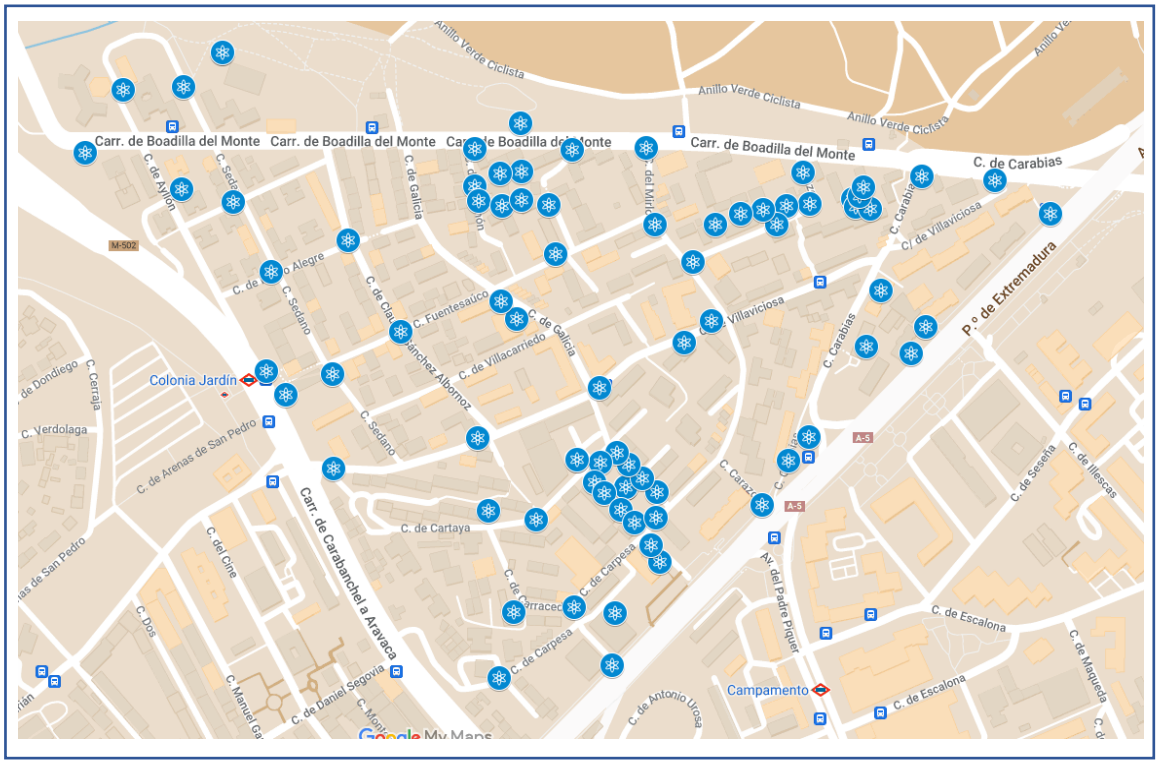
MADRID
medio ambiente y movilidad

Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental
Subdirección General de Sostenibilidad
Servicio de Calidad del Aire



INFORME DE LA CAMPAÑA DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO
2 al 17 de MARZO DE 2023
CAMPAMENTO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3
2. CAMPAÑAS Y METODOLOGÍA 4
3. DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO 6
4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS 7
5. RESULTADOS 8

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene por objeto mostrar los resultados obtenidos en la campaña de medición de dióxido de nitrógeno realizada con 80 captadores pasivos del 2 al 17 de marzo en el barrio de Campamento.

El dióxido de nitrógeno (NO_2) es un contaminante indicador de actividades de transporte, especialmente el tráfico rodado. Lo emiten directamente los vehículos, principalmente los de motor diésel (emisiones directas o «primarias»), pero se produce también en la atmósfera a partir de las emisiones de monóxido de nitrógeno (NO) de los vehículos; por un proceso químico, dicho gas se transforma en NO_2 (contaminante «secundario»).

