

CONAMA 2020

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Estudio de la contaminación causada
por el tráfico mediante captadores
pasivos de dióxido de nitrógeno en la
Provincia de Barcelona



Estudio de la contaminación causada por el tráfico mediante captadores pasivos de dióxido de nitrógeno en la Provincia de Barcelona.

Autor Principal: Miquel Tolrà i Ardanaz

Otros autores: Maria Llorens Baucells

Institución: Diputación de Barcelona

Áreas Temáticas: Calidad ambiental y salud; Movilidad

Palabras clave: Aire; Captación pasiva; Contaminación; Dióxido de nitrógeno; NO₂; Tráfico

ODS: Salud y bienestar; Ciudades y comunidades sostenibles.

RESUMEN

El dióxido de nitrógeno (NO₂) es un contaminante atmosférico que se genera en los procesos de combustión. En las ciudades, su concentración está fuertemente relacionada con el tráfico rodado ya que la principal fuente de emisión son los tubos de escape de los vehículos a motor y especialmente los diésel.

El año 2016, la Diputación de Barcelona inició una experiencia piloto en la ciudad de Terrassa dirigida a estudiar la calidad del aire en entornos escolares, mediante captadores pasivos de NO₂ en diferentes puntos con el fin de comparar los valores en las diferentes calles y espacios y ver su relación con la intensidad de tráfico. Desde entonces, actuando como soporte técnico, la Diputación ha entregado a los consistorios veintiocho estudios técnicos. En función de las características de la localidad y del objetivo concreto del estudio, se instalan aproximadamente, entre veinte y treinta captadores en calles, parques y equipamientos municipales como escuelas.

El método usado para evaluar la calidad del aire, es la captación pasiva mediante tubos de difusión. El bajo coste de adquisición y análisis así como la sencilla y rápida instalación, permite cubrir amplias zonas de los municipios con múltiples puntos de muestreo. Para la validación y consistencia, se corrigen los resultados con los valores obtenidos con el método de referencia en una estación de la Red de Vigilancia y Prevención de la Contaminación Atmosférica de la Generalitat de Catalunya próxima a la zona de muestreo. El ajuste realizado hasta hoy ha sido inferior al 15% en más del 75% de los estudios. Para verificar la precisión del método se han realizado duplicados obteniéndose ratios inferiores a 1,10 en el 75% de los casos. Ambos hechos confirman la bondad del método.

Los resultados obtenidos en los estudios realizados, muestran, por una parte, la eficacia y eficiencia del método de la captación pasiva de NO₂ para la determinación de la contaminación por tráfico rodado a escala municipal y, por otra parte, el comportamiento local de dicho contaminante, observándose diferencias significativas en función de la distancia al foco emisor. Para ilustrar éste punto, se presentaran los resultados obtenidos en el entorno de nuestro centro de trabajo, situado en el barrio de la Esquerra de la Eixample de Barcelona, donde se observa una relación directa entre la distancia de los vehículos a motor y la concentración de NO₂.

1. INTRODUCCIÓN

El 90% de la población urbana de la Unión Europea está expuesta a concentraciones elevadas de algún contaminante atmosférico considerado nocivo por la OMS [1]. Los compuestos más dañinos son las partículas en suspensión (PM), el ozono (O₃), el dióxido de nitrógeno (NO₂), y el Benzopireno (BaP). La exposición sostenida a niveles elevados de contaminación tiene un impacto negativo en la salud de las personas. Los efectos adversos pueden llegar a ser crónicos y favorecen la persistencia o el incremento de determinadas enfermedades e inducen a una sobre-mortalidad y con ello al descenso de la esperanza de vida.

