

---

# Avaluació de la qualitat de l'aire a la ciutat de Barcelona

---

20  
21



**CSB** Consorci Sanitari de Barcelona



Agència de Salut Pública



Salut ambiental

©2022 Agència de Salut Pública de Barcelona

Tots els drets reservats.

<https://www.aspb.cat/>

Aquesta publicació està sota una llicència Creative Commons

Reconeixement – No Comercial – No Derivades (BY-NC-ND)

<https://creativecommons.org/>



Avaluació de la qualitat de l'aire a la ciutat de Barcelona 2021

Presidenta de l'Agència de Salut Pública de Barcelona i Regidora de Salut, Envel·liment i Cures de l'Ajuntament de Barcelona

Gemma Tarafa i Orpinell

Gerenta de l'Agència de Salut Pública de Barcelona

Carme Borrell i Thió

Responsables de l'Informe

Marc Rico

Laia Font

Anna Gómez

Elisenda Realp

Col·laboradors/es

Jaume Arimon

Júlia Camps

Arantxa Millas

Jordi Remírez

Javier Casado

Cita recomanada

Rico M, Font L, Arimon J, Gómez A, Realp E. Avaluació de la qualitat de l'aire a la ciutat de Barcelona 2021.

Barcelona: Agència de Salut Pública de Barcelona; 2022.

## Índex

Resum executiu .....	5
Resumen ejecutivo .....	7
Executive summary .....	9
Introducció .....	11
Nivells de contaminació .....	14
Exposició a la contaminació .....	44
Impacte en salut .....	54
Conclusions .....	63
Recomanacions .....	66
Annex I .....	68
Annex II .....	71
Annex III .....	73
Annex IV .....	75
Annex V .....	77
Referències .....	79



---

# **Avaluació de la qualitat de l'aire a la ciutat de Barcelona 2021**

---

---

# Resum executiu

---

A Barcelona, l'any 2021 ha estat encara molt marcat per les restriccions lligades al control de la pandèmia de la COVID-19, el que ha seguit incidint en una millora de la qualitat de l'aire a la ciutat. Per altra banda, durant l'any 2021 s'han publicat les noves guies de l'OMS que indiquen que la contaminació de l'aire és perjudicial per la salut a uns nivells de partícules PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub> i de NO<sub>2</sub> (15 µg/m<sup>3</sup>, 5 µg/m<sup>3</sup> i 10 µg/m<sup>3</sup> de mitjana anual, respectivament) inferiors als considerats fins ara.

Els nivells mitjans anuals dels contaminants de l'aire durant el 2021 han estat semblants als del 2020 i inferiors als previs a la pandèmia. A totes les estacions de mesura, les mitjanes anuals de NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub> durant el 2021 es mantenen per sota dels nivells màxims legals establerts per la Unió Europea però molt per sobre dels nivells guia de protecció de la salut establerts per l'OMS.

Al 2021, la mitjana d'exposició de la població a la ciutat va ser de 13 µg/m<sup>3</sup> pel PM<sub>2,5</sub> i de 27 µg/m<sup>3</sup> per l'NO<sub>2</sub>. Aquests valors són gairebé iguals als del 2020, i un 23% i un 28% menors, respectivament, que els que hi havia abans de la pandèmia. El districte de l'Eixample continua tenint els nivells d'exposició a NO<sub>2</sub> més elevats de la ciutat. El 4% de les escoles van superar el límit legal de NO<sub>2</sub> durant el 2021.

L'impacte en salut estimat utilitzant els nous nivells guia de l'OMS ha augmentat considerablement respecte els càlculs d'anys anteriors. L'impacte en salut a la ciutat dels nivells de contaminació d'abans de la pandèmia (2018-2019) era al voltant de 1.900 morts, 1.100 casos nous d'asma infantil i 170 casos nous de



càncer de pulmó cada any. El cost social d'aquesta mortalitat anual s'estima en 1.292 milions d'euros (l'1,5% del PIB de la ciutat i 780 euros per càpita). El cost sanitari d'aquests casos de malaltia s'estima en 7 milions d'euros. Tot i els nivells més baixos de contaminació de l'aire dels anys de pandèmia (2020 i 2021), l'impacte en salut a la ciutat continua sent molt important: al voltant de 1.200 morts, 750 casos nous d'asma infantil i 110 casos nous de càncer de pulmó cada any. El cost social d'aquesta mortalitat anual s'estima en 855 milions d'euros (l'1% del PIB de la ciutat i 520 euros per càpita). El cost sanitari d'aquests casos de malaltia s'estima en 4,7 milions d'euros.

Les noves guies de l'OMS indiquen que la contaminació de l'aire és un problema de salut pública encara més greu que el considerat fins ara. Les estimacions de l'impacte en salut associat a la contaminació de l'aire i el seu cost social i sanitari a Barcelona mostren xifres molt elevades i rellevants per a la ciutadania. Per tant, les accions per millorar la qualitat de l'aire a la ciutat es fan encara més necessàries i urgents.

---

# Resumen ejecutivo

---

En Barcelona, el año 2021 ha estado aún muy marcado por las restricciones ligadas al control de la pandemia de la COVID-19, lo que ha seguido incidiendo en una mejora de la calidad del aire en la ciudad. Por otra parte, durante el año 2021 se han publicado las nuevas guías de la OMS que indican que la contaminación del aire es perjudicial para la salud a unos niveles de partículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> y de NO<sub>2</sub> (15 µg/m<sup>3</sup>, 5 µg/m<sup>3</sup> y 10 µg/m<sup>3</sup> de media anual, respectivamente) inferiores a los considerados hasta ahora.

Los niveles medios anuales de los contaminantes del aire durante el 2021 han sido parecidos a los del 2020 e inferiores a los previos a la pandemia. A todas las estaciones de medida, las medias anuales de NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> durante el 2021 se mantienen por debajo de los niveles máximos legales establecidos por la Unión Europea pero muy por encima de los niveles guía de protección de la salud establecidos por la OMS.

En 2021, la media de exposición de la población a la ciudad fue de 13 µg/m<sup>3</sup> para el PM<sub>2,5</sub> y de 27 µg/m<sup>3</sup> para el NO<sub>2</sub>. Estos valores son casi iguales a los de 2020, y un 23% y un 28% menores, respectivamente, que los que había antes de la pandemia. El distrito de l'Eixample continua teniendo los niveles de exposición a NO<sub>2</sub> más elevados de la ciudad. El 4% de los colegios superaron el límite legal de NO<sub>2</sub> durante el 2021.

El impacto en salud estimado utilizando los nuevos niveles guía de la OMS ha aumentado considerablemente respecto los cálculos de años anteriores.



El impacto en salud a la ciudad de los niveles de contaminación de antes de la pandemia (2018-2019) era de alrededor de 1.900 muertes, 1.100 casos nuevos de asma infantil y 170 casos nuevos de cáncer de pulmón cada año. El coste social de esta mortalidad anual se estima en 1.292 millones de euros (el 1,5% del PIB de la ciudad y 780 euros per cápita). El coste sanitario de estos casos de enfermedad se estima en 7 millones de euros. A pesar de los niveles más bajos de contaminación del aire de los años de pandemia (2020 y 2021), el impacto en salud a la ciudad continúa siendo muy importante: alrededor de 1.200 muertes, 750 casos nuevos de asma infantil y 110 casos nuevos de cancer de pulmón cada año. El coste social de esta mortalidad anual se estima en 855 millones de euros (el 1% del PIB de la Ciudad y 520 euros per cápita). El coste sanitario de estos casos de enfermedad se estima en 4,7 millones de euros.

Las nuevas guías de la OMS indican que la contaminación del aire es un problema de salud pública aún más grave del considerado hasta ahora. Las estimaciones del impacto en salud asociado a la contaminación del aire y su coste social y sanitario en Barcelona muestran cifras muy elevadas y relevantes para la ciudadanía. Por lo tanto, las acciones para mejorar la calidad del aire en la ciudad se hacen aún más necesarias y urgentes.

---

# Executive summary

---

In Barcelona, the year 2021 has still been characterized by the restrictions linked to the control of the COVID-19 pandemic, which has continued to improve the air quality in the city. On the other hand, a new WHO guidelines have been published in 2021 indicating that air pollution is harmful to health at levels of PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> and NO<sub>2</sub> (15 µg/m<sup>3</sup>, 5 µg/m<sup>3</sup> and 10 µg/m<sup>3</sup> annual average, respectively) lower than previously considered.

The annual mean levels of air pollutants during 2021 have been similar to those of 2020 and lower than the mean levels before the pandemic. At all measuring stations, the annual mean of NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> during 2021 remain below the legal limit established by the European Union but well above the health protection limit established by the WHO.

In 2021, the mean population exposure to PM<sub>2.5</sub> was 13 µg/m<sup>3</sup> and 27 µg/m<sup>3</sup> for NO<sub>2</sub>. These levels are almost the same as in 2020, and 23% and 28% lower, respectively, than those before the pandemic. The Eixample district continues to have the highest NO<sub>2</sub> exposure levels in the city. 4% of schools exceeded the legal NO<sub>2</sub> limit during 2021.

The air pollution health impact estimated using the new WHO guidelines has increased considerably compared to the calculations of previous years. The health impact in the city of the pre-pandemic pollution levels (2018-2019) was around 1,900 deaths, 1,100 new cases of childhood asthma and 170 new cases of lung cancer each year. The social cost of this annual mortality is estimated at 1,292





million euros (1.5% of the city's GDP and 780 euros per capita). The healthcare cost of these disease cases is estimated at 7 million euros. Despite the lower levels of air pollution during the pandemic (2020 and 2021), the health impact in the city remains very important: around 1,200 deaths, 750 new cases of childhood asthma and 110 new cases of lung cancer each year. The social cost of this annual mortality is estimated at 855 million euros (1% of the city's GDP and 520 euros per capita). The healthcare cost of these disease cases is estimated at 4.7 million euros.

The new WHO guidelines indicate that air pollution is a public health problem more severe than previously thought. Estimates of the health impact associated with air pollution and its social and healthcare costs in Barcelona show very high and relevant figures. Therefore, actions to improve air quality in the city become even more necessary and urgent.

---

# Introducció

---

La contaminació de l'aire és un problema molt important de salut pública, també a la ciutat de Barcelona. El principal impacte de la contaminació de l'aire en la salut es produeix per l'exposició crònica i es tradueix en un augment a llarg termini de moltes malalties, incloses les malalties cardiovasculars, malalties respiratòries, càncer de pulmó i també la mortalitat. La contaminació de l'aire afecta en totes les etapes de la vida, inclosa la gestació, i perjudica el desenvolupament neuronal i respiratori dels infants<sup>1,2</sup>. La contaminació atmosfèrica en conjunt i les partícules en suspensió i el carboni negre en particular són cancerígens per als humans<sup>3</sup>.

L'Agència de Salut Pública de Barcelona (ASPB) avalua la qualitat de l'aire a la ciutat de Barcelona, a través de les mesures dels contaminants atmosfèrics de la xarxa d'estacions de mesurament ubicades a la ciutat, adscrites a la Xarxa de vigilància i previsió de la contaminació atmosfèrica de Catalunya (Annex I). L'avaluació de la contaminació atmosfèrica es realitza d'acord amb la Directiva 2008/50/CE i el Reial decret 102/2011 que estableixen els contaminants a avaluar, el nombre de punts de mesurament i la seva classificació, així com els valors límit o objectius establerts per a la protecció de la salut i del medi ambient. Des de l'ASPB es complementa aquesta avaluació incorporant els nivells guia de l'Organització Mundial de la Salut (OMS) (Annex II) i estimant l'impacte en salut atribuïble a la contaminació de l'aire a la ciutat tant per l'exposició crònica als nivells habituals, com pels episodis de contaminació<sup>4</sup>.



L'any 2021, l'OMS va actualitzar les seves guies de qualitat de l'aire, que eren de l'any 2005. Després d'una revisió sistemàtica de l'evidència científica dels últims quinze anys, l'OMS va canviar la concentració màxima recomanada per protegir la salut humana per a 6 contaminants<sup>5</sup>. L'evidència científica actual indica clarament que els efectes negatius de la contaminació de l'aire sobre la salut es produeixen a uns nivells molt per sota del que es pensava ara fa quinze anys i per això actualitza els nivells guia per a la protecció de la salut de les persones.

Tal com mostra la taula 1, el nivell màxim anual recomanat passa de 10 µg/m<sup>3</sup> a 5 µg/m<sup>3</sup> per les partícules petites (PM<sub>2,5</sub>) i de 40 µg/m<sup>3</sup> a 10 µg/m<sup>3</sup> pel diòxid de nitrogen (NO<sub>2</sub>). Aquests dos contaminants són els que més preocupen des del punt de vista de la salut pública, ja que tenen un impacte molt negatiu sobre la salut (en mortalitat i morbiditat) i perquè els nivells de PM<sub>2,5</sub> i NO<sub>2</sub> actualment a Barcelona i altres ciutats de l'entorn estan molt per sobre d'aquest màxim recomanat per protegir la salut de la població.

**Taula 1.** Nivells guia dels 6 contaminants actualitzats a les guies de l'OMS del 2021. Per cada contaminant es mostra el nivell guia anterior (2005), el nivell guia actual (2021) i els objectius intermedis.

		Nivell guia		Objectius intermedis actuals (2021)			
		Anterior (2005)	Actual (2021)	1	2	3	4
<b>PM<sub>2,5</sub>, µg/m<sup>3</sup></b>	Anual	10	<b>5</b>	35	25	15	10
	Diària*	25	<b>15</b>	75	50	37,5	25
<b>PM<sub>10</sub>, µg/m<sup>3</sup></b>	Anual	20	<b>15</b>	70	50	30	20
	Diària*	50	<b>45</b>	150	100	75	50
<b>NO<sub>2</sub>, µg/m<sup>3</sup></b>	Anual	40	<b>10</b>	40	30	20	-
	Diària*	-	<b>25</b>	120	50	-	-
<b>O<sub>3</sub>, µg/m<sup>3</sup></b>	Mitjana del màxim 8-horari** durant l'època		<b>60</b>	100	70	-	-
	Màxim 8-horària	<b>100</b>	<b>100*</b>	160	120	-	-
<b>SO<sub>2</sub>, µg/m<sup>3</sup></b>	Diària*	20	<b>40</b>	125	50	-	-
<b>CO, mg/m<sup>3</sup></b>	Diària*	-	<b>4</b>	7	-	-	-

\*Percentil 99 (entre 3 i 4 superacions diàries a l'any).

\*\*Mitjana diària del màxim 8-horari durant els 6 mesos amb nivells més elevats d'ozó.

A part d'establir els nivells guia dels contaminants atmosfèrics, és a dir, la concentració més baixa per sobre de la qual l'evidència científica indica que comença l'efecte perjudicial sobre la salut, l'OMS també estableix uns objectius intermedis. Aquests objectius intermedis estan dissenyats per ajudar a les zones amb alta contaminació de l'aire a reduir progressivament la contaminació. L'assoliment d'aquests passos intermedis a més curt termini té un important benefici per a la salut, però es manté com a objectiu final assolir el nivell guia de protecció de la salut.

L'informe de qualitat de l'aire de l'any 2021 segueix el format d'altres edicions i incorpora l'actualització dels nivells guia de l'OMS en tots els seus capítols: avaluació de la qualitat de l'aire, descripció dels nivells d'exposició i estimació d'impacte sobre la salut. Per primera vegada s'ha estimat el cost econòmic de l'impacte sobre la salut de la contaminació de l'aire. Una altra novetat de l'informe és que es presenten dades d'un nou contaminant no regulat, el carboni negre (*black carbon*, en terminologia anglesa), que està molt relacionat amb les emissions dels vehicles diesel.



# Nivells de contaminació

## NO<sub>2</sub>

La taula 2 mostra les concentracions de NO<sub>2</sub> mesurades per la xarxa de vigilància durant el 2021. Els nivells anuals superen els nivells guia de l'OMS de la mitjana anual (10 µg/m<sup>3</sup>) i el valor màxim diari (25 µg/m<sup>3</sup>) a totes les estacions. Per contra, per segon any consecutiu, s'ha assolit el compliment del valor límit anual de la UE (40 µg/m<sup>3</sup>) a totes les estacions fixes de la xarxa de vigilància.