Los valores límite establecidos por la legislación para la protección de la salud humana son los siguientes:

VALOR LÍMITE ANUAL: 40 µg/m^3 **Valor medio anual de los valores horarios que no deberá superarse en ninguna estación al finalizar el año.**
VALOR LÍMITE HORARIO: 200 µg/m^3 **Valor horario que no deberá superarse más de 18 horas al año en ninguna estación.**
UMBRAL DE ALERTA: 400 µg/m^3 **Valor horario que no deberá superarse 3 horas consecutivas en un área mayor de 100 km^2.**

Para cumplir el objetivo de la campaña se efectuaron las siguientes actuaciones:

- Establecer los puntos de medida.
- Planificación de la instalación de los captadores pasivos.
- Obtención del material necesario para llevar a cabo la campaña.
- Instalación de los 80 captadores pasivos el 2 de marzo.
- Una vez transcurrido un periodo de 15 días, desmontaje de los captadores pasivos la mañana del 17 de marzo.
- Envío de los captadores pasivos al laboratorio para su análisis.

- Recepción de los informes de laboratorio y procesamiento del dato.
- Elaboración de mapas de distribución de los contaminantes medidos y estudios asociados.

2. CAMPAÑAS Y METODOLOGÍA

Los sistemas de captación pasiva tienen su fundamento en los fenómenos de difusión y permeación: las moléculas de un gas están en constante movimiento y son capaces de penetrar y difundirse espontáneamente a través de la masa de otro gas hasta repartirse uniformemente en su seno, así como atravesar una membrana sólida que presente una determinada capacidad de permeación para la molécula en cuestión.

Los captadores pasivos para la captación de gases se rigen por la Ley de Fick que relaciona el flujo de un gas que difunde desde una región de alta concentración (extremo abierto del tubo), con el tiempo de exposición y el área del captador que está expuesto al contaminante.

CAMPAÑA	PERIODO DE MEDIDA		CONTAMINANTES
	Fecha inicio	Fecha Fin	
Pasivos	02/03/2023	17/03/2023	Dióxido de nitrógeno

La campaña se ha realizado utilizando 80 tubos de difusión de NO_2 tipo Palmes.
Los tubos de difusión deben mantenerse en posición vertical con el extremo abierto hacia abajo durante el muestreo. Por lo general, se coloca un clip permanente (como un clip Terry o un clip de plástico) de manera que los tubos puedan cambiarse fácilmente. Es importante que el extremo abierto del tubo esté expuesto a la circulación libre del aire.
Los tubos de difusión tipo Palmes son de plástico transparente o translúcido incoloro y contienen como reactivo químico para absorber el NO_2 trietanolamina (TEA). Las rejillas de acero inoxidable en el extremo cerrado del tubo se recubren con una solución a base de agua o acetona de este absorbente.
El análisis de los tubos de difusión de NO_2 se basa en la colorimetría. Se agrega una mezcla de agua y reactivos a los tubos para disolver el nitrito recogido en las rejillas. Los reactivos reaccionan con el nitrito formando un compuesto de color morado, cuya intensidad se mide con espectrofotometría, de lo cual se ha encargado la Universidad Politécnica de

Madrid (Departamento de Ingeniería Química de la Escuela Superior de Ingeniería Industrial).