Los óxidos de nitrógeno son gases que se encuentran en la atmósfera. En las zonas urbanas, los más relevantes son el NO y el NO₂, y se forman durante los procesos de combustión a altas temperaturas, como los que tienen lugar en los motores de los vehículos y en la generación eléctrica. El **dióxido de nitrógeno (NO₂)** es un contaminante indicador de las actividades de transporte y, en especial, del **tráfico rodado**, y es por este motivo que se encuentra en mayor proporción en las aglomeraciones urbanas. Los efectos adversos más importantes para las personas son la inflamación de las vías aéreas y, a largo plazo, las enfermedades respiratorias crónicas y cerebrovasculares.

Según los datos del **Anuario 2019 del Departament de Territori i Sostenibilitat** [2], los niveles de dióxido de nitrógeno en Catalunya se mantienen bastante estables, apreciándose un ligero descenso los últimos años en algunas estaciones de la conurbación de Barcelona. No obstante, los límites anuales permitidos siguen superándose en las estaciones de tráfico intenso.

El **Real Decreto 102/2011**, de 28 de enero relativo a la mejora de la calidad del aire [3] establece los valores límite de protección para dicho contaminante (**Cuadro 1**). La **Red de Vigilancia y previsión de la contaminación Atmosférica (XVPCA) de la Generalitat de Catalunya** es la encargada de la detección de los niveles de inmisión en esta comunidad autónoma.

Cuadro 1. Valores límite de Protección de la salud en NO₂. RD 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

Valor	Período de promedio	Valor límite
Valor límite horario para la protección de la salud	1 hora	200 µg/m ³ (no podrá superarse más de 18 veces por año civil)
Valor límite anual para a la protección de la salud	1 año civil	40 µg/m³
Umbral de alerta	1 hora	400 µg/m ³ (3 horas consecutivas)

En las estaciones automáticas de la red, la determinación de las concentraciones de dióxido de nitrógeno en aire, se lleva a cabo mediante equipos automáticos basados en el principio de **quimio-luminiscencia**. Estos analizadores proporcionan datos en continuo, permitiendo calcular medianas horarias de forma muy exacta pero con elevados costes de adquisición y mantenimiento. De entre los otros métodos que existen en el mercado, destacan los **captadores pasivos** que -a diferencia de los automáticos-, son mucho más económicos; no necesitan ni mantenimiento, ni calibración ni electricidad; y son de fácil y rápida instalación. Permitiendo así, cubrir amplias áreas con múltiples puntos de muestreo simultáneamente y obtener mucha información sobre la distribución espacial del contaminante aunque la resolución y exactitud sean menores. La toma de la muestra se realiza mediante la absorción en un sustrato químico y el valor que se obtiene es la concentración media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) del periodo de muestreo que oscila entre 3 o 4 semanas.

El objetivo de los estudios que realiza la Diputación de Barcelona, es medir la variación espacial de los niveles de dióxido de nitrógeno (NO_2) a escala municipal y relacionarlos, si cabe, con la proximidad al tráfico. En esta comunicación se presentan los resultados de los datos de validación del método y los resultados obtenidos en el entorno de nuestro centro de trabajo, situado en el barrio de la Esquerra del Eixample de Barcelona, donde se observa una relación directa entre la distancia de los vehículos a motor y la concentración de NO_2 .

2. METODOLOGIA

El método utilizado es la captación pasiva de dióxido de nitrógeno mediante **tubos de difusión tipo Palmes**. Está considerado un **método indicativo** según la **Directiva 2008/50/CE, de 21 de mayo** y su uso está ampliamente extendido en redes locales de monitoreo del Reino Unido y, más recientemente en pueblos y ciudades de nuestro país¹.



Figura 1. Principio de funcionamiento de los captadores pasivos de difusión de NO_2 de tipo Palmes, donde C_{Ambient} es la concentración de la muestra ambiente y C_0 es la concentración en la superficie del absorbente.

¹ Por ejemplo los estudios realizados por 4sfera Innova en la ciudad de Girona [4]

El captador de difusión Palmes es un tubo acrílico con unas dimensiones de 71,0 mm de largo y un diámetro interno de 11,0 mm (**Figura 1**). En el tapón superior se coloca una malla impregnada de **trietanolamina (TEA)** que absorbe el dióxido de nitrógeno del aire [5] [6].