**Taula 2.** Nivells de NO<sub>2</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) a les estacions de la xarxa de vigilància de Barcelona durant el 2021

NO <sub>2</sub> (Dades en µg/m <sup>3</sup> )	Estacions de Trànsit		Estacions de Fons urbà				
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Poblenou	Sants	Palau Reial	Ciutadella	Vall d'Hebron
<b>Mitjana anual</b>	38	31	26	22	18	25	20
Nivell guia OMS: 10 µg/m <sup>3</sup> · Valor límit anual UE: 40 µg/m <sup>3</sup>							
<b>Màxim horari</b>	128	127	90	114	98	123	103
Nivell guia OMS: 200 µg/m <sup>3</sup> · VLh UE: 200 µg/m <sup>3</sup>							
<b>Núm. d'hores que es supera el VLh <sup>(1)</sup></b>	0	0	0	0	0	0	0
18 superacions permeses per any							
<b>Màxim diari</b>	86	77	56	70	60	61	57
Nivell guia OMS: 25 µg/m <sup>3</sup>							
<b>Núm. de dies que es supera el màxim diari</b>	305	242	168	107	70	155	90

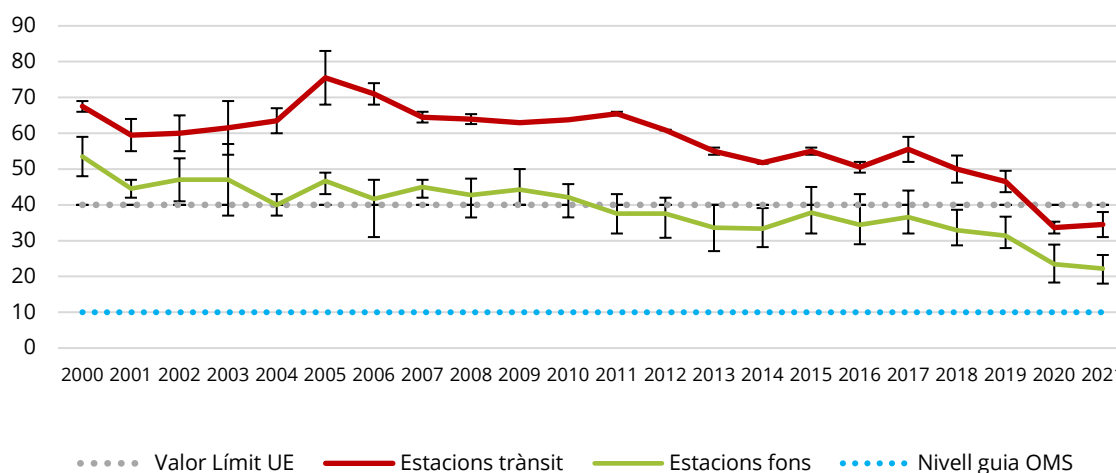
Nota: En color taronja es mostren les concentracions que superen les guies de l'OMS i en vermell les superacions dels límits de la UE.

(1) VLh: valor límit horari (RD 102/2011). Es permet superar 18 hores a l'any.

Durant l'any 2021 la mitjana d'NO<sub>2</sub> a totes les estacions de la ciutat s'ha mantingut per sota dels anys anteriors a la pandèmia i ha seguit una tendència divergent en funció del tipus d'estacions respecte l'any anterior (figura 1). Així, en les estacions de trànsit es detecta un increment dels nivells (2,5%), associat a la recuperació del trànsit durant el 2021, i per contra, els nivells a les estacions de fons, s'han reduït de mitjana un 5,1% respecte a l'any previ. Durant el 2021 es recupera la diferència de concentracions entre les estacions de trànsit i les de fons, tal i com passava abans de la pandèmia i que havia quedat escurçada durant el 2020.

Durant el període pre-pandèmia (2000-2019) els nivells es van mantenir per sobre de la mitjana anual de la UE (40 µg/m<sup>3</sup>) si bé en els anys de pandèmia (2020-2021) es van mantenir dins del compliment. Així mateix, per a tot el període (2000-2021) els nivells són molt superiors als nous nivells guia de l'OMS (10 µg/m<sup>3</sup>).

**Figura 1.** Evolució temporal de la mitjana anual agregada per estacions de trànsit i de fons de NO<sub>2</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) pel període 2000-2021.



Els intervals indiquen les mitjanes anuals màximes i mínimes mesurades

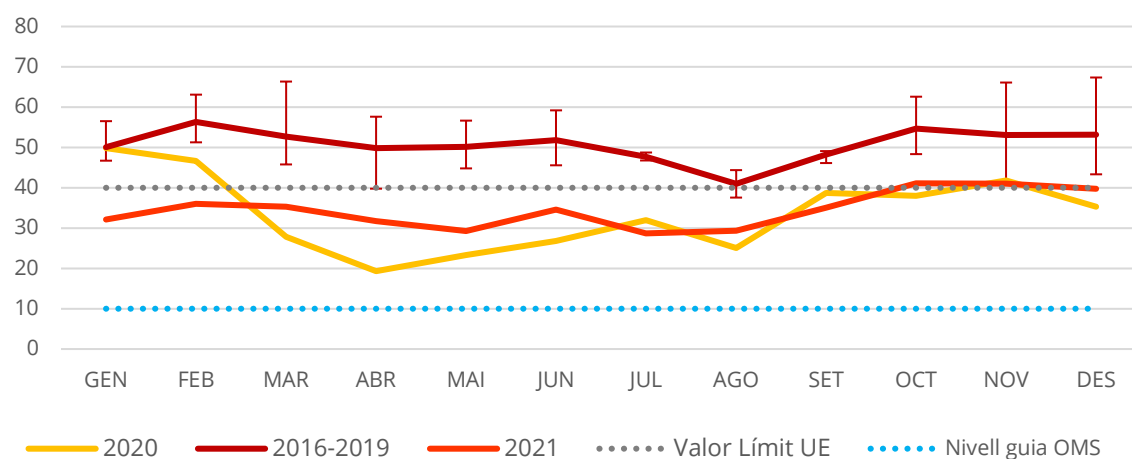
Els perfils de la mitjana mensual mostren el descens generalitzat dels nivells de NO<sub>2</sub> durant els dos darrers anys (2020 i 2021) respecte al període pre-pandèmia (2016-2019) tant en estacions de trànsit (figura 2) com de fons urbà (figura 3). La mitjana de les estacions de trànsit durant aquests dos darrers anys pesenten uns nivells equivalents a la mitjana de les estacions de fons urbà previs a la pandèmia, i



els nivells de fons s'han mantingut encara més baixos respecte a les mesures del període 2016-2019.

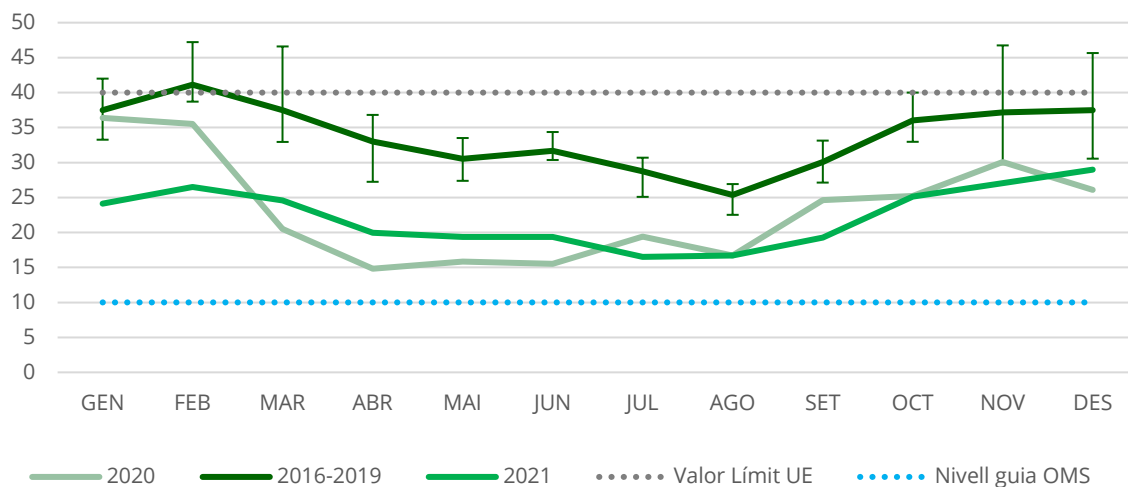
Respecte a l'any anterior, s'observa que en el període anterior a la declaració de l'estat d'alarma (14 de març de 2020) els nivells eren més elevats que a l'any 2021. A partir de l'estat d'alarma i durant els mesos de major confinament (març-juny), els nivells de NO<sub>2</sub> durant el 2020 es van mantenir més baixos, i a partir de les fases de desescalada, els nivells dels dos darrers anys han mantingut uns nivells equivalents. Durant el 2021, els nivells mensuals de NO<sub>2</sub> van ascendir durant els últims tres mesos de l'any, fins a la superació del límit anual de 40 µg/m<sup>3</sup> a les estacions de trànsit (veure figures 2 i 3).

**Figura 2.** Mitjana mensual agregada per estacions de trànsit de NO<sub>2</sub> (en µg/m<sup>3</sup>), per als anys 2020 i 2021 i per al període 2016-2019.



Nota: els intervals indiquen les mitjanes mensuals màximes i mínimes mesurades.

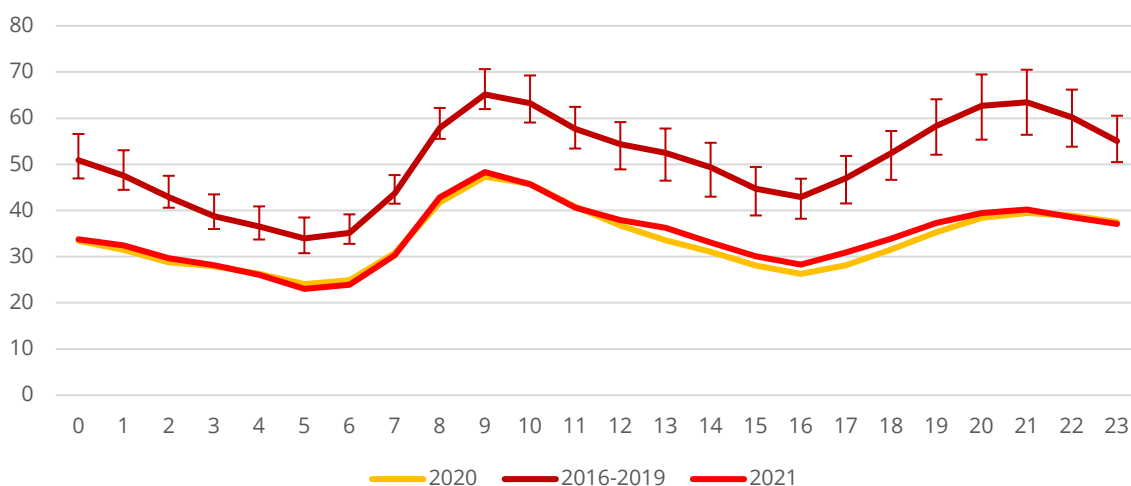
**Figura 3.** Mitjana mensual agregada per estacions de fons urbà de NO<sub>2</sub> (en µg/m<sup>3</sup>), per als anys 2020 i 2021 i per al període 2016-2019.



Nota: els intervals indiquen les mitjanes mensuals màximes i mínimes mesurades.

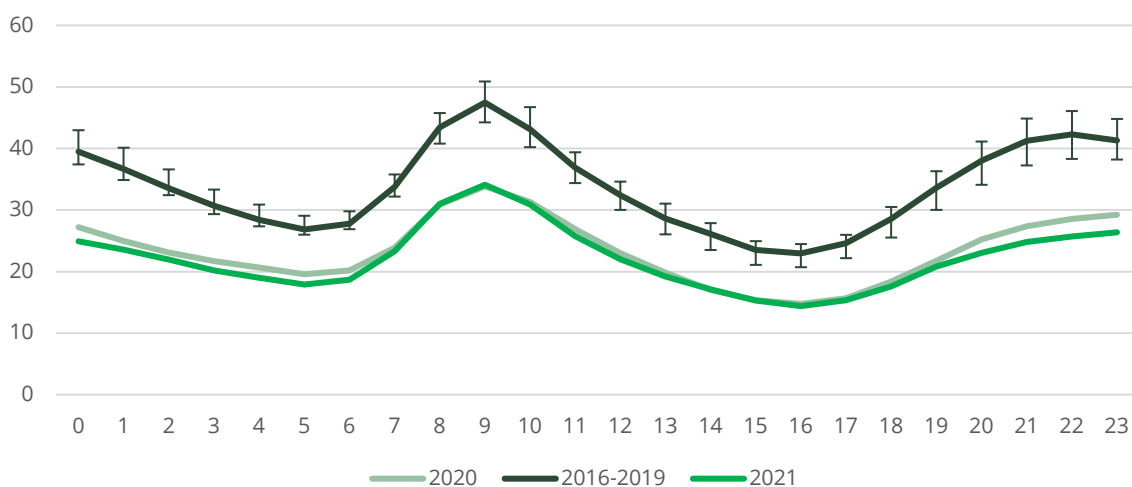
Tot i la reducció dels nivells de contaminació durant l'any 2021 respecte als anys pre-pandèmics (2016-2019), els perfils diaris (figura 4 i 5) mostren la influència del trànsit per aquest contaminant, amb pics de contaminació en les hores de major intensitat de trànsit, especialment en les hores de matí (de 8 a 10 hores) i en dies feiners.

**Figura 4.** Mitjana horària agregada per estacions de trànsit de NO<sub>2</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) per als anys 2020 i 2021 i per al període 2016-2019.



Nota: els intervals indiquen les mitjanes horàries màximes i mínimes mesurades.

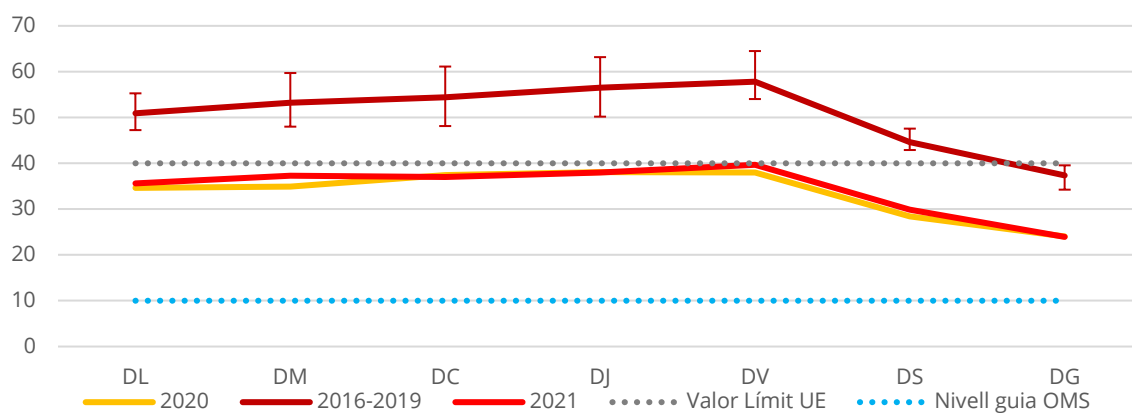
**Figura 5.** Mitjana horària agregada per estacions de fons urbà de NO<sub>2</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) per als anys 2020 i 2021 i per al període 2016-2019.



Nota: els intervals indiquen les mitjanes horàries màximes i mínimes mesurades.

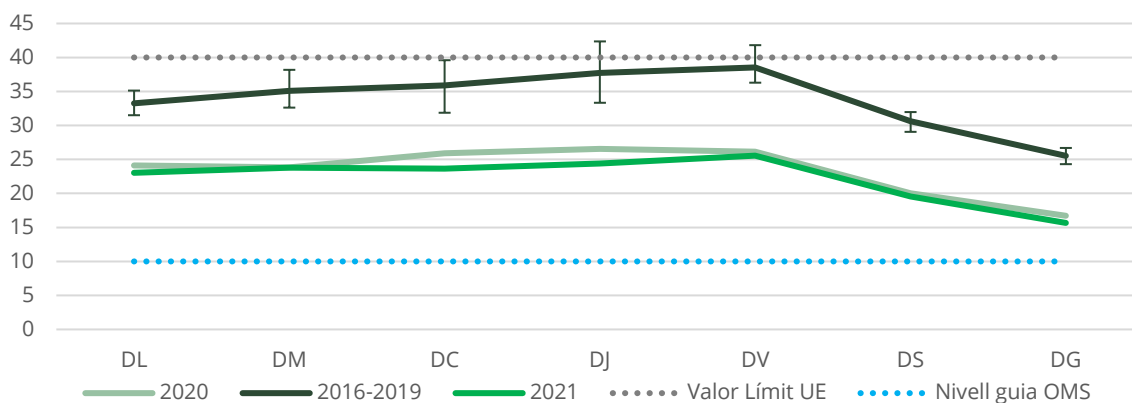
Respecte al perfil de la mitjana diària (figura 6 i 7), aquest també es manté estable durant els darrers dos anys amb un descens important dels nivells de NO<sub>2</sub> respecte als nivells habituals de contaminació detectats pre-pandèmia. Respecte a l'evolució d'aquests darrers dos anys, s'observa que els nivells diaris de NO<sub>2</sub> de les estacions de trànsit durant el 2021 (34,5 µg/m<sup>3</sup> de mitjana anual) han estat pràcticament equivalents als nivells diaris de les estacions de fons urbà (33,8 µg/m<sup>3</sup>) durant el període pre-pandèmia (2016-2019). Així mateix, no s'assoleix el compliment del nivell recomanat per l'OMS (10 µg/m<sup>3</sup>) ni en les estacions de fons urbà ni en caps de setmana.