La concentración de nitrito se utiliza para calcular la masa recogida y la concentración promedio de NO_2 en el ambiente. El método de cálculo de las concentraciones obtenidas en el tiempo de exposición, tal y como indica el fabricante, es el siguiente:

Teniendo en cuenta el tiempo y la temperatura de exposición, la concentración de NO_2 se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C = \frac{1}{"s.rate"} \times \frac{m}{t}$$

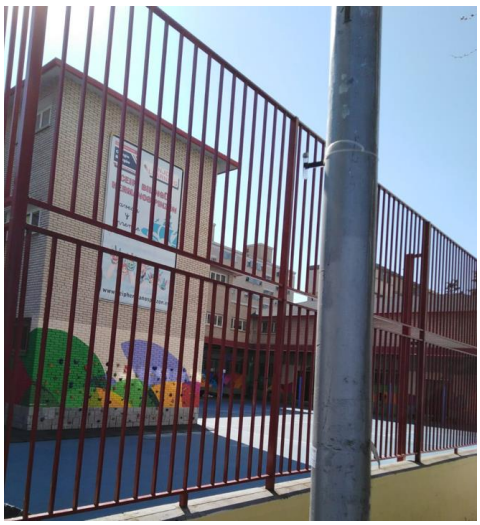
Donde:

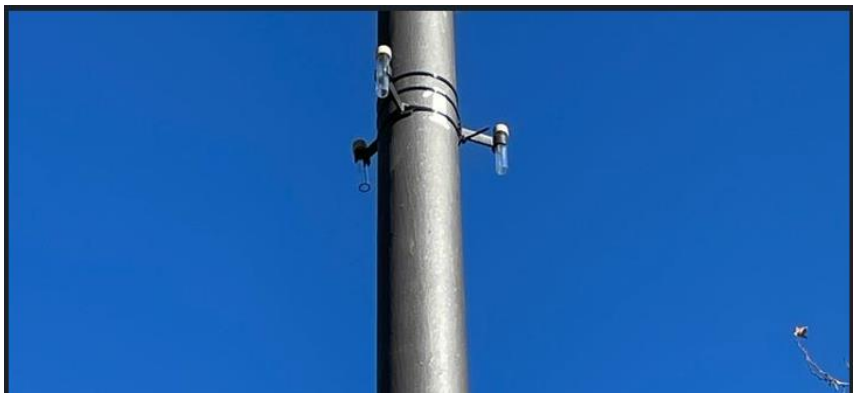
C= la concentración de NO_2 en la atmósfera ($\mu g/m^3$)

"S. rate" = la tasa de muestreo de NO_2 (m^3/h)

m= masa de nitrito recogida en el tubo (μg)

t= tiempo de exposición en minutos





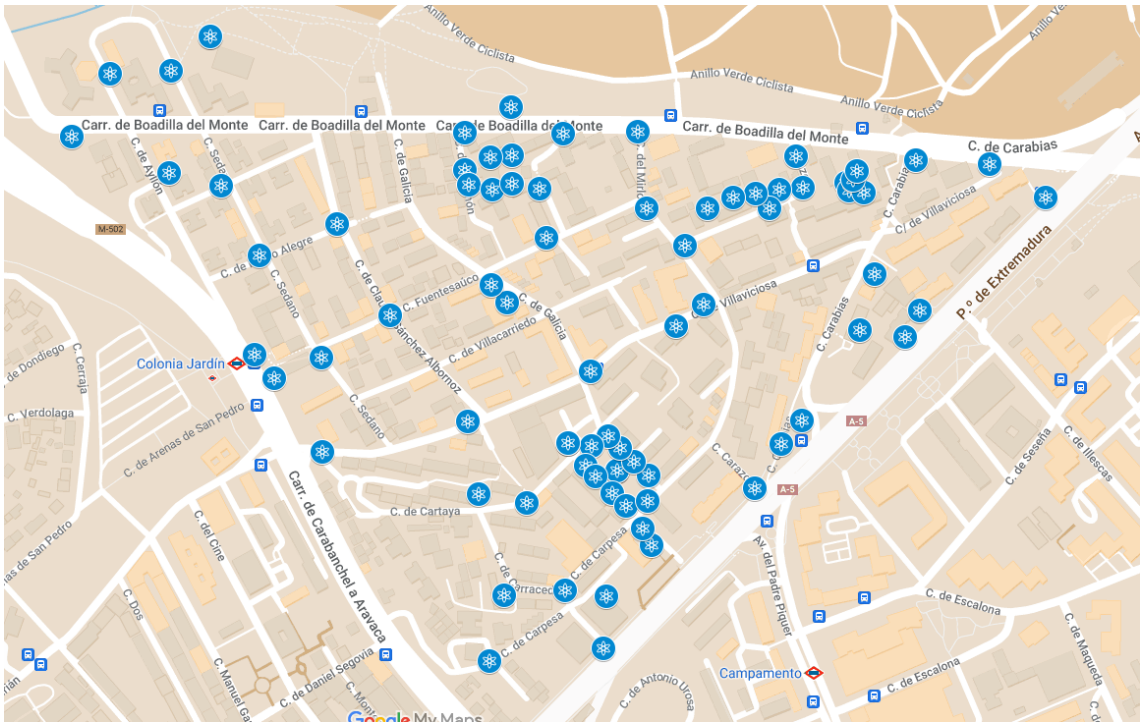
Imágenes 1-3. Captadores pasivos de NO_2.

3. DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO

Los captadores pasivos se han instalado en farolas de alumbrado público, a una altura entre 2,5 y 3,5 m, y se han distribuido de forma homogénea en el barrio de Campamento delimitada por la Carretera de Carabanchel a Aravaca, Carretera de Boadilla del Monte y Paseo de Extremadura. Además de los captadores pasivos, que se instalaron en el centro cultural Sara Montiel.

El tiempo de exposición ha sido de 15 días. Transcurrido ese intervalo, se procedió a la recogida de los captadores y su envío al laboratorio para su análisis.

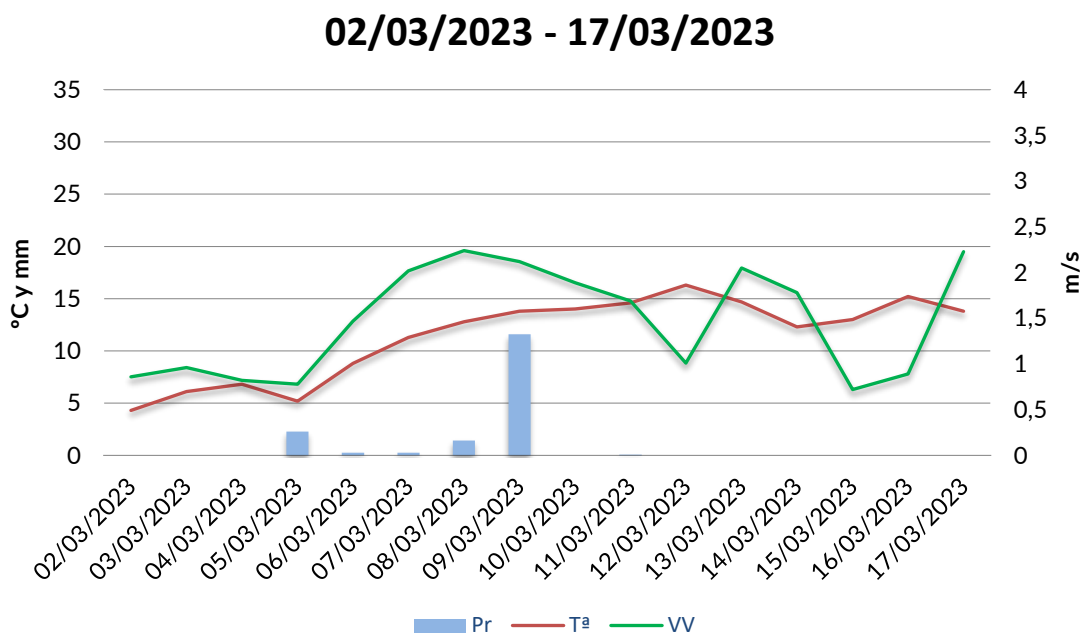
En la siguiente imagen se observa un mapa con la distribución de los puntos de medición.