Los captadores funcionan por el **principio de difusión molecular** (**Figura 1**). Las moléculas se mueven desde áreas de alta concentración a áreas de baja concentración. Como los compuestos del aire se encuentran en una concentración mayor que la del tubo, estos se desplazan hacia el interior y son recogidos por el absorbente en la rejilla superior. Como los compuestos son absorbidos, se mantiene el gradiente y la difusión continúa. La tasa de absorción, velocidad en la que se mueven los compuestos dentro del tubo, es un valor conocido y se usa para el cálculo de la concentración.

Los dispositivos se instalan a 2,5 metros de altura, principalmente anclados a elementos del mobiliario urbano. Una vez finalizado el periodo de exposición establecido en 3 -4 semanas, los captadores se recogen y se envían al laboratorio donde se realiza una extracción acuosa del nitrato de la rejilla. La determinación cuantitativa de su concentración se realiza por **espectrofotometría UV/visible**. Finalmente, mediante la aplicación de la ecuación de difusión, se convierte la concentración de nitrato del filtro a concentración de NO₂ en aire ambiente (µg/m³).

Las campañas de muestreo se dimensionan en función de las características del municipio y del objetivo concreto del estudio. Los puntos, de acuerdo con las indicaciones del ayuntamiento, se distribuyen mayoritariamente en las siguientes tipologías de ubicaciones:

- Zonas alejados del tráfico como parques urbanos: puntos de fondo urbano
- En zonas peatonales del centro
- Puntos próximos a vías poco transitadas
- Puntos próximos a vías transitadas

La principal fuente de **emisión de NO₂** en áreas urbanas es el tráfico y los factores que más influyen en los niveles locales de inmisión son: la distancia del captador a los vehículos, el ancho de la calle, la altura de los edificios, el tipo de tráfico e intensidad de tráfico. Estos parámetros y los datos relativos al tiempo de exposición se anotan *in situ* durante la fase de instalación.

Una vez verificados y validados los resultados de laboratorio, estos se corrigen para ajustarlos al valor de concentración media medida de la estación automática de referencia.

La resolución temporal de estos dispositivos es igual al período de exposición que se establece en 2-3 semanas. La estacionalidad y variabilidad de este contaminante, debida a las diferentes condiciones de dispersión meteorológica y variaciones estacionales de la movilidad entre otros factores, hace que no sea posible la comparar directamente los valores con el valor límite anual del RD 102/2011 y se tenga que tener en cuenta para la interpretación las medias anuales de años anteriores de las estaciones automáticas próximas a la zona de muestreo.

Los valores más elevados generalmente coinciden con las calles donde la intensidad de tráfico es mayor y también con calles estrechas y poco ventiladas, características que no favorecen la dispersión de este contaminante. En el otro extremo, los valores más bajos se miden en los parques y zonas más alejadas del tráfico rodado.

3. TRABAJOS REALIZADOS

Los estudios que realiza la **Diputación de Barcelona** están enfocados a evaluar la influencia del tráfico en la calidad del aire de los municipios, dando respuesta a la inquietud de los municipios en conocer la **distribución espacial** de la polución generada por el tráfico rodado. La captación pasiva mediante tubos de difusión de NO₂, es un método indicativo de la calidad del aire que se utiliza para complementar las redes de analizadores automáticas y se ha demostrado útil para estudios preliminares y para mostrar las distribuciones espaciales del dióxido de nitrógeno en el medio urbano y rural.

Desde el 2016 y dando cumplimiento a las peticiones de los consistorios, se han realizado **28 estudios técnicos** para 22 municipios de la Provincia de Barcelona, en total se han instalado más de 600 captadores (**Cuadro 2**), y está previsto redactar 18 estudios más durante el año 2021. Las campañas de muestreo se han diseñado en función de las características de la localidad y del objetivo concreto del estudio. Normalmente se instalan entre veinte y treinta captadores en calles, parques y equipamientos municipales como escuelas.