**Figura 6.** Mitjana diària agregada per estacions de trànsit de NO<sub>2</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) per als anys 2020 i 2021 i per al període 2016-2019.



Nota: els intervals indiquen les mitjanes diàries màximes i mínimes mesurades.

**Figura 7.** Mitjana diària agregada per estacions de fons urbà de NO<sub>2</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) per als anys 2020 i 2021 i per al període 2016-2019.

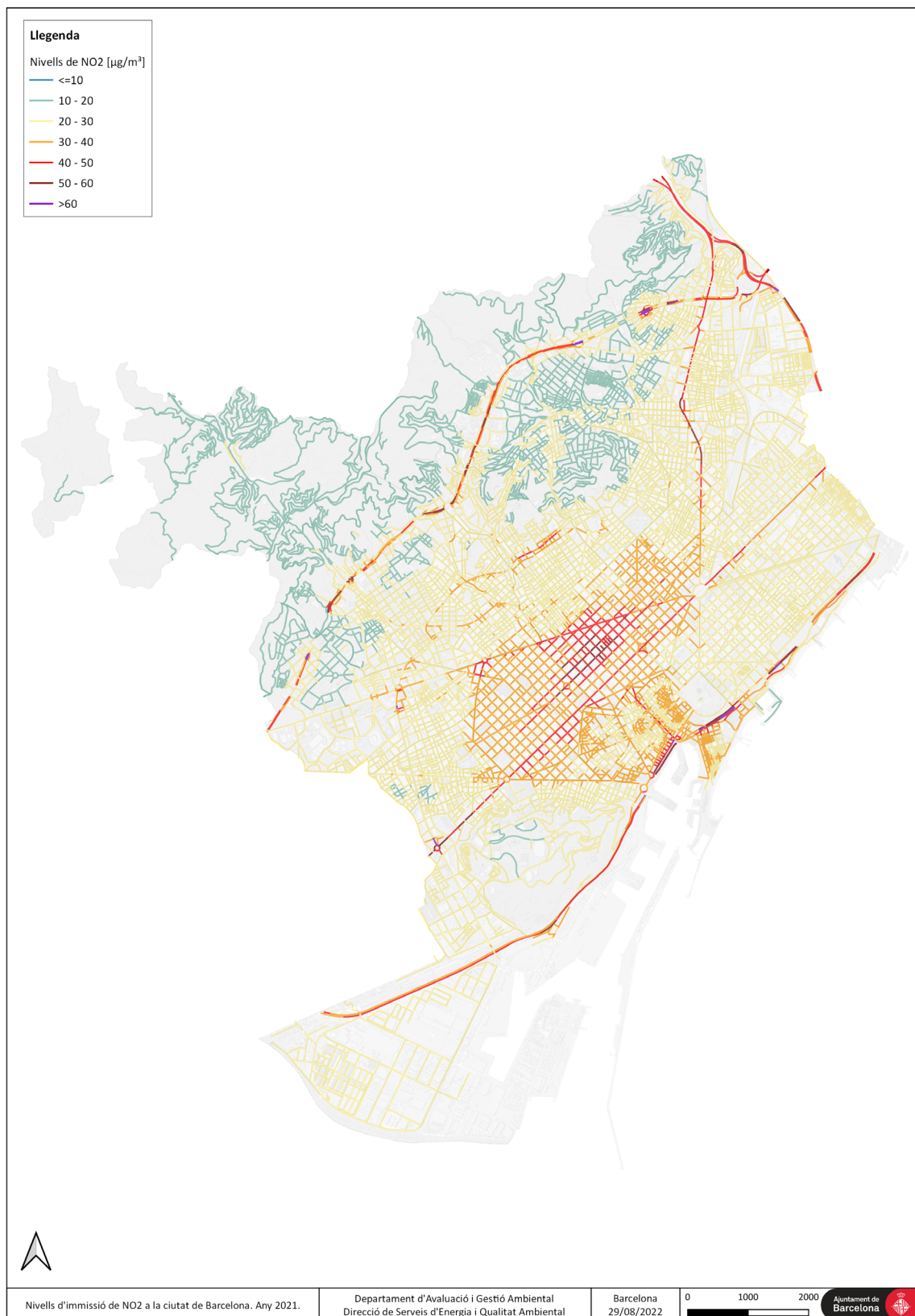


Nota: els intervals indiquen les mitjanes diàries màximes i mínimes mesurades.

## Mapa de la mitjana anual de NO<sub>2</sub>

A la figura 8 es mostra el mapa dels nivells anuals de contaminació de NO<sub>2</sub> per trams de carrer de la ciutat (2021). Aquest mapa d'alta resolució de la contaminació es calcula a partir del model d'immissions de l'Ajuntament de Barcelona i els resultats de les mesures ambientals de la xarxa de vigilància i les avaluacions complementàries realitzades durant l'any amb les unitats mòbils de control atmosfèric i els difusors passius de NO<sub>2</sub>. Durant l'any 2021 es detecta que els nivells es mantenen més baixos que en els anys previs a la pandèmia, i si bé els nivells es mantenen semblants als de l'any 2020, trobem diferències en funció de l'àrea de la ciutat. Tot i que les estacions de trànsit de la ciutat durant el 2021 mostren el compliment del valor límit anual de la UE (40 µg/m<sup>3</sup>), en el mapa s'observa que els carrers del centre de la ciutat, d'elevada intensitat de trànsit, han vist incrementat els nivells respecte a l'any anterior, i s'incrementen els trams lineals amb superació del valor límit de la UE fins el 6% del total (2% l'any 2020). Així mateix, s'estima que cap tram de carrer de la ciutat compleix el nou valor guia anual de l'OMS (10 µg/m<sup>3</sup>).

**Figura 8.** Mitjana anual de NO<sub>2</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) per trams de carrer per a l'any 2021.





## PM<sub>10</sub>

La taula 3 mostra les concentracions de partícules PM<sub>10</sub> a les estacions de la xarxa de vigilància durant el 2021. Si bé es compleix el valor límit anual de la UE (40 µg/m<sup>3</sup>), es segueix superant el nivell guia de l'OMS (15 µg/m<sup>3</sup>) a totes les estacions de la ciutat. Respecte al valor màxim diari, s'ha superat el nivell guia de l'OMS (45 µg/m<sup>3</sup>) i el valor límit diari de la UE (50 µg/m<sup>3</sup>) a totes les estacions de la ciutat, sense arribar a superar-se els 35 dies a l'any permesos per la normativa europea.

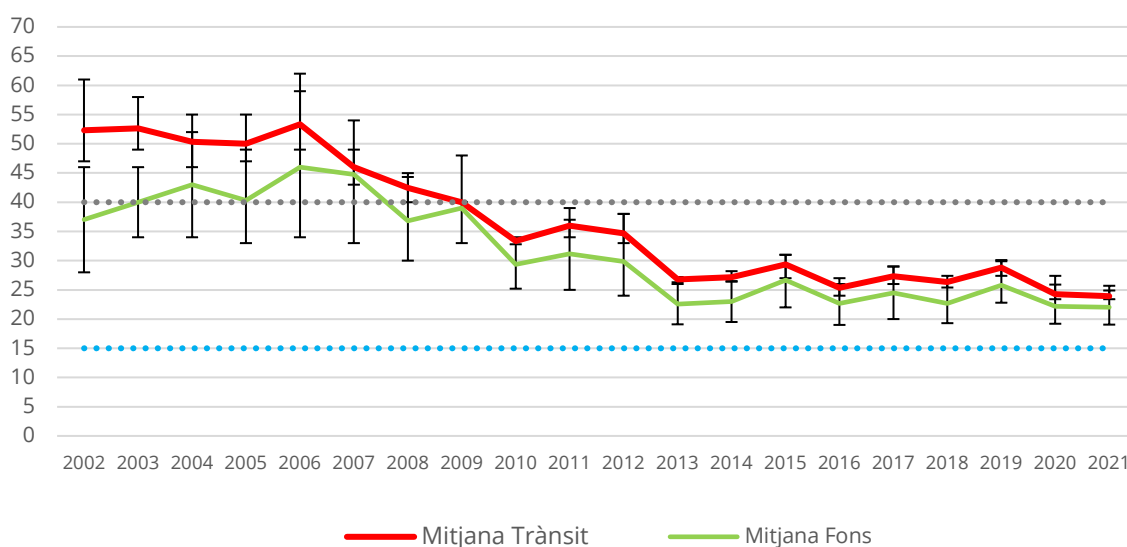
**Taula 3.** Nivells de PM<sub>10</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) a les estacions de la xarxa de vigilància de Barcelona durant el 2021

PM <sub>10</sub> (1) (Dades en µg/m <sup>3</sup> )	Trànsit			Fons urbà					
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Plaça Universitat	Poblenou	Sants	Palau Reial (3)	IES Verdaguer	Zona Universitària	Vall Hebron
<b>Mitjana anual</b>	23	23	25	22	23	17	26	20	19
Nivell guia OMS: 15 µg/m <sup>3</sup> Valor límit UE: 40 µg/m <sup>3</sup>									
<b>Màxim diari</b>	88	111	98	72	89	-	101	114	102
Nivell guia OMS: 45 µg/m <sup>3</sup> Valor límit UE: 50 µg/m <sup>3</sup>									
<b>Núm. de dies que es supera el VLd UE (2)</b>	4	3	6	2	2	3	4	3	3
35 superacions permeses per any									

Nota: En color taronja es mostren les concentracions que superen les guies de l'OMS i en vermell les superacions dels lindars de la UE. (1) Mètode de determinació gravimètric. (2) VLd: Valor límit diari (RD 102/2011). Es permet superar 35 dies a l'any. (3) Mesuraments indicatius amb el monitor automàtic tipus TEOM.

Les partícules PM<sub>10</sub> són una mescla heterogènia de diferents contaminants procedents de diverses fonts d'emissió (trànsit, activitat portuària, obres, indústria, agricultura i ramaderia, resuspensió del sòl, episodis d'intrusió de pols africana o aerosols marins) i poden tenir un origen primari, si s'emeten directament d'una font d'emissió, o secundari, quan es formen a partir de reaccions entre diferents gasos o partícules. Aquesta diversitat de fonts i de reaccions fa que els descensos detectats els darrers anys hagi estat menors que en el cas del NO<sub>2</sub>, molt més influenciat per l'evolució de les emissions del trànsit. Durant els dos darrers anys (2020-2021) els nivells de partícules a les estacions de trànsit i de fons han mantingut nivells semblants al període anterior de 2013-2019, i l'avaluació a la ciutat es manté estable, amb el compliment del valor límit de la UE i la superació permanent del nivell guia de l'OMS (Figura 9).

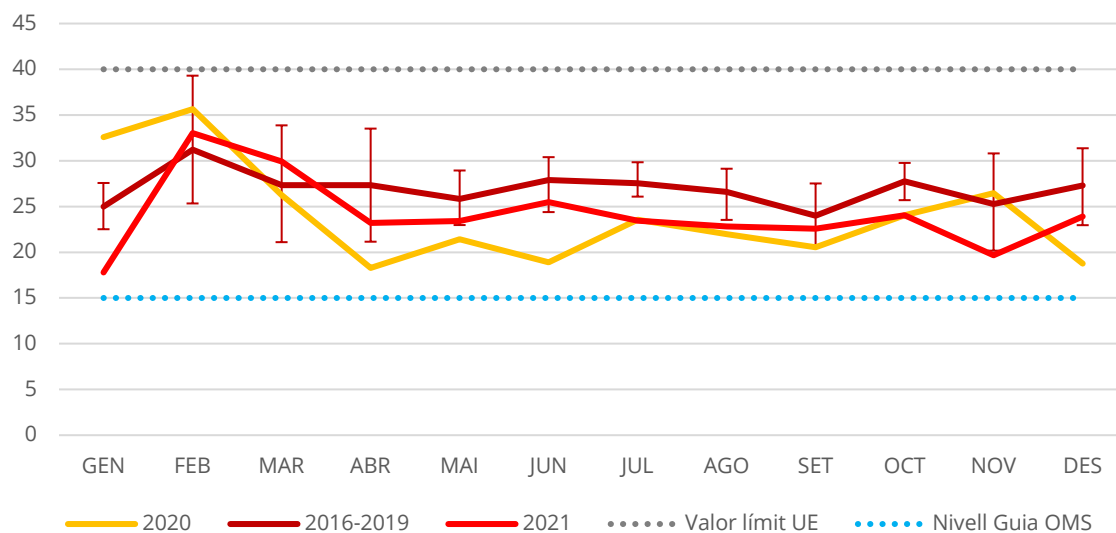
**Figura 9.** Evolució temporal de la mitjana anual agregada per estacions de trànsit i de fons de PM<sub>10</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) pel període 2002-2021 (Dades mètode gravimètric)



Nota: els intervals indiquen les mitjanes anuals màximes i mínimes mesurades.

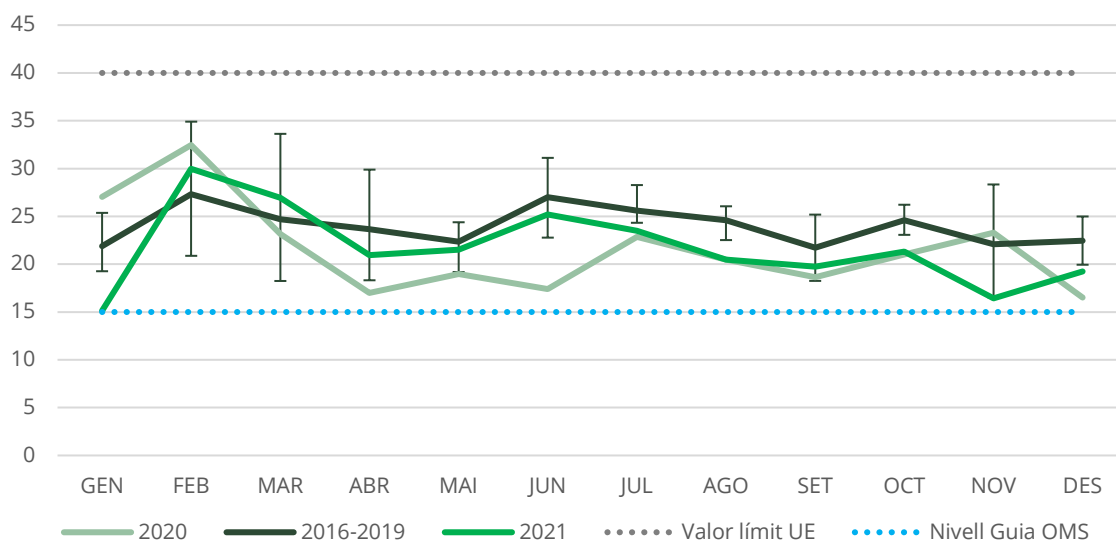
Respecte a l'evolució al llarg dels mesos de l'any 2021 (figura 10 i 11), els nivells de PM<sub>10</sub> s'han mantingut per sobre de l'any 2020 a partir del mes de març que es va declarar l'estat d'alarma per la COVID-19 i fins el mes de juliol, tant a les estacions de trànsit com de fons urbà.

**Figura 10.** Mitjana mensual agregada a les estacions de trànsit de PM<sub>10</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) per als anys 2020 i 2021 i per al període 2016-2019. (Dades mètode gravimètric)



Nota: els intervals indiquen les mitjanes mensuals màximes i mínimes mesurades.

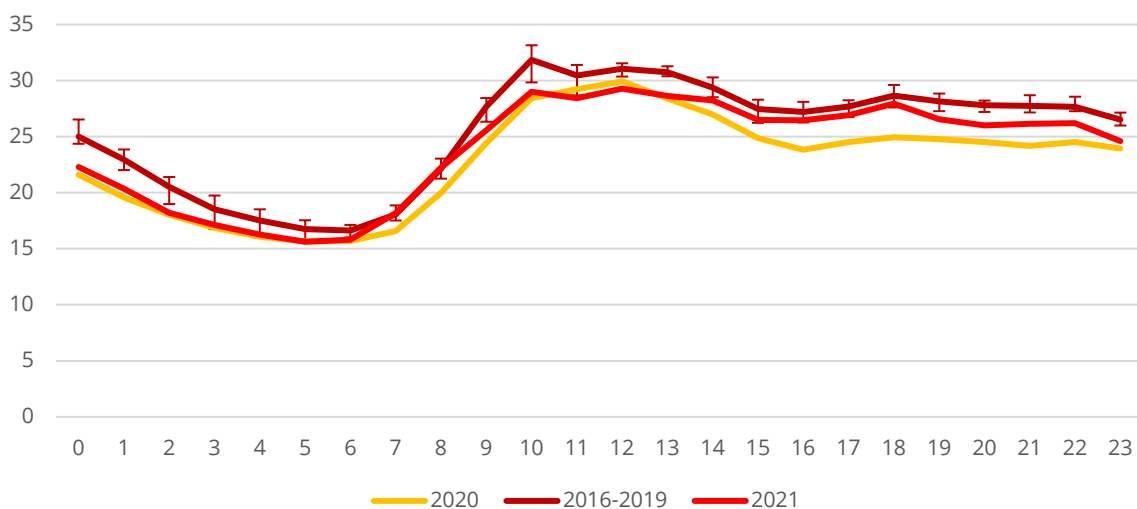
**Figura 11.** Mitjana mensual agregada a les estacions de fons urbà de PM<sub>10</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) per als anys 2020 i 2021 i per al període 2016-2019. (Dades mètode gravimètric)



Nota: els intervals indiquen les mitjanes mensuals màximes i mínimes mesurades.