4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

La temperatura media registrada en el sistema de vigilancia de calidad del aire del Ayuntamiento de Madrid durante el periodo de campaña ha sido de 11,4 °C. En el gráfico se aprecia un aumento progresivo de la temperatura a lo largo del periodo en estudio.
Las temperaturas medias de máximas y mínimas registradas han sido 16,3 y 4,3 °C, respectivamente.

La precipitación recogida durante el periodo ha sido de 15,9 mm, concentrada del 5 al 11 de marzo, y registrando, el día 9, las precipitaciones más abundantes. El periodo ha sido, en lo que a precipitación se refiere, seco.



Según la información de análisis y predicción diaria de condiciones de ventilación atmosférica en Madrid, elaborada por la Agencia Estatal de Meteorología, durante el tiempo que ha durado la campaña ha habido predicción de ventilación desfavorable el día 16 de marzo.

5. RESULTADOS

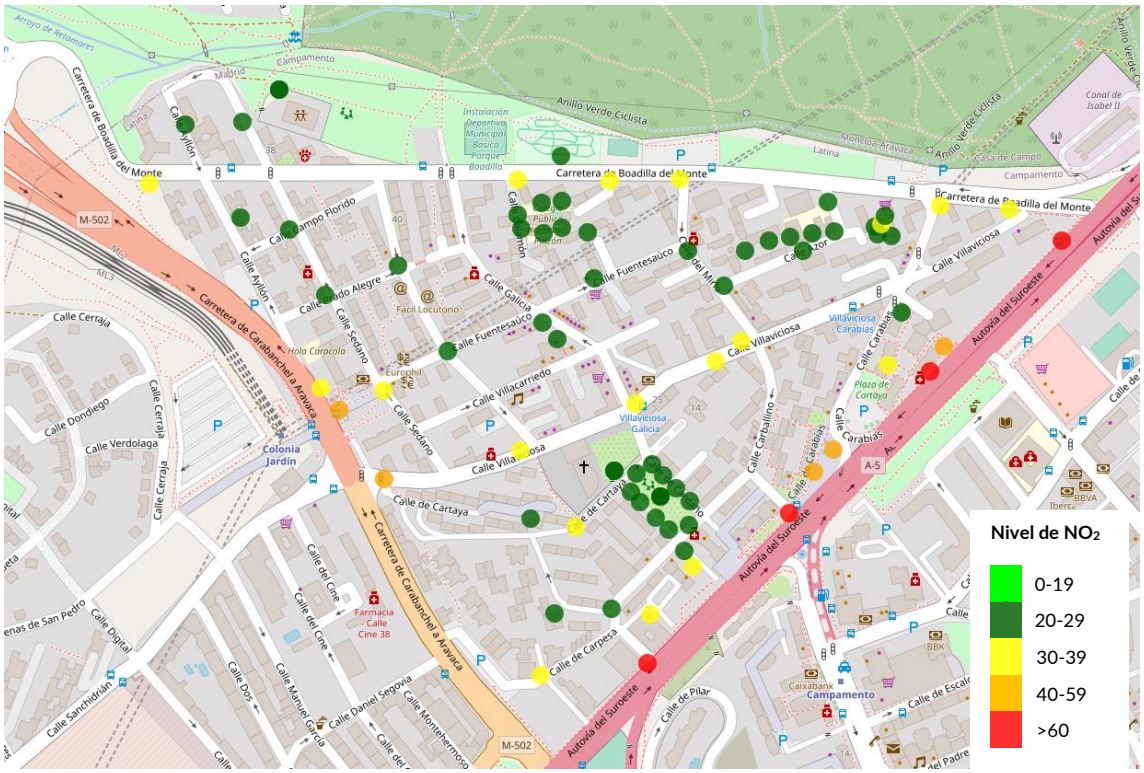
Finalizada la fase de captación, los resultados obtenidos con captadores pasivos, son los siguientes:

Nº Pasivo	Dirección	Nº Farola	Latitud	Longitud	C (µg/m³)
182	Plaza Patricio Martínez, 28024 Madrid	1	40,396323	-3,770378	27,6
53	Plaza Patricio Martínez, 28024 Madrid	1	40,396323	-3,770378	28,6
473	Plaza Patricio Martínez, 28024 Madrid	1	40,396323	-3,770378	27,3
470	Plaza Patricio Martínez, 28024 Madrid (mirando interior)	2	40,39628	-3,770036	29,6
174	Plaza Patricio Martínez, 28024 Madrid (mirando interior)	3	40,396398	-3,770197	29,0
55	Plaza Patricio Martínez, 28024 Madrid (mirando interior)	4	40,396512	-3,77035	29,0
168	Plaza Patricio Martínez, 28024 Madrid (mirando interior)	5	40,396606	-3,770479	28,8
72	Plaza Patricio Martínez, 28024 Madrid (mirando interior)	6	40,39653	-3,770659	27,9

Nº Pasivo	Dirección	Nº Farola	Latitud	Longitud	C (µg/m³)
192	Plaza Patricio Martínez, 28024 Madrid (mirando interior)	7	40,39636	-3,770723	26,7
153	Plaza Patricio Martínez, 28024 Madrid (mirando interior)	8	40,39627	-3,770613	27,0
155	Plaza Patricio Martínez, 28024 Madrid (mirando interior)	9	40,396133	-3,770433	27,5
561	Plaza Patricio Martínez, 28024 Madrid (mirando interior)	10	40,396033	-3,770285	27,3
485	Plaza Patricio Martínez, 28024 Madrid (mirando interior)		40,396066	-3,770044	28,6
443	Calle de Cariñena, 1	9	40,395705	-3,770011	30,7
565	Calle de Carpesa	7	40,395844	-3,770097	28,9
8	Centro de mayores		40,3987204	-3,7678764	28,0
447	Centro de mayores		40,3986484	-3,7678526	26,4
73	Centro de mayores		40,3986318	-3,7676879	27,9
150	Centro de mayores		40,3987408	-3,7678105	30,5
224	Centro de mayores		40,3988162	-3,7677627	29,5
58	Paso a biblioteca por la A5	s/n	40,3976526	-3,767072	42,2
199	CEIP Hermanos Pinzón Calle Azor	1	40,3989367	-3,7684266	27,1
424	CEIP Hermanos Pinzón Calle Azor	4	40,3986724	-3,7683528	27,4
446	CEIP Hermanos Pinzón Calle Azor	5	40,3986618	-3,7686073	26,5
141	CEIP Hermanos Pinzón Calle Azor	6	40,3985059	-3,7687163	24,1
86	CEIP Hermanos Pinzón	28	40,3986296	-3,7688652	24,7
452	Pista de bicicleta / Carretera de Boadilla del Monte 51-41	2	40,3993447	-3,7715429	26,9
173	Centro cultural Sara Montiel / Carretera de Boadilla del Monte	4	40,3996472	-3,7752472	24,2
509	Centro cultural Sara Montiel / Carretera de Boadilla del Monte, 46	12	40,3996233	-3,7759156	23,2
497	Centro Educación Infantil Hermanos Pinzón Calle Calamón 7-1	2	40,3988233	-3,7720392	25,9
585	Centro Educación Infantil Hermanos Pinzón Calle Calamón 7-1	3	40,3987025	-3,7720066	25,5
23	Centro Educación Infantil Hermanos Pinzón	54	40,3989423	-3,7715319	24,6
218	Centro Educación Infantil Hermanos Pinzón	55	40,39893	-3,7717659	25,7
601	Centro Educación Infantil Hermanos Pinzón	58	40,3986607	-3,7717411	24,9
189	Centro Educación Infantil Hermanos Pinzón	59	40,3987089	-3,7715295	24,8
57	Metro Calle Sedano 23-5	10	40,3972663	-3,7736086	33,6
21	Metro / Parada de bus - Crta. Carabanchel a Aravaca	27	40,3970888	-3,7741252	43,9
110	Bar la estación, Calle Carabias	15	40,3965455	-3,7685851	47,3
17	Plaza Juan Carlos Argüello "MUELLE" Calle Carabias 22	20	40,3967431	-3,7683605	49,1
202	Paseo Extremadura	146	40,3985958	-3,7656994	65,9
14	Calle Fuentesaúco, 23	6	40,3976172	-3,7728586	23,9
183	Calle Mirlo, 8 – Calle Fuentesaúco, 1	5	40,3985062	-3,7700573	25,1