En la tabla siguiente se relaciona los estudios entregados, indicando si pertenecen a la zona de protección especial del ambiente atmosférico (ZPE), el año de realización, los días de muestreo y el número de captadores instalados.

Cuadro 2. Relación de estudios realizados

Municipio estudiado	ZPE ²	Año	Días de muestreo	Núm. de captadores
Terrassa	Sí	2016	19	13
Sabadell	Sí	2017	25	21
Molins de Rei	Sí	2017	21	19
Terrassa	Sí	2017	23	20
Ripollet	Sí	2017	22	12
Sant Quirze del Vallès	Sí	2018	21	14
Santa Coloma de Gramenet	Sí	2018	21	20
Pallejà	Sí	2018	22	18
Parets del Vallès	Sí	2018	26	23
Mataró	No	2018	21	25
Sant Feliu de Llobregat	Sí	2018	21	26
Vilanova del Camí	No	2018	21	20
Malgrat de Mar	No	2019	21	26
Santa Coloma de Gramenet	Sí	2019	21	27

² Municipios de la conurbación de Barcelona declarados zona de protección especial (ZPE) del ambiente atmosférico.

Municipio estudiado	ZPE ²	Año	Días de muestreo	Núm. de captadores
Terrassa	Sí	2019	21	36
Castellar del Vallès	No	2019	21	27
Esplugues de Llobregat	Sí	2019	24	28
Granollers	Sí	2019	21	34
Sant Joan Despí	Sí	2019	21	34
Mollet del Vallès	Sí	2019	21	27
Sant Quirze del Vallès	Sí	2019	22	22
Montmeló	Sí	2019	21	28
Sant Adrià del Besòs	Sí	2019	21	24
Mataró	No	2020	21	26
Sant Andreu de la Barca	Sí	2020	21	21
Castellar del Vallès	No	2020	22	27
Esparreguera	No	2020	21	21
Santa Maria de Martorelles	No	2020	21	25

La localización de los municipios estudiados hasta la fecha, se muestra en el plano siguiente (Figura 2).



Figura 2. Los municipios estudiados se han marcado en el plano con un triángulo rojo.

4. VALIDACIÓN DEL MÉTODO

Con el objeto de validar el método utilizado, se han verificado los siguientes parámetros:

- Control de la contaminación en el muestreo, mediante blancos de campo y viaje.
- Precisión del método mediante la realización de duplicados
- Exactitud del método mediante la comparación con el método de referencia

Siempre que ha sido posible, se ha medido estos parámetros en la estación de referencia (Figura 3) y sus resultados se han tenido en cuenta para la elaboración de los estudios.



Figura 3. Ejemplo de estación de la XVPCA. Los duplicados y el blanco se sitúan cerca del punto de toma de aire del analizador automático (Santa Coloma de Gramenet).

En los siguientes párrafos se explica los resultados obtenidos.

El **blanco de campo** nos indica la deriva y el estado del lote de tubos considerándose la remesa válida cuando el valor es inferior a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En cada campaña se ha realizado un blanco y, hasta la fecha, se dispone de 29 valores (Cuadro 3). Todos los valores medidos son inferiores a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, obteniéndose un **valor inferior o igual a $0,85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el 75 % de los blancos.**

Cuadro 3. Blanco de campo. Valores obtenidos

Nº de blancos	Mínimo	Percentil 25	Percentil 75	Máximo
29	0,38	0,56	0,85	0,95

La **precisión del método** se define como el grado de comparabilidad entre resultados individuales en las mismas condiciones y se verifica instalando más de un captador en un mismo punto de muestreo. Se han realizado duplicados o triplicados en un total de 28 puntos de muestreo (Cuadro 4). Se ha calculado la ratio dividiendo el valor más alto por el más bajo, obteniéndose **valores inferiores a 1,10 en más del 75 % de los puntos.**