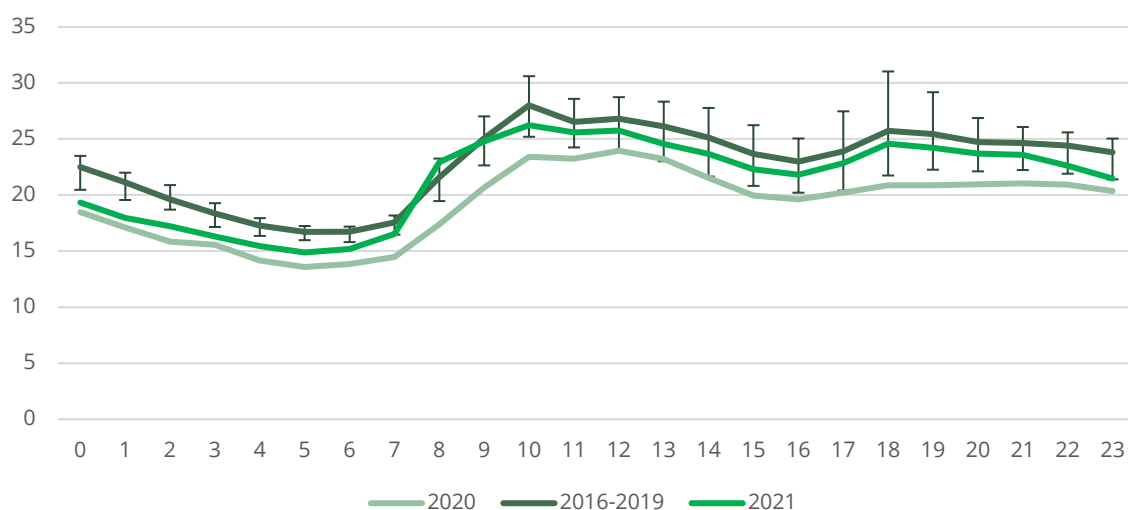
Els pics del perfil diari de PM<sub>10</sub> mostren una relació d'aquest contaminant amb la intensitat de trànsit, però es mantenen més estables al llarg del dia, en comparació al NO<sub>2</sub> (Figura 12 i 13). En els perfils horaris de l'any 2021, es detecta un increment dels nivells respecte a l'any anterior, però sense assolir-se els pics horaris d'entrada de vehicles (de 8 a 10h del matí) i de final de la tarda (de 20 a 22 hores) dels anys previs a la pandèmia, especialment a les estacions de trànsit.

**Figura 12.** Mitjana horària agregada per estacions de trànsit de PM<sub>10</sub>-TEOM (en µg/m<sup>3</sup>) per als anys 2020 i 2021 i per al període 2016-2019.



Nota: els intervals indiquen les mitjanes horàries màximes i mínimes mesurades.

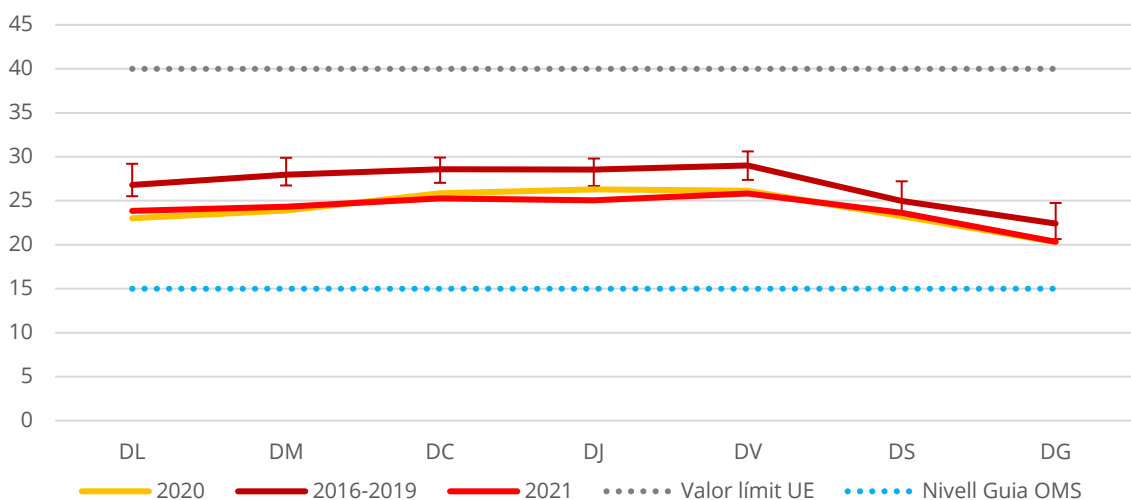
**Figura 13.** Mitjana horària agregada per estacions de fons urbà de PM<sub>10</sub>-TEOM (en µg/m<sup>3</sup>) per als anys 2020 i 2021 i per al període 2016-2019.



Nota: els intervals indiquen les mitjanes horàries màximes i mínimes mesurades.

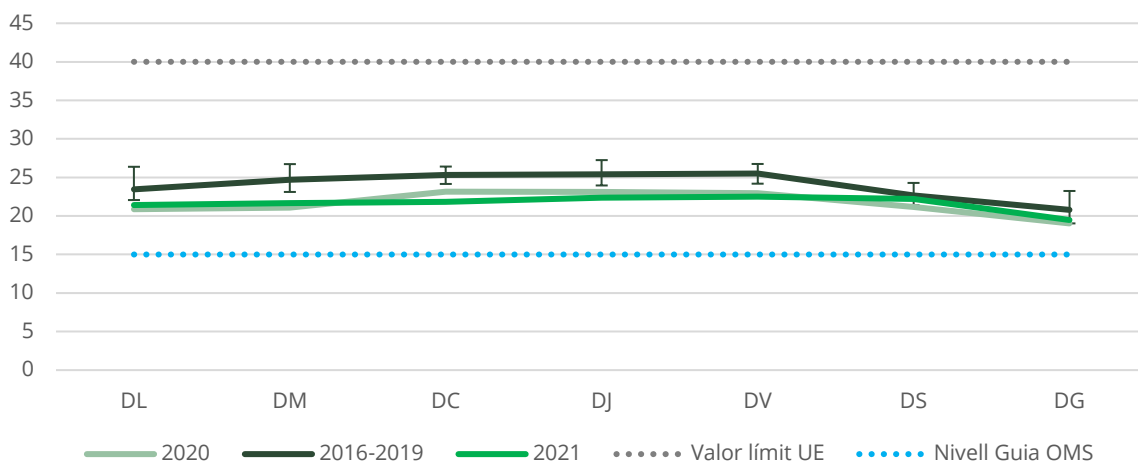
Respecte al perfil setmanal (figura 14 i 15), la mitjana diària de les estacions de trànsit i de fons urbà durant l'any 2021 s'ha mantingut en nivells equivalents a l'any 2020, on es va detectar un descens dels nivells respecte el període anterior (2016-2019). Les mitjanes per dia de la setmana de les estacions de fons urbà tampoc han assolit el compliment del nivell guia anual de l'OMS (15 µg/m<sup>3</sup>).

**Figura 14.** Mitjana diària agregada per estacions de trànsit de PM<sub>10</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) per als anys 2020 i 2021 i per al període 2016-2019. (Dades mètode gravimètric)



Nota: els intervals indiquen les mitjanes diàries màximes i mínimes mesurades.

**Figura 15.** Mitjana diària agregada per estacions de trànsit de PM<sub>10</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) per als anys 2020 i 2021 i per al període 2016-2019. (Dades mètode gravimètric)

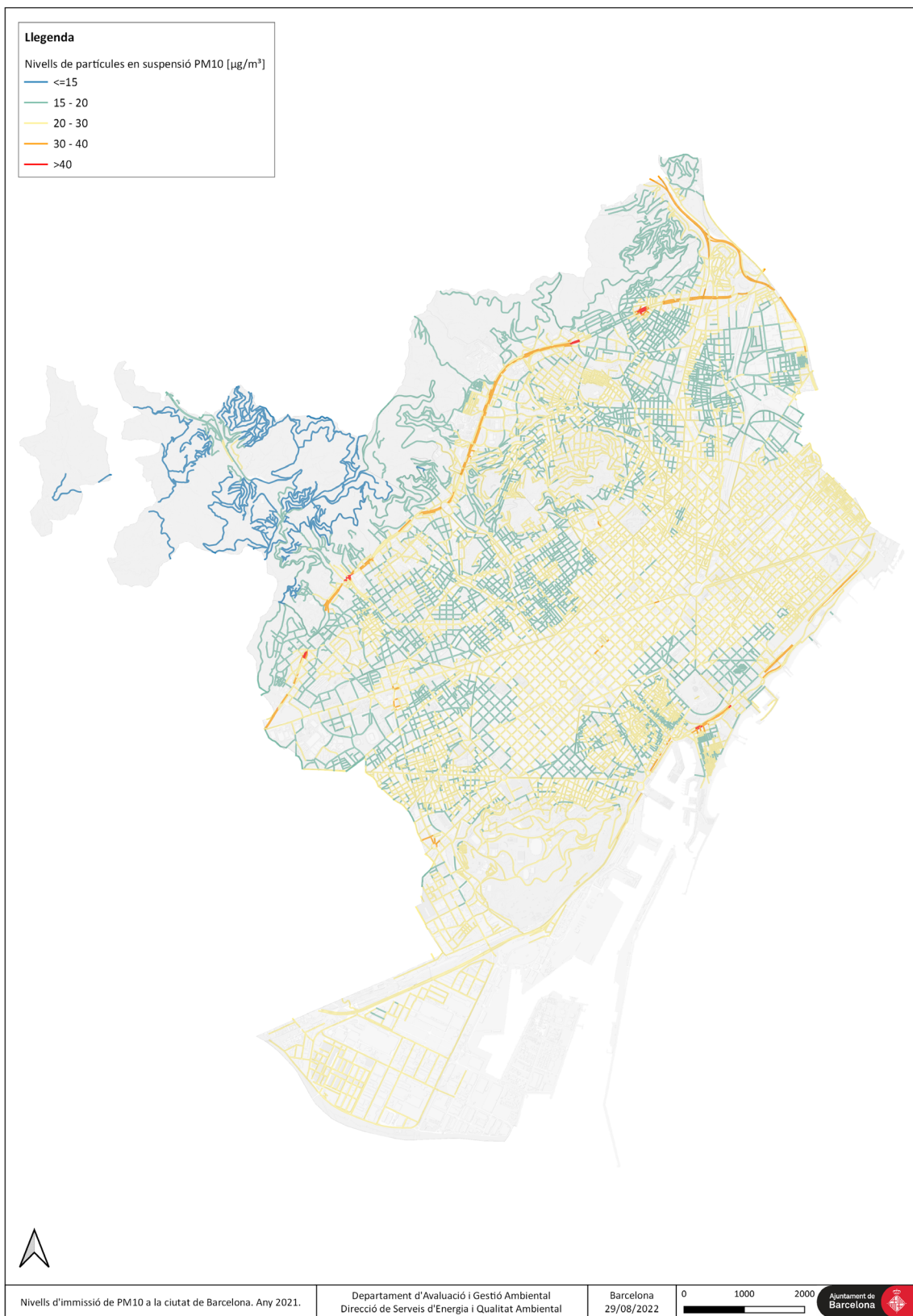


Nota: els intervals indiquen les mitjanes diàries màximes i mínimes mesurades.

## Mapa de la mitjana anual de PM<sub>10</sub>

A la figura 16 es mostra el mapa dels nivells anuals de contaminació de PM<sub>10</sub> per trams de carrer de la ciutat (2021). Aquest mapa d'alta resolució de la contaminació es calcula a partir del model d'immissions de l'Ajuntament de Barcelona i els resultats de les mesures ambientals de la xarxa de vigilància i les avaluacions complementàries realitzades durant l'any amb les unitats mòbils de control atmosfèric. Durant l'any 2021 els nivells s'han mantingut equivalents als de l'any anterior. S'estima que només en el 5% del metres lineals de carrers de la ciutat es compleix el nou nivell guia de l'OMS (15 µg/m<sup>3</sup>).

**Figura 16.** Mitjana anual de PM<sub>10</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) per trams de carrer per a l'any 2021.





## PM<sub>2,5</sub>

A la taula 4 es mostren les concentracions de partícules PM<sub>2,5</sub>. Durant l'any 2021 es compleix el valor límit anual (25 µg/m<sup>3</sup>) de la normativa de la UE (límit legal) a totes les estacions de la ciutat. Respecte els valors de l'OMS, es supera el nivell guia anual (5 µg/m<sup>3</sup>) i el nivell màxim diari (25 µg/m<sup>3</sup>) a totes les estacions de la ciutat.

**Taula 4.** Nivells de PM<sub>2,5</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) a les estacions de vigilància de Barcelona durant el 2021.

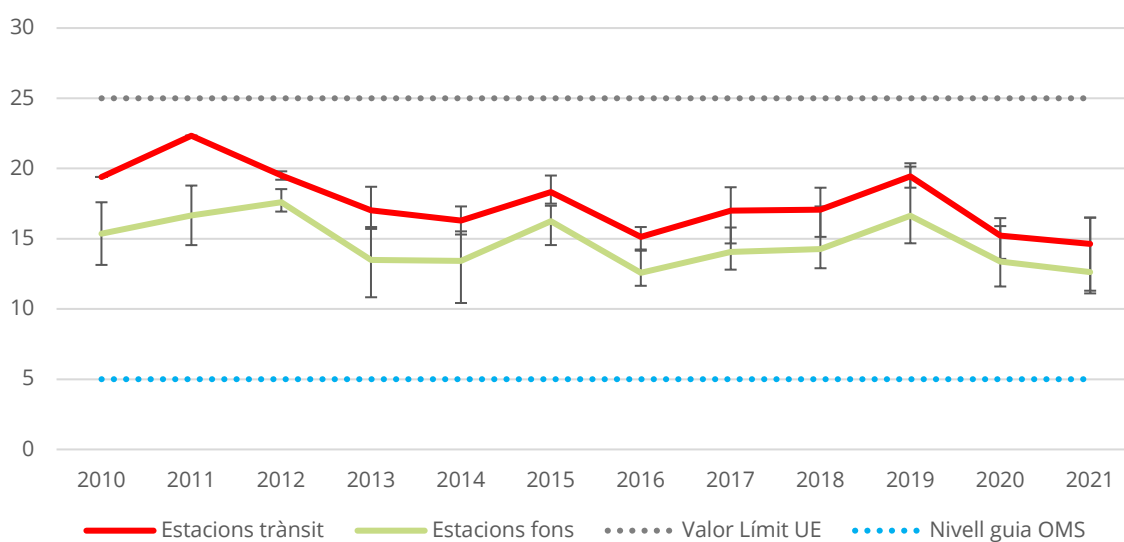
PM <sub>2,5</sub> (1) (Dades en µg/m <sup>3</sup> )	Trànsit			Fons urbà		
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Plaça Universitat	Poblenou	Zona Universitària	Vall d'Hebron
<b>Mitjana anual</b>	15	13	16	15	12	11
Nivell guia OMS: 5 µg/m <sup>3</sup> Valor límit UE: 25 µg/m <sup>3</sup>						
Màxim diari	52	31	64	36	59	33
Nivell guia OMS: 25 µg/m <sup>3</sup>						
Núm. dies que es supera el valor màxim diari	13	2	19	16	3	3

Nota: En color taronja es mostren les concentracions que superen les guies de l'OMS i en vermell les superacions dels límits de la UE.

(1) Mètode de determinació gravimètric.

La mitjana anual de les partícules  $PM_{2,5}$  es manté per sobre del nivell guia de l'OMS ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) durant el període 2010-2021, i per contra compleix el valor límit anual menys estricte de la normativa europea (Figura 17). Amb l'arribada de la pandèmia, els nivells van trencar la tendència a l'increment detectat a partir de l'any 2016. Tanmateix, la tendència general és a una estabilitat dels nivells durant el període 2013-2021.

