

MEDIDA DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN EL ENTORNO DEL JARDÍN DE LAS HESPÉRIDES (Ceuta)

INFORME DE RESULTADOS

Promotor:

JARDÍN DE LAS HESPÉRIDES

Juan Carlos Navarro

atlantesdelashesperides@gmail.com

Redactado por:

VÉOLO (VEO EL AIRE, COOP.V.)

info@veolo.es

Fecha:

Diciembre 2023



Introducción

El Jardín de las Hespérides es un proyecto de educación ambiental del C.E.I.P JOSÉ ORTEGA Y GASSET, centro educativo de Ceuta. Desde 2019 ofrece a toda la comunidad educativa la oportunidad de experimentar y conocer el proceso vital de las plantas, así como despertar el interés e implicación por el cuidado del medio ambiente. En la actualidad, dispone de una zona de bancales especialmente diseñados para el cultivo de hortalizas y verduras durante todo el año, un aula abierta *Félix Rodríguez de la Fuente*, un pequeño humedal con nenúfares rodeado de vegetación y árboles frutales, un camino sensorial, una zona de investigación-desarrollo-innovación (I+D+I), una zona de recuperación de flora autóctona y un invernadero.

Como proyecto educativo, el Jardín de las Hespérides está implicado en numerosas iniciativas medioambientales como son [Teachers For Future Spain](#) o ESenRED (Escuelas hacia la Sostenibilidad en Red) red estatal de redes de centros educativos sostenibles representada en Ceuta por [ESenREDCeuta](#).

En Junio de 2023, el coordinador del proyecto el Jardín de las Hespérides, el docente Juan Carlos Navarro, contacta con VÉOLO (VEO EL AIRE, COOP.V.), organización especializada en estudios y proyectos educativos de contaminación del aire, para conocer el nivel de contaminación del aire del entorno del Jardín de las Hespérides. Entre las opciones de medida propuestas, se opta por realizar medidas experimentales con captadores pasivos.

El presente Informe ofrece los resultados de las medidas de dióxido de nitrógeno ([NO₂](#)) realizadas con dosimetría pasiva de Julio a Octubre 2023 y el análisis de datos de la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire de la Ciudad Autónoma de Ceuta del año 2023. Los resultados obtenidos se han comparado con los niveles que establecen las [directrices sobre calidad del aire de la OMS](#) (Organización Mundial de la Salud).

Descripción del entorno

El Jardín de las Hespérides se encuentra dentro del recinto del C.E.I.P JOSÉ ORTEGA Y GASSET, en la Avenida España de Ceuta, muy próximo al Puerto de Ceuta, a una distancia de 350-750 m de la línea de costa. Este puerto presenta un importante tráfico marítimo de pasajeros, mercancías y avituallamiento a buques, que junto con otras actividades portuarias e industriales que se desarrollan en la zona pueden generar un impacto negativo en la calidad del aire del entorno.



Figura 1. Entorno del Jardín de las Hespérides.

El marcador amarillo representa la ubicación del CEIP JOSÉ ORTEGA Y GASSET donde se encuentran dos de los puntos de muestreo (COLE 1 y COLE 2) representados con marcadores en verde, el tercer punto de muestreo (denominado ESTACIÓN) también representado en verde se encuentra en el Puerto de Ceuta, dentro del recinto portuario. En granate la ubicación del complejo industrial "CENTRAL DIESEL CEUTA" una de las principales fuentes de NO₂ junto con el tráfico marítimo y el tráfico rodado. Con marcador azul se representa la ubicación de la cabina "Puerto Ceuta" de la red de vigilancia de la calidad del aire de la Ciudad Autónoma de Ceuta.

Metodología

Las principales fuentes de contaminación atmosférica en el entorno objeto de estudio son la actividad portuaria, el tráfico marítimo, el tráfico rodado y la actividad industrial desarrollada en la zona destacando la generación eléctrica del complejo industrial Central Diesel Ceuta.

Un contaminante común a todas las fuentes de emisión mencionadas anteriormente es el dióxido de nitrógeno, NO₂, y ha sido el contaminante seleccionado para las campañas de medida.

Para determinar los niveles de contaminación por NO₂ en el entorno del Jardín de las Hespérides se han realizado 8 muestreos con captadores pasivos durante cuatro meses en 3 localizaciones simultáneamente:

1. Centro educativo: junto al invernadero (COLE 1);
2. Centro educativo: entrada (COLE 2);
3. Puerto de Ceuta (ESTACIÓN): dentro del recinto portuario.