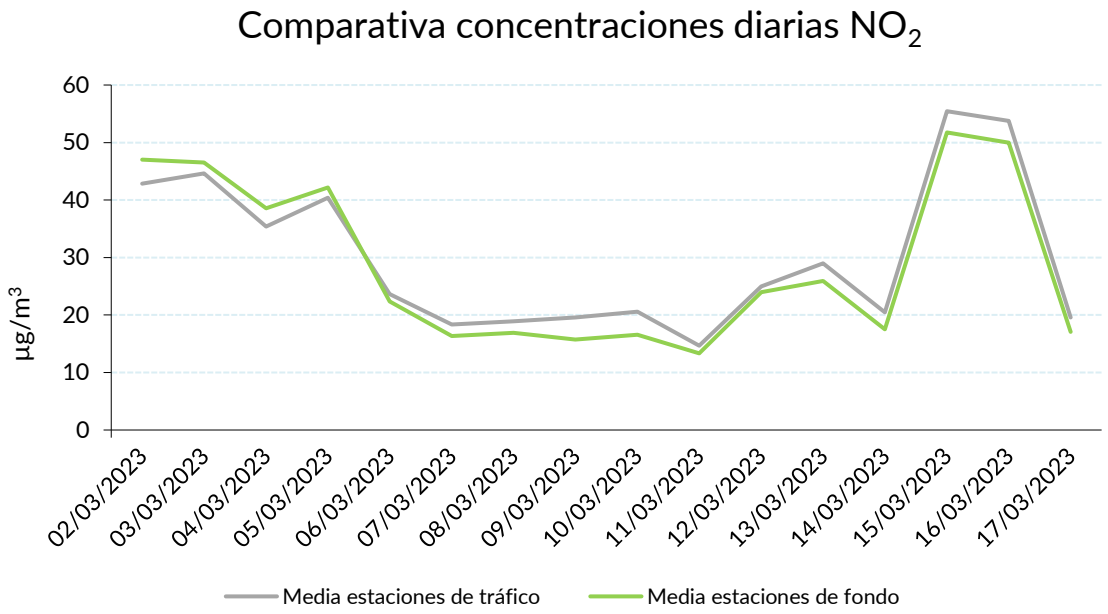
Nº Pasivo	Dirección	Nº Farola	Latitud	Longitud	C (µg/m³)
440	Plaza Cartaya, 1	s/n	40,3979584	-3,7675658	29,5
83	Plaza Cartaya, 2	s/n	40,3974897	-3,7677362	31,6
418	Plaza Carmona, 2	s/n	40,3952769	-3,7705012	30,3
555	Calle Villaviciosa - Calle Galicia	16	40,3971463	-3,7706685	33,0
3	Zona peatonal entre Calle Carpesa 1-5	46	40,3953222	-3,7709483	26,4
410	Calle Claudio Sánchez Albornoz esq. Calle Prado Alegre	4	40,3983775	-3,7734386	23,7
505	Calle Ayllón, 18	25	40,3988008	-3,7752703	25,8
132	Calle Galicia, 7	51	40,3977167	-3,771588	28,3
581	Calle Villaviciosa 54	25	40,396477	-3,773598	40,6
478	Crta. Boadilla esq.- Calle Mirlo	11	40,3991432	-3,7701595	37,7
520	Crta. Boadilla del Monte esq. Calle Fuentesauco	13	40,3991289	-3,7709722	31,6
530	Calle Calamón esq. Crta. Boadilla del Monte	16	40,3991321	-3,7720485	38,9
26	Crta. Boadilla del Monte	27	40,3991037	-3,7763393	33,3
553	Crta. Carabanchel a Aravaca (metro Colonia Jardín)	14	40,3972895	-3,7743436	34,3
467	Calle Fuentesaúco	2	40,3982584	-3,7711488	24,7
481	Calle Mirlo esq. calle Azor	9	40,398196	-3,7696404	23,5
482	Calle Galicia esq. Calle Fuentesaúco	6	40,3978674	-3,7717596	26,5
211	Crta. Boadilla del Monte	1	40,3989017	-3,7671178	39,4
431	Paseo Extremadura	156	40,3974312	-3,7672395	73,0
459	Calle Carracedo		40,3948409	-3,7705282	63,3
490	Paseo Extremadura esq. calle Carazo	166	40,3961741	-3,7688803	72,6
226	Crta. Boadilla del Monte	4	40,3988727	-3,7663143	39,3
572	Calle Fuentesaúco	16	40,398669	-3,7712266	23,6
492	Calle Villaviciosa esq. Calle Mirlo	12	40,3977019	-3,7694413	30,9
137	Calle Villaviciosa	13	40,3975257	-3,7697363	35,7
143	Calle Azor	36	40,3985971	-3,7691177	23,3
89	Calle Azor (paseo peatonal)		40,3985072	-3,769394	22,8
48	Calle Cartaya	5	40,3960499	-3,7713735	30,9
