

# CARBONO NEGRO: INICIO DE MEDICIONES EN ARGENTINA

Giselle Marincovich<sup>1</sup>, Eija Asmi<sup>2</sup>

[gmarincovich@smn.gob.ar](mailto:gmarincovich@smn.gob.ar)

<sup>1</sup>Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Argentina

<sup>2</sup>Finnish Meteorological Institute (FMI), Erik Palmenin aukio 1, FI-00560 Helsinki, Finland.

**Palabras clave:** Carbono negro; Aethalometer; estación de vigilancia atmosférica global.

## 1) Introducción

El carbono negro (CN) es un aerosol carbonoso que se encuentra en la atmósfera debido a las emisiones antropogénicas. Sus principales fuentes de emisión son producto de la quema del combustible fósil y biomasa, como lo son las industrias, el transporte, incendios forestales, uso de quema de biomasa para calentar los hogares y cocinar. Este tipo de partículas se da cuando la quema es incompleta, es decir cuando durante la combustión del material (combustibles fósiles, maderas y otro combustibles) en vez de convertir directamente todo en dióxido de carbono, en el proceso se emite otras componentes como: carbono negro y carbono orgánico, compuestos volátiles y monóxido de carbono. Se estima que, a nivel mundial, entre el 24% y el 60% de las emisiones antropogénicas de CN provienen del transporte y de fuentes de combustión residencial, respectivamente (Klimont et al., 2017). En la actualidad las mayores concentraciones de carbono negro a nivel mundial son emitidas por Asia, África y Latinoamérica.

El carbono negro, también conocido como hollín, se estudia por sus diversos impactos en la salud de los seres vivos, el clima, la visibilidad, los ecosistemas y la capacidad de acelerar el derretimiento de la nieve y el hielo (Hansen and Nazarenko, 2004; WHO, 2012; Bond et al., 2013). Se encuentra en gran parte en las partículas de aerosol de un tamaño menor a los 2.5 micrómetros. El CN tiene un tiempo de vida en la atmósfera menor a las dos semanas (Cape et al, 2012), y pueden desplazarse por grandes distancias. Se considera el componente de aerosol más importante en la atmósfera debido al forzamiento radiativo positivo que impone en el clima, y se estima que su potencial de calentamiento, es mucho mayor al dióxido de carbono. Las partículas de carbono negro, como de diferentes aerosoles atmosféricos, pueden actuar como núcleos de condensación o núcleos de hielo, influenciando la formación de nubes y modificando los patrones de lluvia. Además cuando estas partículas se depositan sobre superficie con hielo o nieve, la oscurecen modificando su albedo, impidiendo que se refleje la radiación solar, favoreciendo el calentamiento de la superficie y en consecuencia su derretimiento.

En este trabajo se muestra un análisis de primer año de mediciones de carbono negro en la estación VAG-Ushuaia, haciendo énfasis en las diferencias encontradas cuando las partículas provienen de ciertos sectores cercanos a la estación.

## 2) Metodología

### *Sitio de medición*

La estación VAG- Ushuaia (54° 50' S, 68° 18' O, 18 m s.n.m.) es una de las 31 estaciones globales que se encuentran dentro del programa de Vigilancia Atmosférica Global (VAG) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Desde su inauguración, en 1994, en la estación se llevaron adelante diferentes programas para medición de gases de efecto invernadero, gases reactivos, radiación solar y UV, y recientemente aerosoles atmosféricos. Las mediciones continuas de estas diferentes áreas focales dentro del programa mencionado

son de gran importancia a nivel internacional, no solo porque es una de las pocas estaciones con mediciones de estas características en el hemisferio sur, sino por la latitud que se encuentra, su entorno y sus condiciones asociadas a los vientos predominantes. La estación se encuentra ubicada aproximadamente a 10 km de la ciudad de Ushuaia, en su cercanía se encuentra el aeropuerto internacional, sobre las costas del Canal de Beagle. Por la ubicación de la estación cuando la dirección de viento tiene componente entre los 200 y 290°, las masas de aire no tienen efecto antropogénico directo, mientras que en el resto de las direcciones se puede observar influencia antropogénica, ciudad, aeropuerto, puerto, etc.

#### *Aethalometer AE33*

Desde abril del 2021 se encuentra instalado en la estación VAG- Ushuaia un Aethalometer AE33. El mismo reporta datos cada 60 segundos, con un flujo constante de 5 lpm. El aethalometer es un instrumento que permite determinar las concentraciones del carbono negro equivalente (CNe, o CN, en adelante) e inferir el coeficiente de absorción de los aerosoles en tiempo real en siete longitudes de onda desde el ultravioleta hasta el infrarrojo cercano. El circuito de medición consta de un inlet ubicado en el techo de la estación, que toma muestra desde el exterior donde se filtra el material particulado de tamaño menor a 10 micrómetros e ingresa al instrumento a través de un caño antiestático. La muestra luego de pasar por el sistema, se deposita sobre una cinta de filtro. La cinta tiene dos puntos donde la muestra se deposita, permitiendo determinar las concentraciones de carbono negro en cada punto y una nueva concentración en función de la corrección del efecto de carga. Con esto se descartan subestimaciones con respecto a otros aerosoles presentes en la muestra que tienen la capacidad de dispersar energía en la misma longitud de onda.