Las medidas se han realizado del 27/06/2023 al 26/10/2023 utilizando 24 tubos de dosimetría pasiva de NO₂.

Dosimetría pasiva

La dosimetría pasiva es una técnica de medida utilizada para obtener valores promedios de contaminantes atmosféricos en periodos de 2-4 semanas. No requiere suministro eléctrico, la instalación es sencilla y el coste económico es bajo en comparación con otras técnicas. Se utiliza alrededor de focos de contaminantes, así como para caracterizar la distribución espacial de contaminantes atmosféricos en ciudades o áreas industriales.

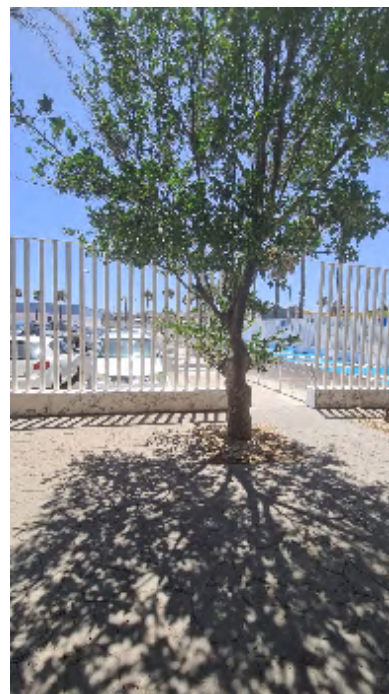
La instalación de los dosímetros y los cambios han sido realizados por el equipo del Jardín de las Hespérides siguiendo indicaciones de VÉOLO. Los tubos se han llevado a analizar a un laboratorio para determinar la concentración promedio de NO₂ para el intervalo temporal de exposición. El Informe del laboratorio se incluye en el Anexo 1. Los resultados han sido analizados por el equipo técnico de VÉOLO encargado de redactar el presente Informe.



Centro educativo: junto al invernadero (COLE 1)



Centro educativo: entrada (COLE 2)



Puerto de Ceuta: dentro del recinto portuario (ESTACIÓN)



Resultado de las campañas de dosimetría pasiva

Los muestreos se realizaron de Julio a Octubre 2023 con 24 dosímetros de NO₂ y se ha medido en 3 localizaciones simultáneamente. Del total de medidas se han excluido 4 por encontrarse la muestra comprometida según el informe del laboratorio. Las restantes 20 medidas realizadas se representan en la Figura 2.

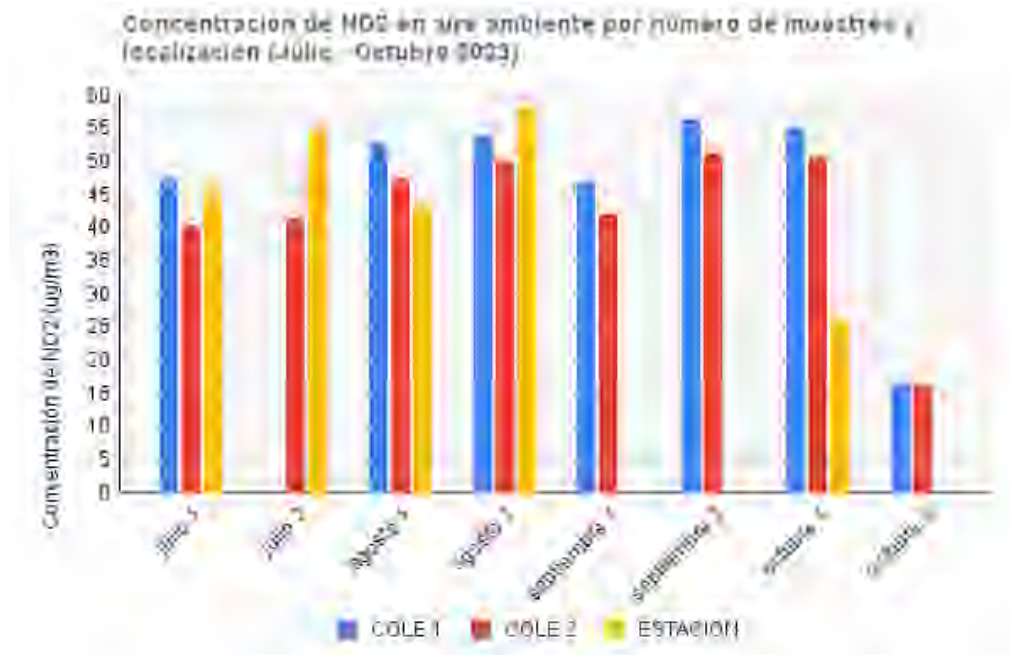


Figura 2. Concentración media de NO₂ por muestreo y localización.