Cuadro 4. Duplicados. Ratio

Nº de duplicados	Mínimo	Percentil 25	Percentil 75	Máximo
28	1,01	1,03	1,08	1,27

La **exactitud del método** es una estimación de la proximidad entre los resultados obtenidos y el valor verdadero y se verifica comparando los valores con el método de referencia ya sea en una estación de la **XVPCA**³ o en una **UM** de la Diputación. En total, se han verificado 27 puntos de muestreo (**Cuadro 5**). Se ha calculado la desviación en porcentaje entre los dos métodos, obteniéndose **desviaciones inferiores al 15 % en más del 75% de los casos**.

Cuadro 5. Comparación con el método de referencia

Nº de medidas	Mínimo	Percentil 25	Percentil 75	Máximo
27	1	4	13	33

Los resultados obtenidos en los puntos de control y el coeficiente de corrección aplicado en los estudios, de detallan en la tabla siguiente (**Cuadro 6**).

Cuadro 6. Resultados obtenidos en los puntos de control

Puntos de Control	Fecha	Tub1 ⁴	Tub2	Tub3	Med ⁵	Ref ⁶	Coef ⁷
Terrassa (XVPCA)	10/16	48,53	48,02	-	48,3	46,9	0,97
Sabadell (XVPCA)	09/17	47,84	44,34	-	46,1	37,5	0,81
Molins de Rei (UM)	10/17	42,18	40,48	-	41,3	36,2	0,88
Terrassa (XVPCA)	11/17	43,61	45,82	-	44,7	40	0,89
Sant Quirze del Vallès (UM)	01/18	50,80	-	-	50,8	50,2	0,99
UM Ripollet	06/17	52,07	55,15	-	53,6	40,3	0,75
Santa Coloma (XVPCA)	02/18	37,33	40,16	-	38,7	40,2	1,04
Ciments Molins (XVPCA)	03/18	20,56	20,23	-	20,4	20,6	1,01
Mollet del Vallès (XVPCA)	09/18	39,98	38,68	-	39,33	38,2	0,97
Mataró (XVPCA)	10/18	24,95	23,53	23,70	24,04	20,9	0,87
Sin estación de Ref	10/18	29,37	29,46	30,96	29,93	-	-
BCN-Eixample (XVPCA)	10/18	57,57	57,36	-	57,47	55,1	0,96

³ Los datos de las estaciones de la XVPCA se obtienen de la web del **Departament de Territori i Sostenibilitat [7]**.

⁴ **Tub1; Tub2; Tub3:** [NO₂] en µg/m³ de los captadores pasivos de control.

⁵ **Med:** Media aritmética [NO₂] en µg/m³ de los captadores pasivos de control.

⁶ **Ref:** [NO₂] en µg/m³ media del analizador de referencia.

⁷ **Coef:** Coeficiente de corrección.

Puntos de Control	Fecha	Tub1 ⁴	Tub2	Tub3	Med ⁵	Ref ⁶	Coef ⁷
Malgrat de Mar (UM)	02/19	28,75	27,25	29,43	28,48	30,2	1,06
Santa Coloma (XVPCA)	02/19	46,98	42,37	41,36	43,57	46,9	1,08
Terrassa (XVPCA)	03/19	33,25	42,37	37,67	37,76	41,7	1,10
Terrassa (XVPCA)	06/19	48,56	49,8	49,63	49,33	44,2	0,9
BCN Palau Reial (XVPCA)	05/19	27,84	28,43	29,06	28,44	26,3	0,93
Granollers (XVPCA)	05/19	36,72	35,52	34,73	35,66	28,5	0,80
BCN-Palau Reial (XVPCA)	09/19	30,53	30,28	32,11	30,97	27	0,89
Mollet del Vallès (XVPCA)	10/19	39,39	42,28	42,58	41,42	40,3	0,97
Sabadell (XVPCA)	11/19	43,9	41,17	39,94	41,67	39,1	0,94
Mollet del Vallès (XVPCA)	11/19	43,47	45,25	46,23	44,98	43,8	0,98
Sant Adrià del Besós (XVPCA)	10/19	42,77	37,82	36,81	39,13	40,6	1,04
Mataró (XVPCA)	02/20	33,00	32,32	32,01	32,47	25,4	0,78
Sant Andreu de la Barca (XVPCA)	02/20	36,13	36,1	35,01	35,75	32,2	0,90
Sabadell (XVPCA)	06/20	37,41	38,04	37,07	37,51	25,2	0,67
Martorell (XVPCA)	06/20	24,57	24,3	25,34	24,74	19,0	0,77
Mollet del Vallès (XVPCA)	06/20	24,49	24,58	26,07	25,05	20,7	0,83