557	Calle Villaviciosa, 42	20	40,39673	-3,7720125	32,8
64	Calle de Cartaya, 14	10	40,3961293	-3,771899	27,7
445	Calle Sedano, esq. Calle Prado Alegre	6	40,3981158	-3,7742915	29,2
401	Calle de Carracedo, 7	5	40,3952821	-3,7716126	27,4
18	Calle de Campo Florido esq. Calle Sedano	4	40,398693	-3,774706	25,1
124	Calle Cayetano Rodríguez, 2	36	40,394734	-3,77178	31,4
502	Centro Cultural Sara Montiel	26	40,399933	-3,774824	23,1
405	Centro Cultural Sara Montiel	24	40,399933	-3,774824	23,2
147	Parroquia de Nuestra Señora del Pilar de Campamento		40,396551	-3,770922	26,8
411	Parroquia de Nuestra Señora del Pilar de Campamento		40,396551	-3,770922	25,5

En el mapa que se muestra a continuación, se representan las concentraciones obtenidas en los distintos puntos de muestreo.



Los datos de concentración de NO_2 muestran un amplio rango de concentraciones desde 22,8 µg/m^3 ubicado en el paseo peatonal de la calle Azor a 73 µg/m^3. Como era de esperar los máximos se alcanzan en los captadores ubicados en las zonas con viales de mayor intensidad de tráfico, especialmente en el Paseo de Extremadura.

Por último, se incluye una comparativa de las concentraciones medias diarias de la media de las estaciones de tráfico y la media de las estaciones de fondo de la red de vigilancia de la calidad del aire, registradas en el periodo comprendido entre el 2 al 17 de marzo del 2023.



Durante el periodo en estudio, las estaciones de tráfico han registrado una concentración media de 30 µg/m^3 y las estaciones de fondo, han registrado una concentración media similar, de 29 µg/m^3. Las concentraciones más elevadas en ambos casos se han alcanzado los días 15 y 16 de marzo, coincidiendo con el día de ventilación desfavorable indicado por la Agencia Estatal de Meteorología.