMS) en el AMBA. Se obtienen cuatro clusters que muestran diferencias en las condiciones de ocurrencia de estos eventos en distintos receptores. Las distribuciones espaciales y las variaciones temporales de los clusters permiten identificar eventos llamativos que pueden ser analizados individualmente. Esta metodología contribuye a comprender mejor el comportamiento del modelo acoplado DAUMOD-GRS en distintos lugares del área metropolitana donde no se dispone de observaciones que permitan validar sus resultados.

REFERENCIAS

- Azzi, M., Johnson, G., Cope, M., 1992:** An introduction to the generic reaction set photochemicalsmog model. In: Proc. 11th Int. Clean Air Conf, pp. 451–462.
- Chang, J.C. y Hanna,S.R., 2005:** Technical Descriptions and User's Guide for the BOOT Statistical Model Evaluation Software Package, Version 2.0, 64 pp.
- Mazzeo, N.A. y Venegas, L.E., 1991:**Air pollution model for an urban area. Atmospheric Research 26,165–179.
- WHO, 2021:** WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>
- Pineda Rojas, A.L., Borge, R., Kropff, E., 2022:**Characterisation of errors in an urban scale atmospheric dispersion model through clustering of performance metrics. Air Quality, Atmosphere & Health,<https://doi.org/10.1007/s11869-021-01145-0>
- Pineda Rojas, A.L. y Venegas, L.E., 2013:**Upgrade of the DAUMOD atmospheric dispersion model to estimate urban background NO₂ concentrations. Atmospheric Research, 147-154.
- Venegas, L.E., Mazzeo, N.A. y Pineda Rojas, A.L., 2011:**Chapter 14: Evaluation of an emission inventory and air pollution in the Metropolitan Area of Buenos Aires. En: D. Popovic (ed.) Air Quality-Models and applications, Editorial In-Tech, 261-288.