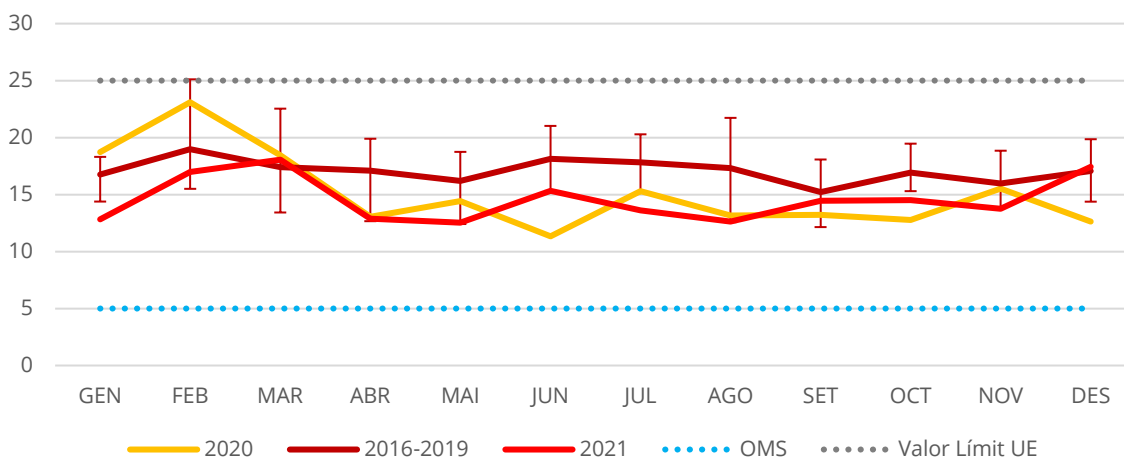
**Figura 17.** Evolució temporal de la mitjana anual agregada per estacions de trànsit i de fons de  $PM_{2,5}$  (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pel període 2010-2021. (Dades mètode gravimètric)



Nota: els intervals indiquen les mitjanes mensuals màximes i mínimes mesurades.

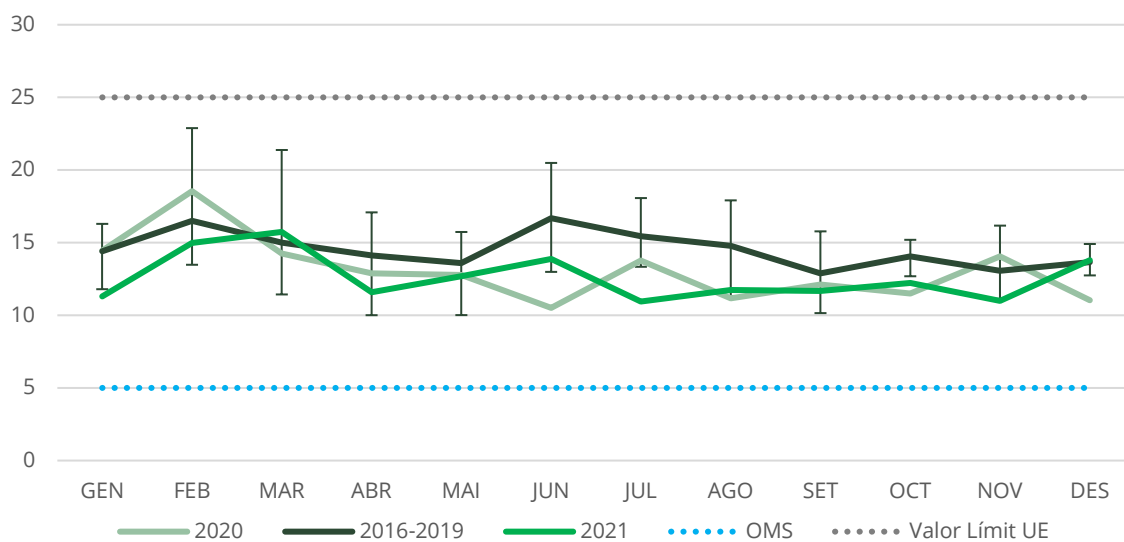
La comparació del perfil mensual (figura 18 i 19) de l'any 2021 mostra una estabilitat dels nivells, tant en estacions de trànsit com de fons urbà, a partir de la declaració de l'estat d'alarma del mes de març de l'any 2020. Els nivells mensuals han disminuït respecte el període anterior a la pandèmia (2016-2019), si bé no s'ha assolit el compliment del nivell guia anual de l'OMS ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en cap dels mesos dels anys d'avaluació.

**Figura 18.** Mitjana mensual agregada per estacions de trànsit de PM<sub>2.5</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) per als anys 2020 i 2021 i per al període 2016-2019. (Dades mètode gravimètric)



Nota: els intervals indiquen les mitjanes mensuals màximes i mínimes mesurades.

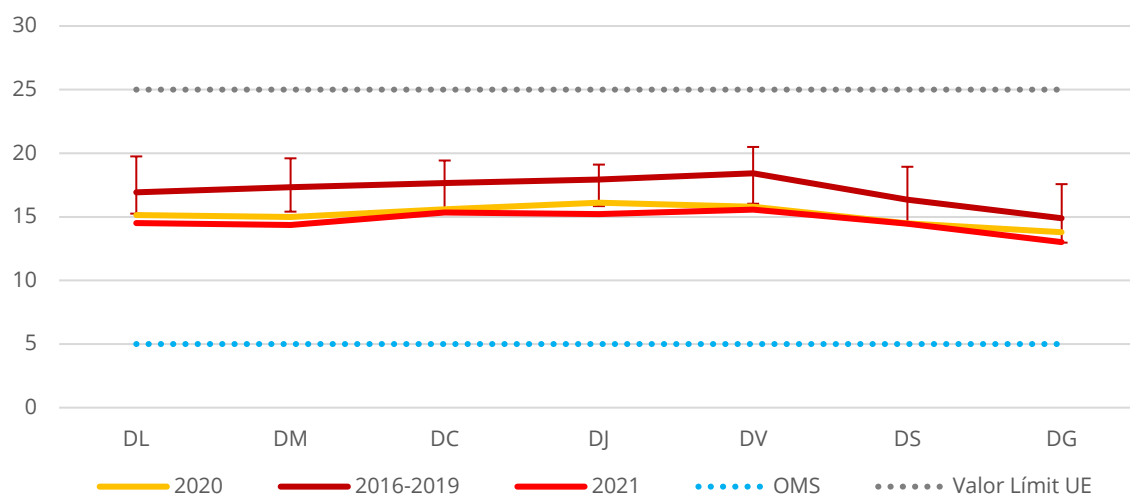
**Figura 19.** Mitjana mensual agregada per estacions de fons urbà de PM<sub>2.5</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) per als anys 2020 i 2021 i per al període 2016-2019. (Dades mètode gravimètric)



Nota: els intervals indiquen les mitjanes mensuals màximes i mínimes mesurades.

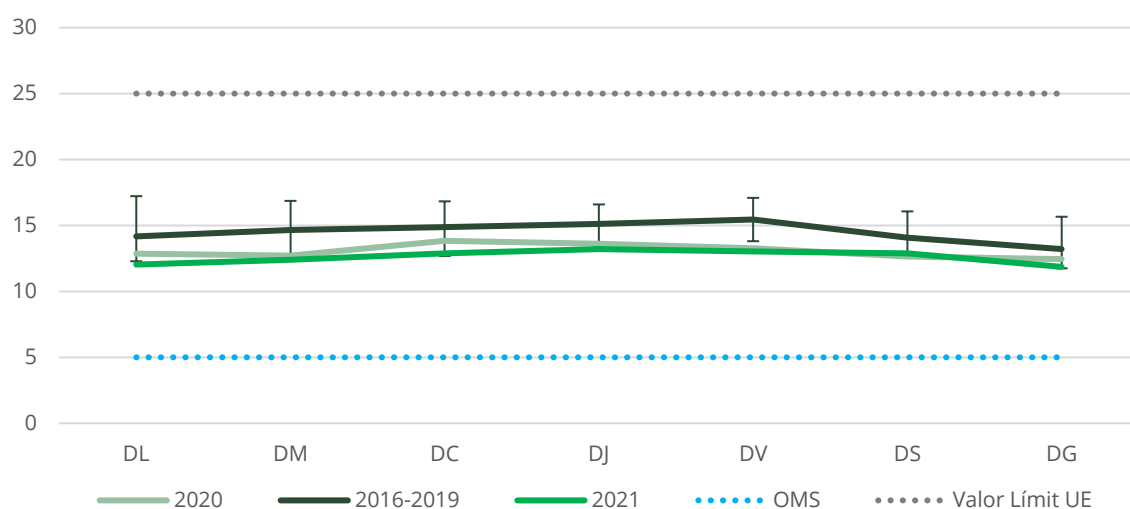
Respecte a l'evolució diària, els nivells durant l'any 2021 també es mantenen estables respecte l'any 2020 i per sota de la mitjana dels 4 anys anteriors (figura 20 i 21) tant a les estacions de trànsit com de fons urbà.

**Figura 20.** Mitjana diària agregada per estacions de trànsit de PM<sub>2.5</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) per als anys 2020 i 2021 i per al període 2016-2019. (Dades mètode gravimètric)



Nota: els intervals indiquen les mitjanes diàries màximes i mínimes mesurades.

**Figura 21.** Mitjana diària agregada per estacions de fons urbà de PM<sub>2.5</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) per als anys 2020 i 2021 i per al període 2016-2019. (Dades mètode gravimètric)

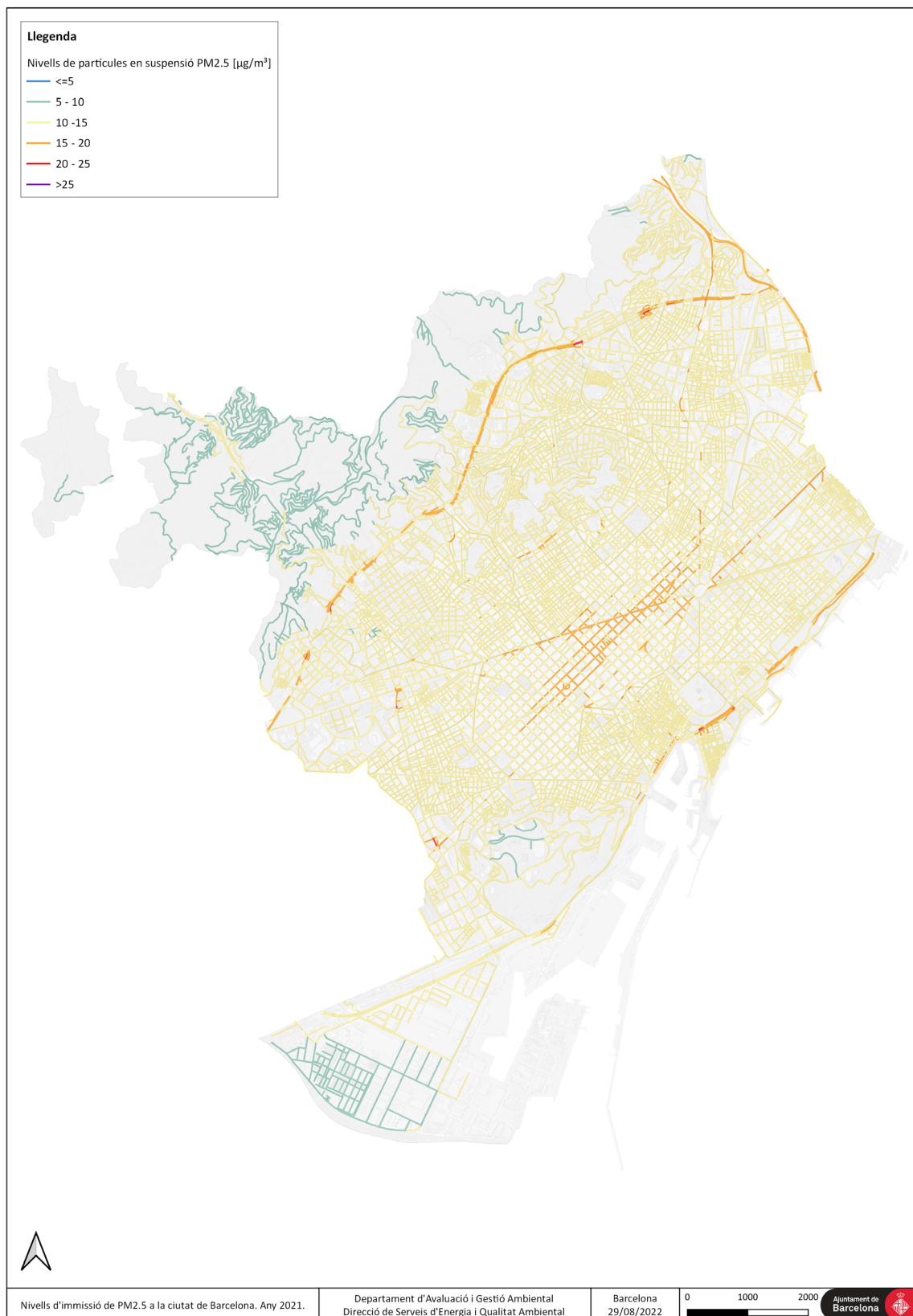


Nota: els intervals indiquen les mitjanes diàries màximes i mínimes mesurades.

## Mapa de la mitjana anual de PM<sub>2.5</sub>

A la figura 22 es mostra el mapa dels nivells anuals de contaminació de PM<sub>2.5</sub> per trams de carrer de la ciutat (2021). Aquest mapa d'alta resolució de la contaminació es calcula a partir del model d'immissions de l'Ajuntament de Barcelona i els resultats de les mesures ambientals de la xarxa de vigilància i les avaluacions complementàries realitzades durant l'any amb les unitats mòbils de control atmosfèric. Durant l'any 2021, tot i el compliment del valor límit de la UE (25 µg/m<sup>3</sup>), el 100% dels metres lineals de carrers de la ciutat superen el nou nivell guia de l'OMS (5 µg/m<sup>3</sup>).

**Figura 22.** Mitjana anual de PM<sub>2.5</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) per trams de carrer per a l'any 2021.



## Carboni negre (*Black carbon*)

Per primer any, aquest informe aporta dades dels nivells de carboni negre (*black carbon* en la terminologia anglesa) a la ciutat. Les mesures de carboni negre provenen de dues estacions de la ciutat, una de trànsit intens (estació de l'Eixample) i una segona de fons urbà (estació de Vall Hebron).

A la taula 5 es mostren les concentracions de carboni negre a les dues estacions. La mitjana anual a l'estació de trànsit és força superior a la de fons. Aquest contaminant forma part de les partícules en suspensió (PM<sub>2,5</sub> i PM<sub>10</sub>) i, en el cas dels entorns urbans, està molt relacionat amb la combustió dels vehicles, especialment dels vehicles dièsel, i en menor mesura, a la crema de biomassa.

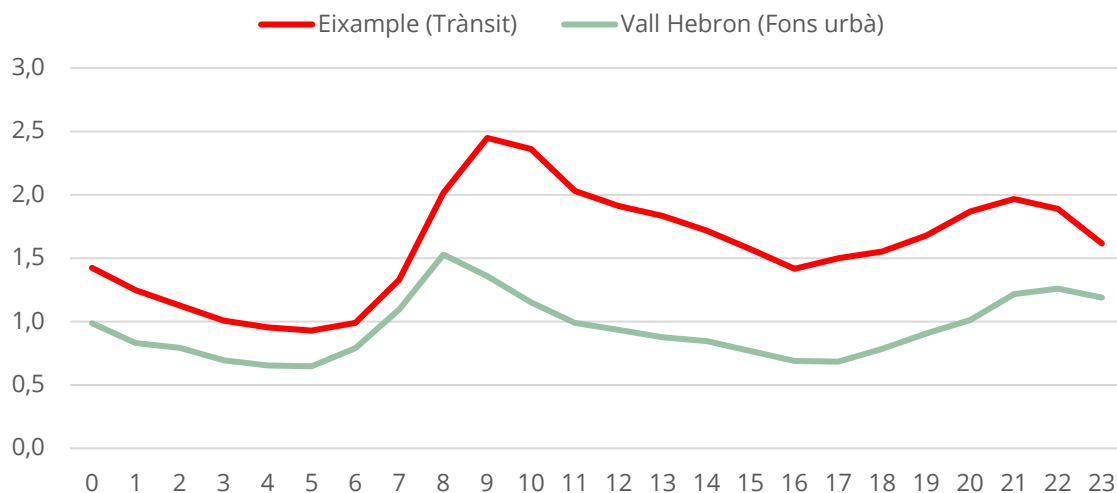
Segons dades de l'Institut de Diagnòstic Ambiental i Estudis de l'Aigua (IDAEA-CSIC)<sup>6</sup>, els nivells d'aquest contaminant s'han reduït un 69% a la ciutat durant el període 2007-2019, degut a la progressiva renovació del parc de vehicles amb la millora tecnològica de les emissions dels vehicles dièsel EURO5 i EURO6 respecte les normatives anteriors. Els nivells mesurats en una estació de fons urbà de la ciutat van ser de 1,47 µg/m<sup>3</sup> de mitjana durant el període 2016-2019. A partir de la pandèmia, els nivells d'aquest contaminant van disminuir de manera important degut a la reducció de la mobilitat i també, per l'entrada en vigor de la Zona de Baixes Emissions durant l'any 2020, que prohibia l'accés a l'interior de la ciutat de turismes dièsel anteriors a l'any 2006.