La concentración media de los 8 muestreos para cada localización se resume en la Tabla 1. En las tres localizaciones la concentración de NO₂ obtenida es superior a 40 µg/m³. El Jardín de las Hespérides (COLE 1 - Invernadero) es la localización donde mayor nivel de contaminación por NO₂ se ha obtenido.

Las medidas de los dos puntos de muestreo del centro educativo y el punto de muestreo del puerto muestran poca variación. Estos resultados indican que **los niveles de contaminación del aire en el Jardín de las Hespérides y el Puerto de Ceuta son similares y superiores a 40 µg/m³.**

| Localización | Concentración media de NO ₂ (µg/m ³) por punto de muestreo |
|----------------------|---|
| COLE 1 (invernadero) | 47,03 |
| COLE 2 | 42,42 |
| ESTACIÓN | 45,42 |
| | 44,78 |

Tabla 1. Concentración media de los 8 muestreos, por localización.

Los niveles de NO₂ medidos en el Jardín de las Hespérides sobrepasan el nivel de protección de la salud recomendado por la OMS en las [Directrices sobre la calidad del aire de 2021](#) que es de 10 µg/m³ para un tiempo promedio anual y de 25 µg/m³ para tiempo promedio de 24 horas.

Las medidas de las 3 localizaciones se han comparado con los datos de la cabina “Puerto Ceuta” de la red de vigilancia de la Ciudad Autónoma de Ceuta (Figura 3). Los resultados muestran mayor nivel de NO₂ en las zonas donde se ha muestreado con captadores pasivos que en el Muelle de España donde está ubicada la cabina de calidad del aire. Las condiciones de ventilación y las emisiones del tráfico rodado pueden ser la causa de esta diferencia de niveles de NO₂ ya que el tráfico de vehículos en el muelle está restringido.

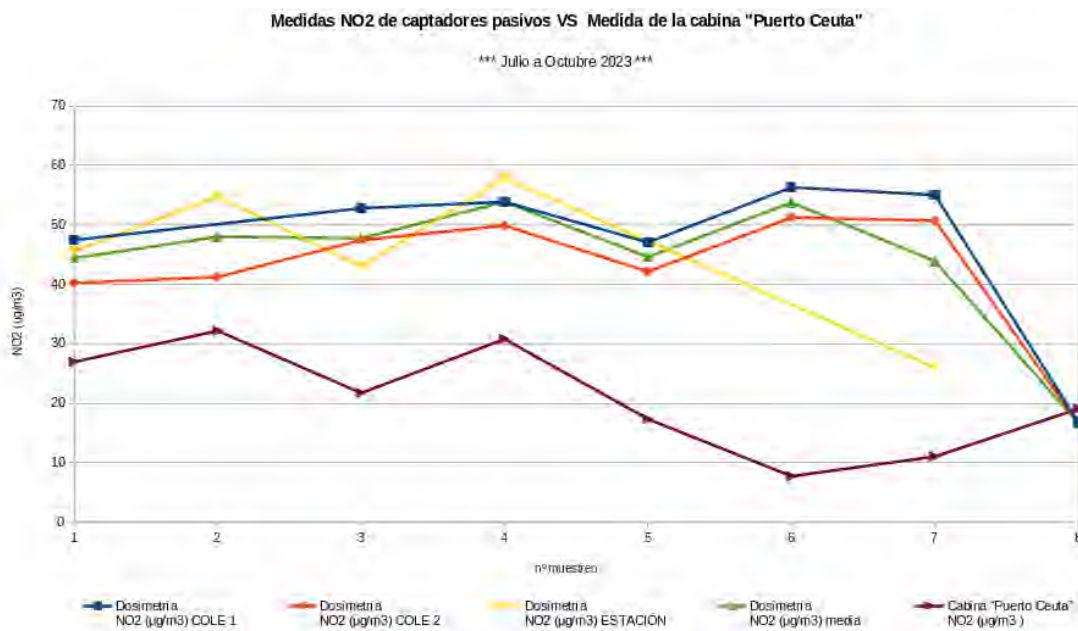


Figura 3. Medidas de NO₂ con captadores pasivos VS medidas de la cabina “Puerto Ceuta” durante 8 muestreos: Julio-Octubre 2023

Resultado del análisis de datos de la cabina de vigilancia de la calidad del aire de la Ciudad Autónoma de Ceuta.