5. ESTUDIO DEL ENTORNO DEL RECINTO DE LA ESCUELA INDUSTRIAL

El estudio realizado en el entorno de la **Escuela Industrial de Barcelona** pretende evaluar los niveles de contaminación y compararlos entre sí, teniendo en cuenta la influencia de la distancia del captador a la calzada, la intensidad de tráfico y las características de la vía.

El recinto está situado en el barrio de la Esquerra del Eixample de Barcelona y está configurado por diferentes edificios, zonas deportivas, áreas ajardinadas y calles peatonales. En su interior se alojan equipamientos deportivos y edificios que acogen diferentes instituciones y administraciones públicas.

Los puntos de muestreo se han distribuido de manera que se pueda observar las variaciones espaciales de la concentración. En total, se ha seleccionado **ocho puntos** donde, entre el 14 de noviembre y el 5 de diciembre de 2019, se instalaron **captadores pasivos para medir el nivel de NO₂**. Cuatro de ellos se instalaron en la zona de la calle Urgell, delante de la entrada al Edificio del Relotge y cuatro más en la zona de la calle Rosellón, en el entorno del Edificio Laboratoris. Los captadores se fijaron a elementos del mobiliario urbano y a una misma altura respecto al suelo.

El plano siguiente (**Figura 4**) muestra la situación de los puntos de muestreo y los resultados obtenidos en el laboratorio. Por las características particulares de este estudio, se ha optado por no ajustar los valores con la estación de referencia.



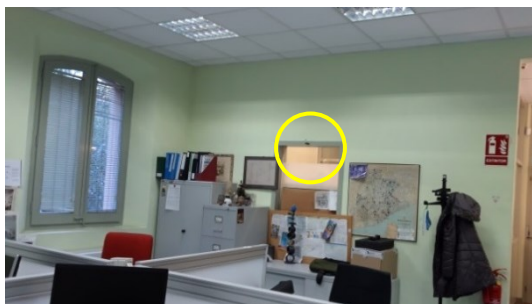
Figura 4. Ubicación de los captadores (EI-01 a EI-08). Se muestra la concentración media de NO₂ expresada en µg/m³ durante el período de medida del 14.11.2019 al 05.12.2019.

El tramo estudiado de la **calle Urgell**, es una vía de un único sentido de circulación de subida, compuesta por un carril bici, 3 carriles y un carril bus y tiene una intensidad alta de tráfico. En cambio, la calle **Rosellón** tiene una intensidad de tráfico menor y, en el tramo estudiado, es una vía de un sentido que consta de 2 carriles y un carril bici.

En el **Cuadro 7** se muestran los datos de localización y los resultados obtenidos en la zona de la calle Rosellón.

Cuadro 7. Resultados obtenidos en la zona de la C/ Rosellón

Punto	Descripción del punto de medida (Zona C/Rosellón)	NO ₂ (µg/m ³)
EI-01	Interior Edificio Laboratorios. 1a planta. OTAGA	17
EI-02	Interior Edificio Laboratorios. 1a planta. LABORATORI	25
EI-03	Farola situada en el interior del Recinto de la Escolla Industrial, delante de la entrada al Edificio Laboratorios	38
EI-04	Farola situada en la C/ Roselló, en el exterior del Recinto de la Escuela Industrial, a unos 3 m del carril de tráfico de vehículos	46



EI-01



EI-02



EI-03



EI-04

Figura 5. Fotografías de los puntos donde se situaron los captadores EI-01, EI-02, EI-03 y EI-04.