**Taula 5.** Concentracions mitjanes de carboni negre (en µg/m<sup>3</sup>) a les estacions de vigilància de Barcelona durant el 2021.

<b>Carboni negre</b> (Dades en µg/m <sup>3</sup> )	<b>Trànsit</b>	<b>Fons urbà</b>
	<b>Eixample</b>	<b>Vall d'Hebron</b>
<b>Mitjana anual</b>	1,60	0,95

Tal i com mostra la figura 23, el perfil diari del carboni negre està molt influenciat per l'evolució del trànsit a la ciutat, amb pics de concentració durant les hores de major intensitat d'entrada i sortida de vehicles.

**Figura 23.** Mitjana horària per estacions de carboni negre (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per a l'any 2021.



## Resta de contaminants

Respecte a la resta de contaminants avaluats, les concentracions durant l'any 2021 s'han reduït respecte els nivells anteriors a la pandèmia, però es mantenen en nivells semblants a l'any 2020.

Respecte a l'ozó, es manté la superació del valor guia màxim 8h de l'OMS ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a totes les estacions de la ciutat, tot i que aquest any no s'ha superat el llindar d'informació horària de la UE ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Les concentracions de resta de contaminants regulats (As, Ni, Cd, Pb, benzè, CO, SO<sub>2</sub> i benzo[a]pirè) es mantenen per sota dels valors guia de l'OMS i els valors límit o objectiu establerts per la UE.



## Ozó

**Taula 6.** Nivells d'O<sub>3</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) a les estacions de vigilància de Barcelona durant el 2021.

O <sub>3</sub> (Dades en µg/m <sup>3</sup> )	Trànsit		Fons urbà		
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Palau Reial	Ciutadella	Vall d'Hebron
<b>Mitjana anual</b>	43	47	55	48	53
<b>Màxim 8-horari</b>	106	112	120	116	129
Nivell guia OMS: 100 µg/m <sup>3</sup> · Valor objectiu UE:120 µg/m <sup>3</sup>					
Núm. de dies amb superacions màxim 8-horari <sup>(1)</sup>	1	1	4	2	4
Mitjana del nombre de dies amb superacions (2019-2021) · Es permet superar 25 dies de mitjana					
Màxim horari	118	122	130	126	145
Núm. de superacions del llindar horari d'Informació	0	0	0	0	0
Llindar Informació Població:180 µg/m <sup>3</sup>					
Núm. de superacions del llindar horari d'Alerta	0	0	0	0	0
Llindar Alerta Població:240 µg/m <sup>3</sup>					

Nota: En color taronja es mostren les concentracions que superen les guies de l'OMS i en vermell les superacions dels llindars de la UE. (1) Màxim 8-horari (RD 102/2011). No podrà superar-se més de 25 dies per any, com a mitjana d'un període de tres anys.

## Benzè

**Taula 7.** Nivells de benzè (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a les estacions de vigilància de Barcelona durant el 2021

Benzè (Dades en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Trànsit		Fons urbà	
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Poblenou	Vall d'Hebron
<b>Màxim anual</b>	1,7	1,6	1,2	1,0

OMS:  $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  · Valor límit UE:  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Nota: En color taronja es mostren les concentracions que superen les guies de l'OMS i en vermell les superacions dels límits de la UE.

## Benzo(a)pirè

**Taula 8.** Nivells de benzo(a)pirè (en  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) a les estacions de vigilància de Barcelona durant el 2021

Benzo(a)pirè (Dades en $\text{ng}/\text{m}^3$ )	Trànsit			Fons urbà				
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Plaça Universitat	Poblenou	Sants	IES Verdaguer	Zona Universitària	Vall Hebron
<b>Mitjana anual</b>	0,10	0,07	0,09	0,11	0,07	0,07	0,06	0,07

OMS:  $0,12 \text{ng}/\text{m}^3$  · Valor Objectiu UE:  $1 \text{ng}/\text{m}^3$

Nota: En color taronja es mostren les concentracions que superen les guies de l'OMS i en vermell les superacions dels límits de la UE.

## Metalls pesants

**Taula 9.** Nivells de metalls pesants (en ng/m<sup>3</sup>) a les estacions de vigilància de Barcelona durant el 2021

Metalls pesants (Dades en µg/m <sup>3</sup> )	Trànsit			Fons urbà				
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Plaça Universitat	Poblenou	Sants	IES Verdaguer	Zona Universitària	Vall Hebron
<b>As - Mitjana anual</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Nivell guia OMS: 6,6 ng/m <sup>3</sup> · Valor Objectiu (2013):6 ng/m <sup>3</sup>								
<b>Cd - Mitjana anual</b>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Nivell guia OMS: 5 ng/m <sup>3</sup> · Valor Objectiu (2013):5 ng/m <sup>3</sup>								
<b>Ni - Mitjana anual</b>	2,8	2,3	2,6	2,4	2,3	2,5	2,2	2,2
Nivell guia OMS: 25 ng/m <sup>3</sup> · Valor Objectiu (2013):20 ng/m <sup>3</sup>								

Nota: En color taronja es mostren les concentracions que superen les guies de l'OMS i en vermell les superacions dels líndars de la UE.

## Plom

**Taula 10.** Nivells de plom (en µg/m<sup>3</sup>) a les estacions de vigilància de Barcelona durant el 2021

Pb (Dades en µg/m <sup>3</sup> )	Trànsit			Fons urbà					
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Plaça Universitat	Poblenou	Sants	IES Verdaguer	IES Goya	Zona Universitària	Vall Hebron
<b>Pb - Mitjana anual</b>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Nivell guia OMS: 0,5 µg/m <sup>3</sup> · Valor límit UE: 0,5 µg/m <sup>3</sup>									

Nota: En color taronja es mostren les concentracions que superen les guies de l'OMS i en vermell les superacions dels líndars de la UE.

## Monòxid de carboni

**Taula 11.** Nivells de monòxid de carboni (en mg/m<sup>3</sup>) a les estacions de vigilància de Barcelona durant el 2021

CO (Dades en µg/m <sup>3</sup> )	Trànsit		Fons urbà	
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Palau Reial	Vall d'Hebron
<b>Mitjana anual</b>	0,3	0,3	0,2	0,3
<b>Màxim 8-horari</b>	1,6	1,7	0,8	2,2
Nivell guia OMS: 10 mg/m <sup>3</sup> Valor límit: 10 mg/m <sup>3</sup>				
<b>Màxim horari</b>	2,7	2,4	1,4	3,9
Nivell guia OMS: 30 mg/m <sup>3</sup>				

Nota: En color taronja es mostren les concentracions que superen les guies de l'OMS i en vermell les superacions dels líndars de la UE.

## Diòxid de sofre

**Taula 12.** Nivells de diòxid de sofre (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a les estacions de vigilància de Barcelona durant el 2021

SO <sub>2</sub> (Dades en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Trànsit		Fons urbà	
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Palau Reial	Vall d'Hebron
<b>Mitjana anual</b>	2	1	1	1
<b>Màxim diari</b>	5	4	3	2
Nivell guia OMS: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Valor límit: 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
<b>Núm. de dies amb superacions del VLd (1)</b>	0	0	0	0
No es podrà superar en més de 3 ocasions per any				
<b>Màxim horari</b>	23	6	5	8
Valor límit horari UE: 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
<b>Núm. de superacions del VLh (2)</b>	0	0	0	0
No es podrà superar en més de 24 ocasions per any				

Nota: En color taronja es mostren les concentracions que superen les guies de l'OMS i en vermell les superacions dels llindars de la UE. (1) VLd: Valor límit diari (RD 102/2011). Es permet superar 3 dies a l'any. (2) VLh: Valor límit horari (RD 102/2011). Es permet superar 24 hores a l'any.

## Resum del compliment dels llindars

A continuació es mostra un resum del compliment dels valors guia de l'OMS i de la normativa per als contaminants avaluats, a les estacions de trànsit i de fons urbà durant el 2021 (Taula 13). La publicació de les noves guies de l'OMS fa que la superació dels nivells dels contaminants crítics a la ciutat (NO<sub>2</sub> i partícules) sigui molt superior a la de les avaluacions dels anys anteriors.

**Taula 13.** Nivell de compliment dels valors de referència de la UE i de l'OMS de les concentracions mitjanes agregades en les estacions de mesurament en funció de la intensitat de trànsit (trànsit interns o fons) durant l'any 2021. Nota: Quan existeix alguna superació s'indica entre parèntesi la seva magnitud (% de superació de la concentració respecte al valor llindar).

Contaminant	Trànsit		Fons	
	OMS	UE	OMS	UE
Mitjana anual NO <sub>2</sub>	Supera (245%)	No es supera	Supera (122%)	No es supera
Mitjana anual PM <sub>10</sub>	Supera (59%)	No es supera	Supera (47%)	No es supera
Mitjana anual PM <sub>2,5</sub>	Supera (192%)	No es supera	Supera (152%)	No es supera
Mitjana anual benzè	No es supera	No es supera	No es supera	No es supera
Mitjana anual benzo(a)pirè	No es supera	No es supera	No es supera	No es supera
Màxim 8-horari d'ozó	Supera (9%)	No es supera	Supera (22%)	Supera (1%)
Llindar d'informació horari d'ozó	-	No es supera	-	No es supera
Llindar d'alerta horari d'ozó	-	No es supera	-	No es supera
Màxim diari SO <sub>2</sub>	No es supera	No es supera	No es supera	No es supera
Màxim horari SO <sub>2</sub>	-	No es supera	-	No es supera
Màxim 8-horari CO	No es supera	No es supera	No es supera	No es supera
Màxim horari CO	No es supera	No es supera	No es supera	No es supera
Mitjana anual As	No es supera	No es supera	No es supera	No es supera
Mitjana anual Cd	No es supera	No es supera	No es supera	No es supera
Mitjana anual Ni	No es supera	No es supera	No es supera	No es supera
Mitjana anual Pb	No es supera	No es supera	No es supera	No es supera

---

# Exposició a la contaminació

---

## Context

L'avaluació de la qualitat de l'aire, d'acord amb la normativa que s'ha descrit en els apartats anteriors, es realitza en punts de mesurament fix adscrits a la xarxa de vigilància i previsió de la contaminació atmosfèrica (veure Annex I). Les mesures de la xarxa de vigilància són representatives de les diferents situacions d'emissió i dispersió dels contaminants atmosfèrics que podem trobar en els carrers de la ciutat. Així, les mesures d'una única estació de control atmosfèric no representen la qualitat de l'aire de tot un districte o barri, sinó que són representatives de la contaminació en les diferents tipologies de carrers de la ciutat, amb més o menys trànsit. És per això que parlem d'estacions de trànsit i d'estacions de fons. Per tant, els nivells mesurats en el conjunt de la xarxa de vigilància responen a diferents realitats de contaminació i acaben representant les diferents situacions de contaminació que podem trobar a la ciutat de Barcelona. L'ASPB complementa aquestes mesures en les estacions de la xarxa de vigilància amb estudis i avaluacions realitzades en altres localitzacions de la ciutat amb unitats mòbils de control atmosfèric i amb campanyes específiques de difusors passius de mesura de l'NO<sub>2</sub>.

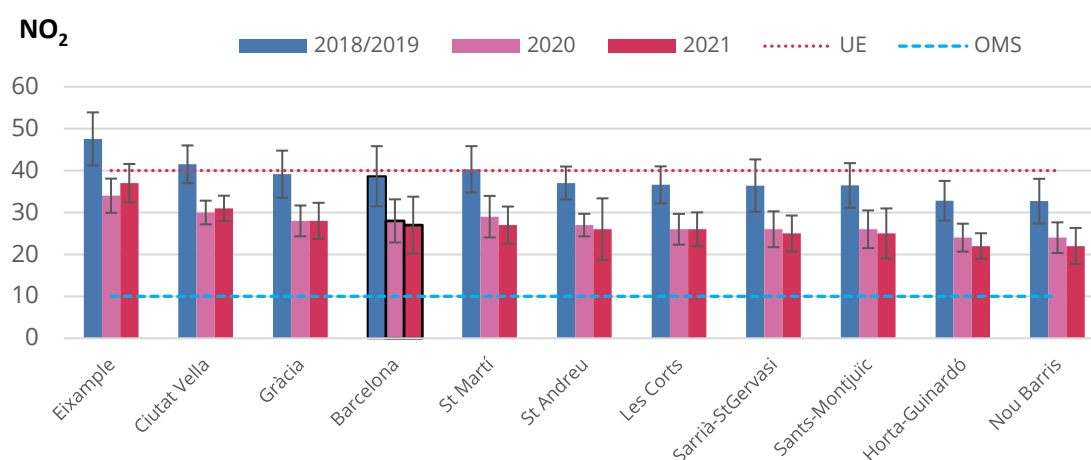
A partir del mapa d'alta resolució de la contaminació de NO<sub>2</sub> i PM<sub>2,5</sub> als carrers de la ciutat l'any 2021 i el padró de població, es pot estimar el nivell d'exposició a la contaminació de cada persona de la ciutat segons l'adreça del seu habitatge. A partir d'aquestes dades, s'ha calculat la mitjana de la concentració anual de NO<sub>2</sub> i PM<sub>2,5</sub> ponderada per la població a la ciutat i per cadascun dels deu districtes. D'aquesta manera, la mitjana poblacional de contaminació (o mitjana ponderada per població) té en compte la distribució dels habitants dins la ciutat, que en el cas de Barcelona es caracteritza per tenir més densitat de població al centre de la ciutat que en parts perifèriques com Collserola.

En aquest informe es presenten els resultats d'exposició de la població a l'NO<sub>2</sub> i les partícules PM<sub>2,5</sub> ja que aquests són els contaminants més rellevants per la salut, pels quals posteriorment se n'estima l'impacte en salut a la ciutat. El nivells d'exposició del 2021 es comparen amb els nivells d'exposició del 2020, quan va començar la pandèmia per COVID-19, i amb els nivells del període 2018-2019, previs a la pandèmia i que representen els nivells habituals de contaminació a la ciutat. A diferència de l'apartat anterior on es descriuen els nivells mesurats a la xarxa, aquí no s'ha pogut comparar el nivell d'exposició amb el període 2016-2019, ja que pels anys 2016 i 2017 encara no es disposava dels mapes de contaminació de la ciutat que es necessiten per estimar l'exposició de la població.

## NO<sub>2</sub>

La mitjana poblacional de NO<sub>2</sub> per tota la ciutat de Barcelona va ser de 27 µg/m<sup>3</sup> durant el 2021, gairebé igual que el 2020, quan va ser de 28 µg/m<sup>3</sup>. Aquests valors dels anys afectats per la pandèmia, són un 28% menors que els anys anteriors (2018-2019). A la figura 24 es mostra els valors d'exposició a NO<sub>2</sub> a cada districte i en el conjunt de la ciutat durant aquests anys. En la majoria de districtes, els nivells de NO<sub>2</sub> del 2021 han estat iguals o lleugerament inferiors que durant el 2020. El districte de l'Eixample ha tingut una recuperació més gran en els nivells de NO<sub>2</sub> durant el 2021 (3 µg/m<sup>3</sup>) que la resta de la ciutat. Tot i la forta reducció durant els últims 2 anys, l'exposició a NO<sub>2</sub> a la ciutat continua estant molt per sobre del valor guia de protecció de la salut de l'OMS (actualitzat el 2021) de 10 µg/m<sup>3</sup>.

**Figura 24.** Mitjanes poblacionals de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) als districtes de Barcelona i al total de la ciutat durant el període 2018-2019, l'any 2020 i l'any 2021.

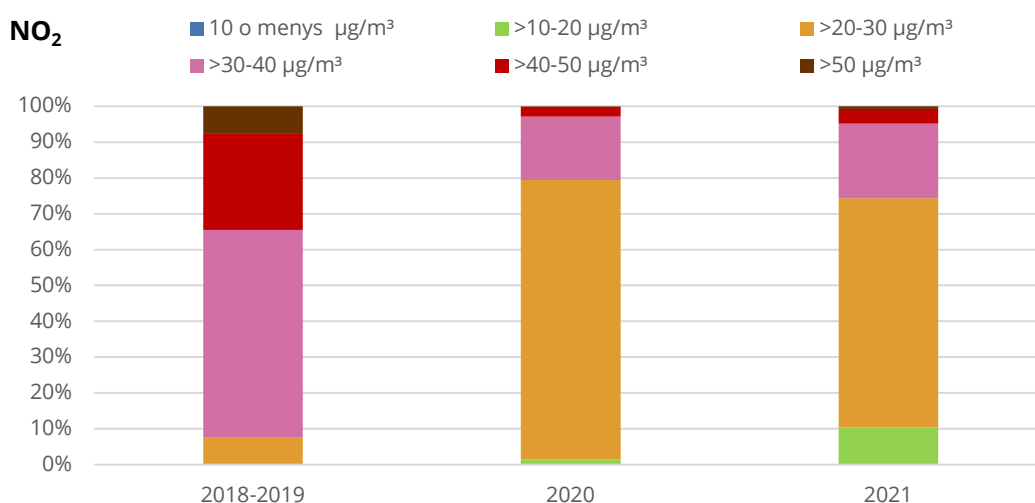


Nota: Els intervals indiquen la desviació estàndard.