La Ciudad Autónoma de Ceuta dispone de una cabina de vigilancia de la calidad del aire en el Puerto de Ceuta: "Puerto Ceuta" que monitoriza la contaminación del aire. El índice de calidad del aire y los datos históricos promedio diario y horario están disponibles a través de un [servicio web](#) de consulta de datos.



Promedio diario

Se ha seleccionado un año de datos, del 01/12/22 al 01/12/23, y la variación del promedio diario de NO₂ se muestra en la Figura 4. Esta variación depende principalmente de la emisión de contaminantes y la meteorología que determina el transporte y dispersión de contaminantes en la atmósfera.

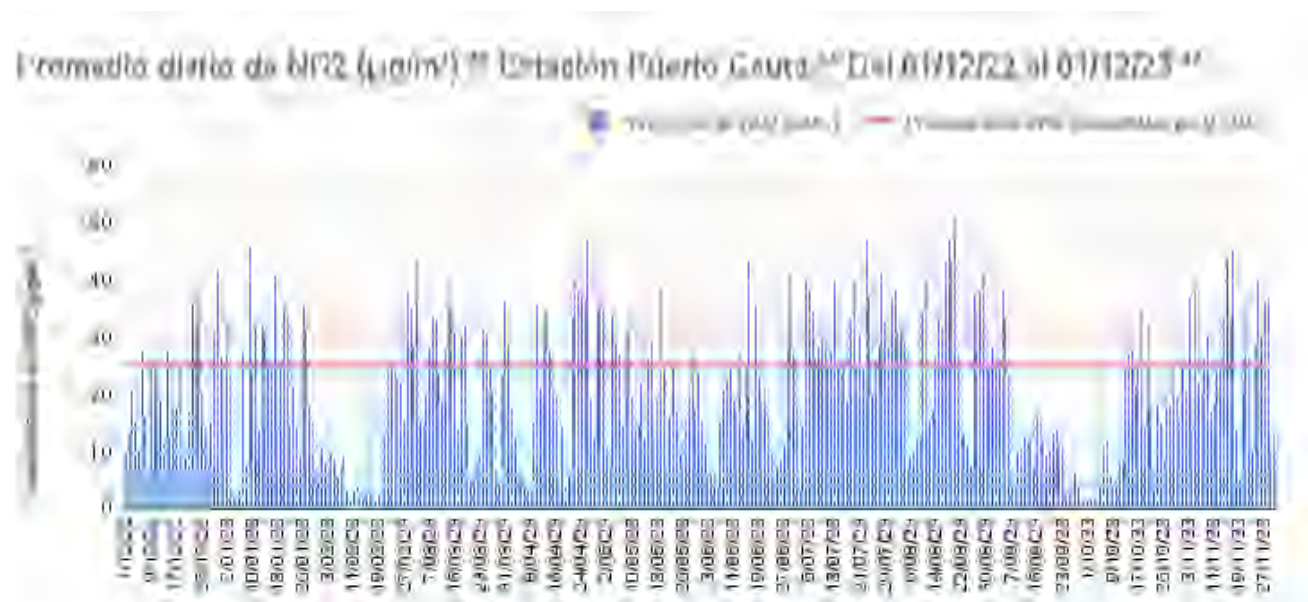


Figura 4. Promedio diario de NO₂ del 01/12/22 al 01/12/23. Datos de la cabina "Puerto Ceuta".

El nivel recomendado por la OMS para la protección de la salud por exposición al NO₂ es de 25 µg/m³ para **el promedio diario**. Los datos promedio diario de la cabina “Puerto Ceuta” del 01/12/22 al 01/12/23 indican que el nivel **recomendado por la OMS se superó 142 días de los 365 considerados**.

Con los datos históricos de la cabina hemos generado el **patrón diario** de variación de este contaminante (Figura 5) para conocer las horas del día con mayores niveles de contaminación. Destaca la franja horaria de 09:00-11:00 horas y las 23:00 horas por presentar los niveles más elevados de NO₂.



Figura 5. Variación de la concentración de NO₂ a lo largo del día. Gráfico elaborado con datos promedio horario del 01/12/22 al 01/12/23 de la cabina “Puerto Ceuta” de la [red de vigilancia de la calidad del aire de la Ciudad Autónoma de Ceuta](#).

Promedio anual

El promedio anual de las medidas de NO₂ de la cabina “Puerto Ceuta” del 01/12/22 al 01/12/23 es de 20,58 µg/m³ y la recomendación de la OMS para el promedio anual es de 10 µg/m³, por tanto, se **sobrepasa el nivel de protección de la salud que recomienda la OMS en las directrices sobre calidad del aire de 2021.**