En los puntos de muestreo situados en la zona de la calle Rosellón, se observa una reducción de los niveles de NO₂ de un **20 %** entre el punto ubicado en el exterior del Recinto (EI-04), muy cercano al tráfico y el punto ubicado dentro (EI-03). En el interior del Edificio Laboratorios, en la planta 1 (EI-01 y EI-02) se han obtenido niveles bajos, inferiores o iguales a 25 µg/m³.

En el cuadro siguiente se muestran los datos de localización y los resultados obtenidos en la zona de la calle Urgell.

Cuadro 8. Resultados obtenidos en la zona de la C/ Urgell

Punto	Descripción del punto de medida (Zona C/Urgell)	NO ₂ (µg/m ³)	Distancia al tráfico (metros)
EI-05	C/ Urgell, 210. Farola situada al lado del carril BUS.	70	0
EI-06	C/ Urgell, 187. Farola situada delante la entrada al Recinto de la Escuela Industrial y al lado del carril Bici.	63	3
EI-07	C/ Urgell, 187. Cercado perimetral del Recinto de la Escuela Industrial	50	10
EI-08	C/ Urgell, 187. Farola situada delante de la entrada del Edificio del Rellojge	40	31



EI-05



EI-06



EI-07



EI-08

Figura 6. Fotografías de los puntos donde se situaron los captadores EI-05, EI-06, EI-07 y EI-08.

En la zona de la calle Urgell, es destacable la diferencia de niveles medidos de NO₂ en pocos metros de diferencia. Se mide concentraciones de **40 µg/m³** en la puerta de entrada al Edificio del Rellojge; **63 µg/m³** en la misma acera al lado del carril Bici y **70 µg/m³** en la acera opuesta de la calle, al lado del carril Bus.

De acuerdo con estos resultados, podemos afirmar que la micro-localización de los puntos de muestreo es clave y que los niveles de NO₂ disminuyen de manera muy significativa a medida que nos alejamos unas decenas de metros del tráfico -foco emisor principal-.

El gráfico siguiente (Figura 7) muestra la variación de concentración entre los puntos y las distancias al tráfico.

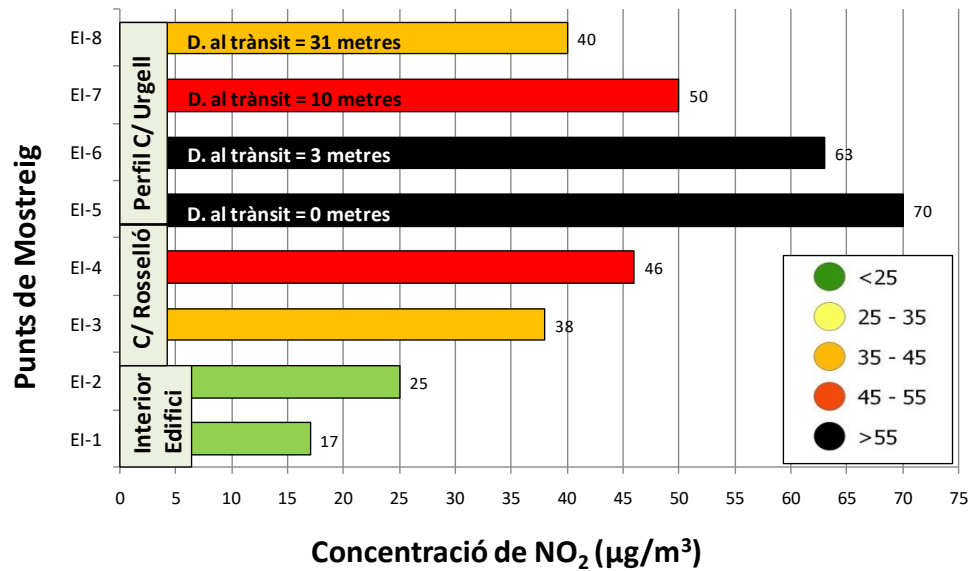


Figura 7. Concentració de NO₂ en los puntos de muestreo. En el perfil de la calle Urgell se muestra la distancia al tráfico.