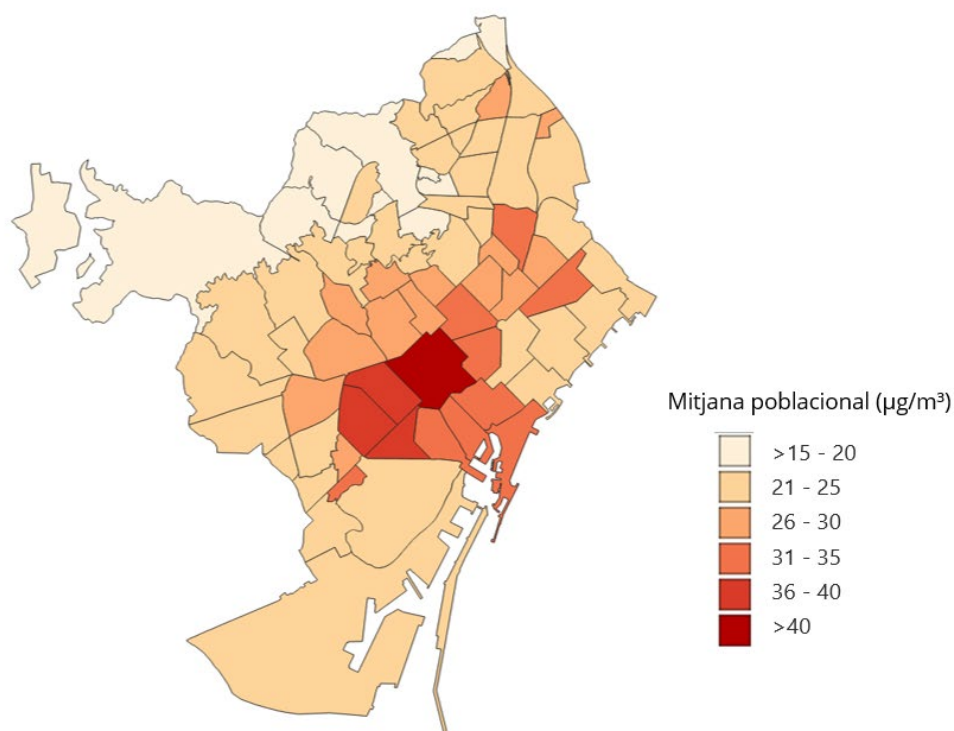


Tot i que la mitjana poblacional de NO<sub>2</sub> per tota la ciutat és força similar durant el 2020 i el 2021, durant el 2021 augmenta el percentatge de població exposada tant a concentracions elevades com a concentracions baixes (Figura 25). El 5% de la població ha estat exposada a nivells per sobre del límit legal de NO<sub>2</sub> durant el 2021. El 95% està dins dels nivells legals de la UE i un 10% està a nivells propers als recomanats per l'OMS.

**Figura 25.** Percentatge de població exposada a diferents intervals de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) durant el període 2018-2019, l'any 2020 i l'any 2021.



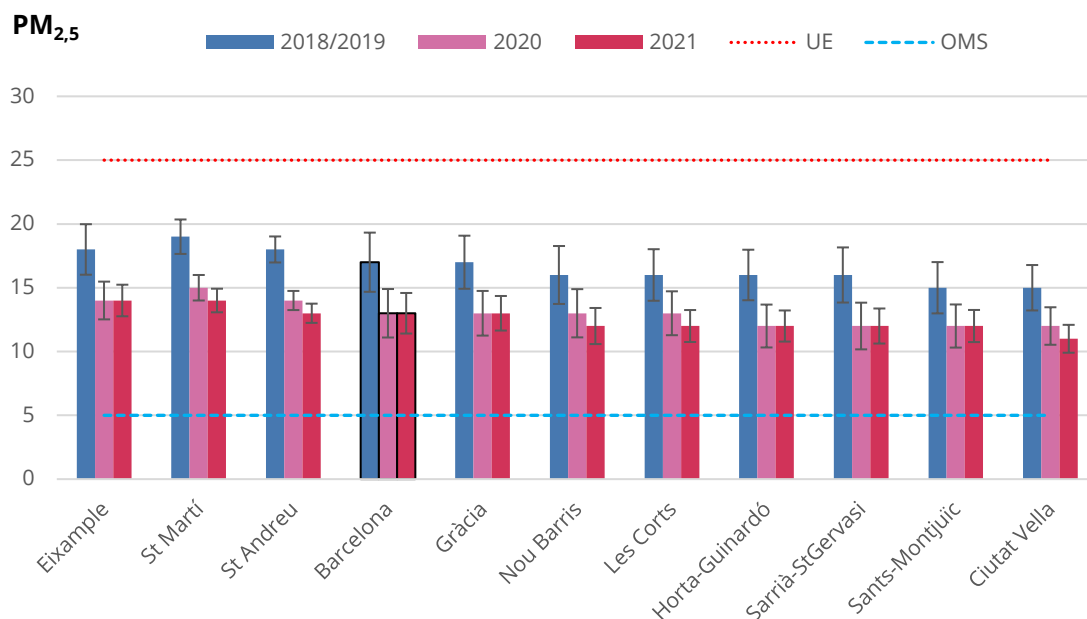
El mapa dels nivells per barris, reflecteix també com els nivells més elevats de NO<sub>2</sub> es concentren al centre de la ciutat (figura 26). Els sis barris del districte de l'Eixample són els sis barris de la ciutat amb els valors més alts de contaminació per NO<sub>2</sub>, sent La Dreta de l'Eixample el que té el valor més elevat i que supera el límit legal de NO<sub>2</sub> inclús durant el 2021.

**Figura 26.** Mitjana poblacional de NO<sub>2</sub> als barris de la ciutat, l'any 2021.

## PM<sub>2,5</sub>

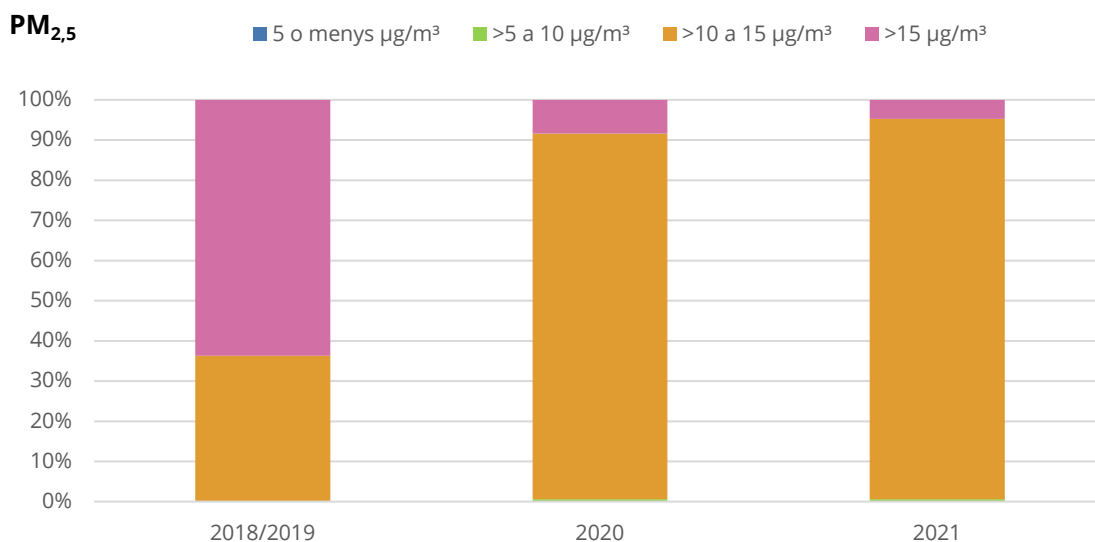
La mitjana poblacional de PM<sub>2,5</sub> a la ciutat va ser de 13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  durant el 2021, el mateix valor que durant l'any 2020 i 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  menys (un 23% menys) que en els anys pre-pandèmia (2018-2019). Aquest patró ha tingut lloc a tots els districtes de la ciutat (figura 27). Tot i la forta millora durant els anys 2020 i 2021, l'exposició a PM<sub>2,5</sub> a la ciutat es troba molt per sobre del valor guia de l'OMS (actualitzat a 2021) de 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Durant l'any 2021, el 95% de la població va tenir una exposició a PM<sub>2,5</sub> d'entre 10 i 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (figura 28).

**Figura 27.** Mitjanes poblacionals de PM<sub>2,5</sub> (ug/m<sup>3</sup>) als districtes de Barcelona i al total de la ciutat durant el període 2018-2019, l'any 2020 i l'any 2021.



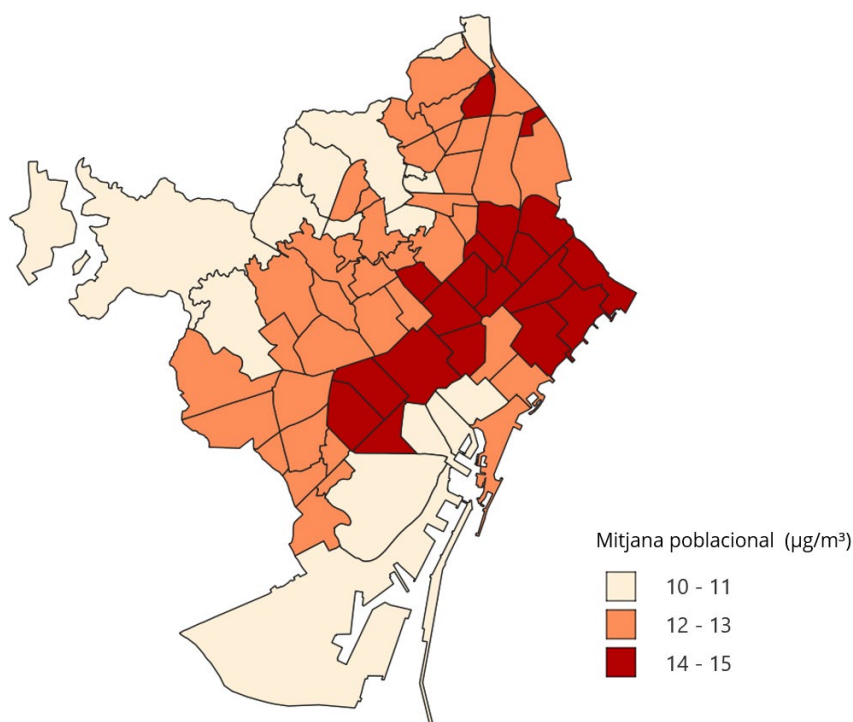
Nota: Els intervals indiquen la desviació estàndard.

**Figura 28.** Percentatge de població exposada a diferents intervals de PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) a Barcelona durant el període 2018-2019, l'any 2020 i l'any 2021.



El mapa dels nivells per barris, mostra com els nivells més elevats de  $PM_{2,5}$  es concentren al centre i al nord-est de la ciutat, especialment als districtes de l'Eixample i de Sant Martí (figura 29).

**Figura 29.** Mitjana poblacional de  $PM_{2,5}$  als barris de la ciutat, l'any 2021.



## Desigualtats socioeconòmiques en l'exposició

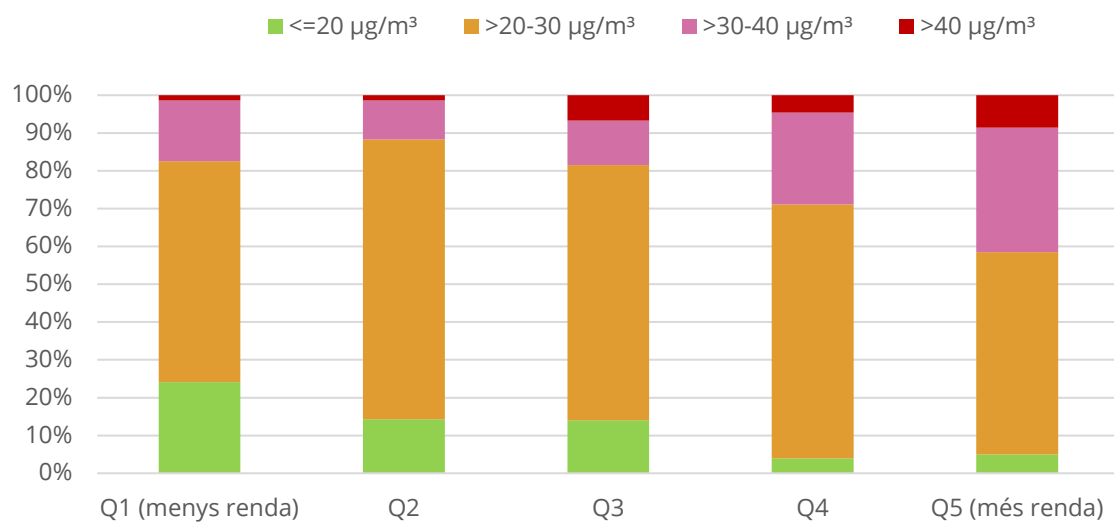
Més enllà de descriure les diferències territorials a nivell de districte i de barri, s'ha analitzat l'associació entre el nivell de renda dels barris (mitjançant l'índex de renda familiar disponible del 2018, en quintils) i l'exposició a  $NO_2$  i a  $PM_{2,5}$ , en 4 i 3 categories d'exposició, respectivament.

Hi ha una associació positiva entre el nivell de renda dels barris i el grau d'exposició a la contaminació de l'aire a la ciutat. A més nivell de renda del barri, més grau d'exposició, tant a l' $NO_2$  com a les partícules  $PM_{2,5}$  (figura 30). Si s'utilitza el nivell d'estudis individual com a indicador socioeconòmic, també s'observa la

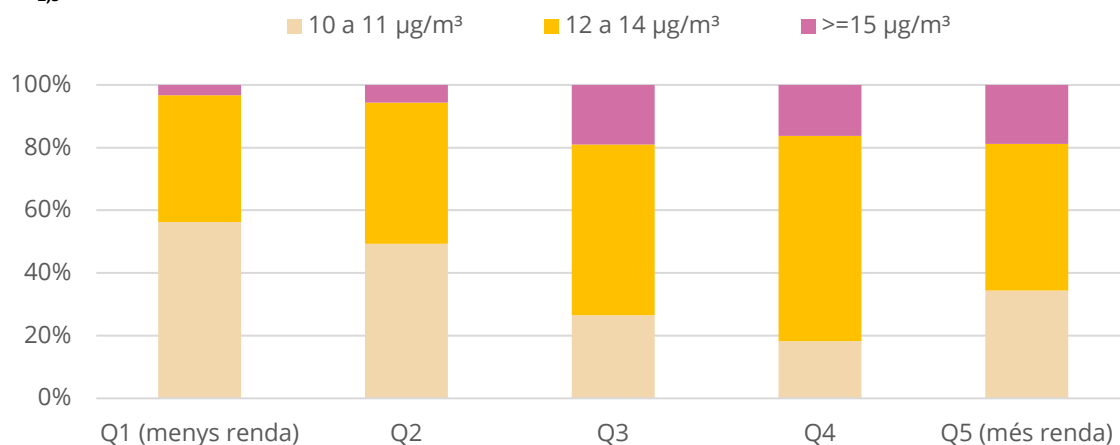
mateixa associació: a més nivell d'estudis, més població exposada a nivells alts de NO<sub>2</sub> i de PM<sub>2,5</sub>.

**Figura 30.** Percentatge de població exposada l'any 2021 a diferents intervals de l'NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>, dalt) i PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>, baix) segons el nivell de renda del barri.

### NO<sub>2</sub>



### PM<sub>2,5</sub>



Q: quintil de renda familiar disponible.

Aquest patró és el mateix que s'observava durant els anys 2018 i 2019, abans de la reducció de la contaminació atmosfèrica per la pandèmia. Aquesta associació s'explica per l'estructura i les característiques de la ciutat de Barcelona, on els barris amb renda més alta i les persones amb més nivell socioeconòmic tendeixen a estar al centre de la ciutat on hi ha més intensitat de trànsit i, per tant, nivells més elevats de contaminació de l'aire.