#### *Datos y metodología*

Los datos utilizados en este trabajo corresponden al período 2021 desde el momento de la instalación del mencionado instrumento. Para poder estudiar la influencia de la dirección e intensidad del viento se utilizaron los datos de la estación automática que se encuentra en la misma estación. En este trabajo se utiliza el reporte de las concentraciones de BC en la longitud de onda de 880 nm, relacionada directamente con los aerosoles producto de la quema de combustible fósil, ya que son buenos absorbedores en esa longitud de onda. Cuando el viento supera 1 m/s y su dirección es entre los 200 a 290°, se considera que la medición es background, debido a que no hay una influencia directa de la actividad antropogénica. Mientras que en el resto de las direcciones de viento se considera que la actividad antrópica sí tiene incidencia, por lo que se la distingue como antropogénica.

### **3) RESULTADOS**

A partir de los datos de las concentraciones de carbono negro obtenidos en la estación de manera continua, e identificando cada dato con una bandera según la dirección del viento que se mida con la estación automática, es que se obtuvo las siguientes figuras. En la Figura 1 se muestra una rosa de las concentraciones de CN en 880 nm. A partir de la misma podemos afirmar que las concentraciones de carbono negro más bajas se dan en el cuadrante Sur-Oeste y que en él, se halla la dirección de viento predominante. Es decir, que las direcciones del viento considerado background son las que menor concentraciones de CN muestran, mientras que el viento que tiene dirección NO a NE, las mayores. En la Figura 2 se muestra para cada mes, los boxplots de las concentraciones según la distinción aplicada con los datos de la dirección del viento. En todos los meses se observa que las concentraciones son mayores cuando se consideran direcciones de viento con influencia antropogénica, y en particular, durante los meses fríos (mayo, junio, julio). En el caso de las concentraciones bajo condiciones background se puede observar que la mediana de cada mes no supera los 50 ng/ $m^3$ .

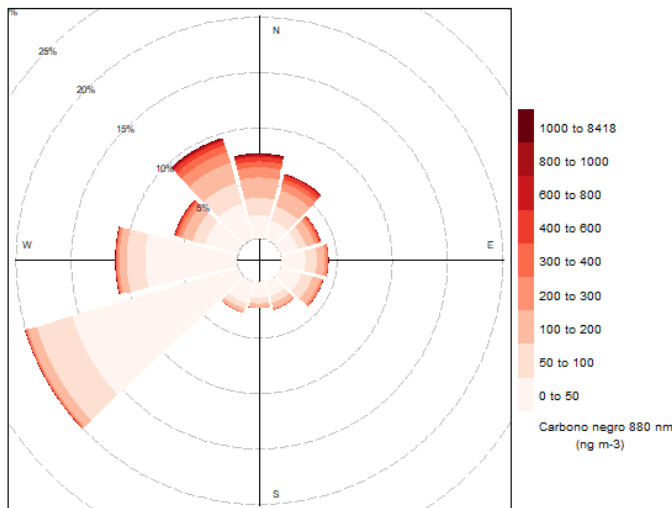


Figura 1: Rosa de las concentraciones de carbono negro en 880 nm de la estación VAG-Ushuaia.

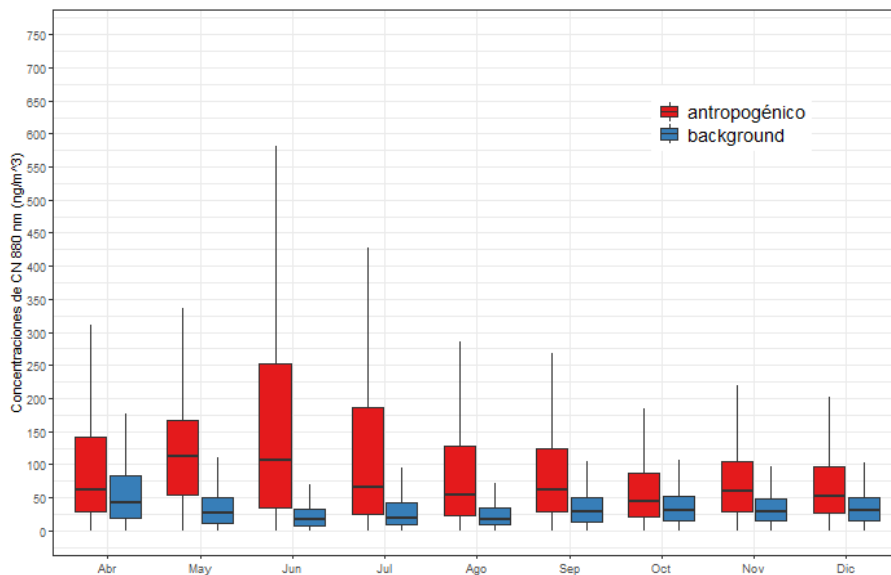


Figura 2: Boxplot de las concentraciones de Carbono Negro en la longitud de 880 nm a lo largo de los meses. Boxplot: rojo: casos considerados con origen antropogénico; azul: casos consideradas sin efecto antropogénico directo.

## REFERENCIAS

- Klimont, Z., Kupiainen, K., Heyes, C., Purohit, P., Cofala, J., Rafaj, P., ... & Schöpp, W. (2017).** Global anthropogenic emissions of particulate matter including black carbon. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 17(14), 8681-8723.
- Cape, J. N., Coyle, M., & Dumitrean, P. (2012).** The atmospheric lifetime of black carbon. *Atmospheric Environment*, 59, 256-263.
- Hansen, J., & Nazarenko, L. (2004).** Soot climate forcing via snow and ice albedos. *Proceedings of the national academy of sciences*, 101(2), 423-428.
- World Health Organization. (2012).** Health effects of black carbon. WHO.
- Bond, T. C., Doherty, S. J., Fahey, D. W., Forster, P. M., Berntsen, T., DeAngelo, B. J., ... & Zender, C. S. (2013).** Bounding the role of black carbon in the climate system: A scientific assessment. *Journal of geophysical research: Atmospheres*, 118(11), 5380-5552.