6. CONCLUSIONES

Los resultados muestran, por una parte, la eficacia y eficiencia del método de captación pasiva de NO₂ para la determinación de la contaminación por tráfico rodado a escala municipal y, por otra parte, el comportamiento local de dicho contaminante, observándose diferencias significativas en función de la distancia al foco emisor.

Los datos obtenidos para la validación del método muestran que los captadores pasivos de NO₂, aunque tienen una resolución temporal de 3 semanas en vez de horaria, se demuestran eficaces para la evaluación de la contaminación por tráfico rodado a escala municipal. La metodología usada permite mostrar la variabilidad de los niveles de este contaminante y su relación de las características particulares de cada punto (intensidad de tráfico, ancho de la vía, altura de los edificios, distancia al tráfico) y se considera idónea para la comparación de niveles en puntos próximos.

En Catalunya, las superaciones de los límites de la UE para el dióxido de nitrógeno, se producen en los valores anuales para la protección de la salud. Por tanto, el problema radica en la exposición de la población a la contaminación a largo plazo. Los valores obtenidos, se podrán comparar, con ciertas reservas y teniendo siempre en cuenta la variabilidad debida a la estacionalidad de las medidas, con los valores anuales de referencia del Real Decreto 102/2011.

Esta tipología de estudios es una herramienta eficaz para la gestión municipal, ya que permite, entre otras, priorizar las medidas encaminadas a la reducción del tráfico, caminos escolares, planificar carriles Bici y sobretodo visualizar las diferencias entre los niveles entre zonas de peatones, calles pacificadas y grandes avenidas y carretera urbanas. Comparar puntos del mismo municipio permite ver los beneficios que podrían tener ciertas actuaciones encaminadas a la reducción de la movilidad motorizada.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] European Environment Agency. Air quality in Europe 2019 report. <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2019>
- [2] La qualitat de l'aire a Catalunya. Anuari 2019. Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. http://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laie/avaluacio/avaluacio_qualitat_aire_catalunya_altres/Informes/index.html
- [3] Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire. (BOE núm. 25, 29 de enero de 2011). Texto Consolidado, 31 de agosto de 2017. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2011/BOE-A-2011-1645-consolidado.pdf>
- [4] Estudi dels nivells de NO₂ a la ciutat de Girona. Any 2018. Jaume Targa (4sfera Innova). <https://www2.girona.cat/documents/11622/207327/Estudi-Nivells-NO2-Girona-2018.pdf>
- [5] Technical Data Sheet. Nitrogen dioxide (NO₂), 2012. Gradko environmental. <https://www.gradko.com/environmental/environmental-products/nitrogen-dioxide-diffusion-tubes.shtml>
- [6] Diffusion Tubes for Ambient NO₂ Monitoring: Practical Guidance, 2008, AEA Energy & Environment. https://laqm.defra.gov.uk/documents/0802141004_NO2_WG_PracticalGuidance_Issue1a.pdf
- [7] Datos de las estaciones automáticas de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica (XVPCA). Generalitat de Catalunya. Departament de Territori i Sostenibilitat. http://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laie/volsaber-que-respires/descarrega-de-dades/
- [8] Agència de Salut Pública de Barcelona. Avaluació de la qualitat de l'aire a la ciutat de Barcelona. Informe 2019. https://www.aspb.cat/wp-content/uploads/2020/10/Informe_qualitat-aire-2019.pdf