Els estudis mostren com no hi ha un patró comú de desigualtats en l'exposició a la contaminació de l'aire a les ciutats europees <sup>7</sup>. A més, dins d'una mateixa ciutat, els resultats varien segons l'indicador de desigualtat (individual o d'àrea) <sup>7</sup> o segons l'indicador d'exposició a la contaminació utilitzat <sup>8</sup>.

Tot i que els resultats indiquen que les persones menys afavorides econòmicament a la ciutat de Barcelona s'exposen a nivells de contaminació de l'aire menors, aquestes persones poden tenir més risc de patir els efectes perjudicials sobre la salut de la contaminació de l'aire en comparació amb les persones més afavorides econòmicament. Tot i que no s'ha pogut analitzar en aquest informe, diferents estudis en entorns urbans indiquen que les persones socioeconòmicament més desafavorides són més susceptibles als efectes negatius de la contaminació de l'aire, principalment pel fet de tenir unes taxes de malaltia més elevades <sup>9,10</sup>.

## Exposició a les escoles

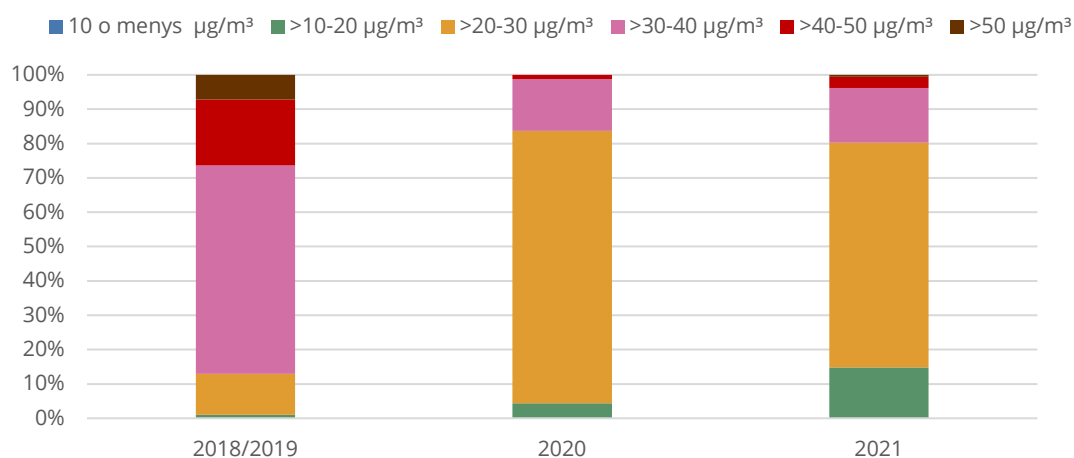
A continuació es descriu l'exposició a NO<sub>2</sub> als centres escolars de Barcelona, en concret a les escoles de primària i/o educació infantil de 2n cicle (de P3 a 6è primària - 3 a 11 anys) actives al curs 2021/2022. Són 345 centres (177 de públics i 168 de concertats/privats). S'ha analitzat el nivell de NO<sub>2</sub> (mitjana anual) del 2021 a l'adreça del centre segons el mapa de contaminació de l'ASPB/Ajuntament de Barcelona i s'ha comparat amb els nivells de l'any 2020 i del període 2018-2019.

Les escoles de Barcelona van estar exposades a un nivell mitjà de 26 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> durant l'any 2021, 1 µg/m<sup>3</sup> menys que l'any 2020 i 9 µg/m<sup>3</sup> menys que els anys 2018-2019 (Figura 31). Tot i que la mitjana anual s'ha mantingut respecte l'any anterior, la variabilitat en l'exposició ha augmentat, de manera que hi ha més escoles exposades al tram més baix de NO<sub>2</sub> (<20 µg/m<sup>3</sup>), però també més escoles als trams més alts d'exposició. Un any més, l'exposició mitjana de NO<sub>2</sub> a les escoles ha estat gairebé igual que l'exposició de la població segons adreça del domicili (27

$\mu\text{g}/\text{m}^3$  i  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivament). Pel que fa a la superació del límit legal d'exposició a  $\text{NO}_2$  ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), el 4% de les escoles el van superar durant el 2021, a diferència del 26% de superació en el període pre-pandèmia.

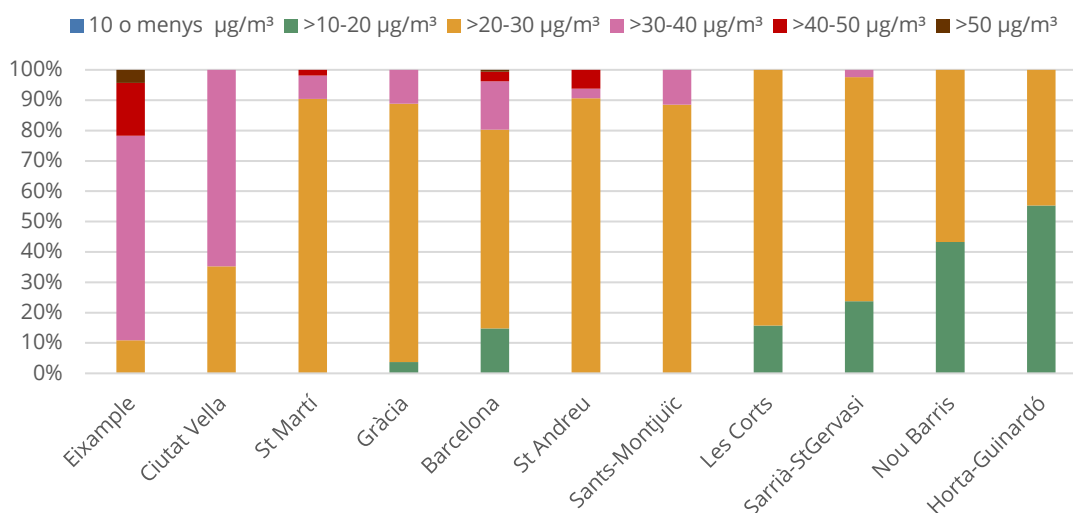


**Figura 31.** Percentatge d'escoles exposades a diferents intervals de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) a Barcelona durant el període 2018-2019, l'any 2020 i l'any 2021.



A nivell geogràfic, hi ha molta variabilitat en el nivell d'exposició a les escoles segons el districte. El districte de l'Eixample va continuar sent durant el 2021 el districte amb més escoles exposades als nivells més alts de NO<sub>2</sub> (Figura 32), mentre que Horta-Guinardó i Nou Barris són els districtes amb els nivells més baixos de contaminació per NO<sub>2</sub>.

**Figura 32.** Percentatge d'escoles exposades a diferents intervals de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) als districtes de Barcelona durant l'any 2021.





---

# Impacte en salut

---

## Context i novetats

La contaminació de l'aire és una causa important de mortalitat i morbiditat i és de fet, el factor ambiental que més perjudica la salut de les persones, tant a nivell global<sup>11</sup>, com a Europa<sup>12</sup> o a l'Estat espanyol<sup>13</sup>. La contaminació de l'aire augmenta el risc de patir diferents malalties, principalment malalties cardiovasculars (com l'ictus o la cardiopatia isquèmica) i malalties respiratòries (com la malaltia pulmonar obstructiva crònica, el càncer de pulmó, la pneumònia o l'asma infantil), i augmenta el risc de morir per aquestes causes<sup>1</sup>. Cada vegada hi ha més evidència que la contaminació de l'aire també té efectes negatius sobre l'embaràs, el neurodesenvolupament, les malalties neurològiques, altres càncers i la diabetis<sup>1,14</sup>.

Des de l'any 2017, el sistema de vigilància de l'impacte sobre la salut de la contaminació de l'aire a Barcelona (VISCAB), de l'ASPB, estima l'impacte en salut atribuïble a la contaminació de l'aire a la ciutat tant per l'exposició crònica als nivells habituals, com pels episodis de contaminació<sup>4</sup>. En aquest informe de l'any 2021, i degut a que els nivells d'exposició a la contaminació del 2021 han estat molt semblants als del 2020 i força més baixos que els que hi havia abans de la pandèmia, s'ha estimat l'impacte sobre la salut de la contaminació de l'aire pel període 2020-2021 (afectat per la pandèmia) i s'ha comparat amb els anys 2018-2019 (període pre-pandèmia). Com en edicions anteriors, s'ha estimat l'impacte de l'exposició a NO<sub>2</sub> i a PM<sub>2,5</sub> sobre la mortalitat, l'asma infantil i el càncer de pulmó, segons la metodologia d'impacte en salut quantitativa, descrita anteriorment<sup>15</sup>. Les taxes i població utilitzades es descriuen a l'Annex III.

L'apartat de l'impacte sobre la salut d'aquest informe inclou algunes novetats respecte les edicions anteriors:

- Primerament, s'ha actualitzat l'estimació de l'impacte en salut utilitzant els nous nivells guies de l'OMS (5 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>2,5</sub> i 10 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub>), que són molt més restrictius que els anteriors. D'aquesta manera, l'impacte sobre la salut estimat ha augmentat considerablement respecte als càlculs anteriors, tant pel que fa als nivells actuals de contaminació com pels

anteriors a la pandèmia. Aquest impacte en salut atribuïble a superar els nous nivells guia de l'OMS s'ha considerat com a l'impacte en salut atribuïble al conjunt de la contaminació de l'aire. Tanmateix, l'evidència científica indica que probablement els efectes sobre la salut de la contaminació de l'aire encara poden continuar en concentracions per sota d'aquests nous llindars.

- Per altra banda, s'ha estimat també l'impacte sobre la salut que tindria la contaminació de l'aire a la ciutat si s'aconseguís complir amb els objectius intermedis establerts per l'OMS (10 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>2,5</sub> i 20 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub>).
- Per últim, s'ha afegit un capítol en què s'estima el cost econòmic de l'impacte sobre la salut de la contaminació de l'aire.

## Impacte en la salut de la contaminació de l'aire

A la taula 14, es mostra la mortalitat atribuïble a la contaminació de l'aire a la ciutat de Barcelona pels nivells de PM<sub>2,5</sub> i NO<sub>2</sub> dels anys 2020-2021 (pandèmia) respecte dels nous nivells guia de l'OMS. A mode comparatiu, també es mostra la mortalitat atribuïble als nivells de contaminació dels anys previs a la pandèmia (2018-2019).

**Taula 14.** Mortalitat atribuïble a la contaminació de l'aire a la ciutat de Barcelona.

	Contaminació del 2018/2019 (PM <sub>2,5</sub> =17 µg/m <sup>3</sup> i NO <sub>2</sub> =39 µg/m <sup>3</sup> )		Contaminació del 2020/2021 (PM <sub>2,5</sub> =13 µg/m <sup>3</sup> i NO <sub>2</sub> =28 µg/m <sup>3</sup> )	
<b>PM<sub>2,5</sub></b>				
Percentatge de morts*	9%	(7%, 10%)	6%	(5%, 7%)
Morts anuals	1300	(1000, 1500)	900	(700, 1000)
<b>NO<sub>2</sub></b>				
Percentatge de morts*	6%	(3%, 11%)	4%	(2%, 7%)
Morts anuals	800	(400, 1600)	500	(300, 1000)
<b>Total**</b>				
Percentatge de morts*	13%	(9%, 17%)	8%	(6%, 11%)
Morts anuals	1900	(1300, 2600)	1200	(900, 1700)

\*Percentatge de les morts atribuïbles respecte el total de morts per causa natural en un any. El nombre de morts estan arrodonits a la centena.

\*\* Considerant un 30% de solapament entre les morts per PM<sub>2,5</sub> i per NO<sub>2</sub>. La mateixa aproximació s'aplica en l'estimació dels intervals de confiança del 95% (entre parèntesis).

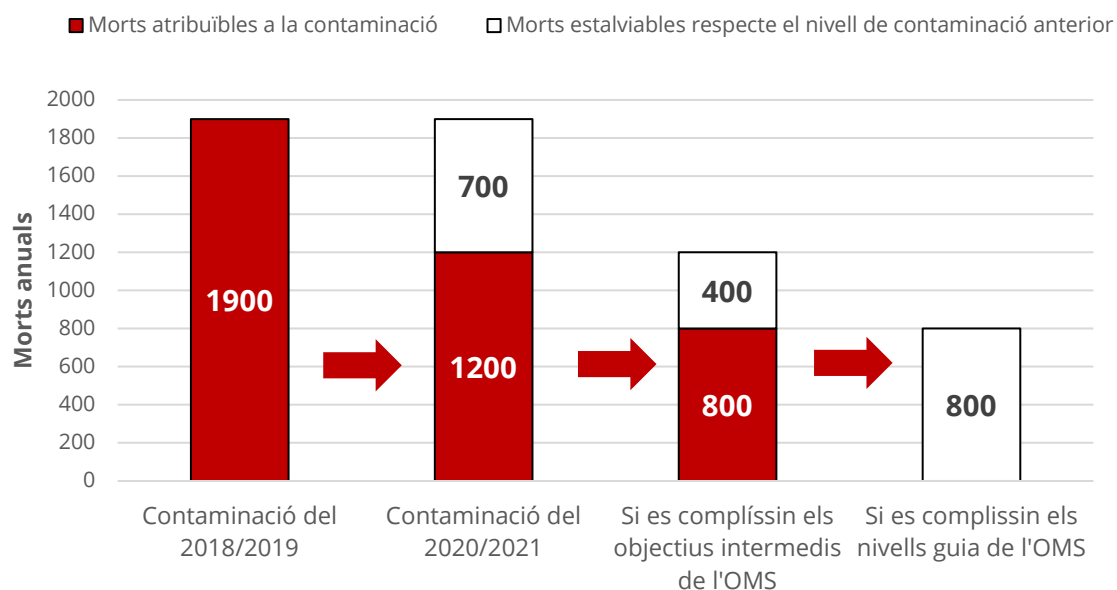
Tot i els nivells de contaminació més baixos durant la pandèmia, la mortalitat atribuïble a la contaminació de l'aire a la ciutat durant aquest període continua sent molt important, al voltant del 8% de les morts naturals, és a dir al voltant de 1.200 morts cada any. Amb els nivells de contaminació abans de la pandèmia la mortalitat atribuïble a la contaminació era del voltant de 1.900 morts anuals (el 13% de les morts naturals).

Aquesta mortalitat atribuïble a la contaminació és més elevada que l'estimada en informes previs ja que aquí s'ha tingut en compte els nous lílindars de l'OMS. Per exemple, utilitzant els antics lílindars de l'OMS s'estimava que la mortalitat atribuïble a la contaminació dels anys 2018/2019 era del voltant de 1.000 morts anuals<sup>15</sup>, mentre que ara amb la nova actualització de lílindars s'estima en 1.900 morts anuals.

A part d'estimar la mortalitat atribuïble a cadascun dels nivells de contaminació, també s'ha estimat l'estalvi en mortalitat a llarg termini que s'aconsegueix pel fet de reduir la contaminació. Tal i com mostra la figura 33, la reducció dels nivells de contaminació dels anys 2020/2021 respecte el període anterior, suposen una reducció d'un es 700 morts cada any. Com que els efectes de la contaminació sobre la mortalitat es donen a llarg termini, aquesta mortalitat evitable també és a llarg termini, és a dir que tindria lloc si els nivells de contaminació del 2020/21 es mantinguessin durant un cert temps.

Per altra banda, en un escenari futur i hipotètic, si Barcelona aconseguís complir els següents objectius intermedis de l'OMS (10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{PM}_{2,5}$  i 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{NO}_2$ ), a llarg termini s'evitarien al voltant de 400 morts anuals respecte els nivells del 2020/2021 i 1.100 morts anuals respecte als nivells 2018/2019. En el cas de complir els nivells guia de l'OMS (5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{PM}_{2,5}$  i 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{NO}_2$ ), s'evitarien 800 morts addicionals cada any (Figura 33).

**Figura 33.** Mortalitat anual atribuïble a la contaminació de l'aire i benefici en salut (mortalitat estalviada anualment) de la millora de la contaminació de l'aire a la ciutat de Barcelona.



Contaminació del 2018/2019:  $PM_{2,5}=17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i  $NO_2=39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Contaminació del 2020/2021:  $PM_{2,5}=13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i  $NO_2=28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Objectius intermedis de l'OMS:  $PM_{2,5}=10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i  $NO_2=20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nivells guia de l'OMS:  $PM_{2,5}=5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i  $NO_2=10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Pel que fa a l'impacte sobre les dues malalties considerades, s'ha estimat que a Barcelona, amb els nivells de contaminació dels anys 2020/2021, el 35% dels nous casos d'asma infantil (uns 750 cada any) i l'11% dels nous casos de càncer de pulmó (uns 110 cada any) són atribuïbles a la contaminació de l'aire (taula 15). Aquest impacte s'atribueix de forma molt similar a l'exposició a  $PM_{2,5}$  i a l'exposició a  $NO_2$  i és força menor que el que s'estima pels anys anteriors.

**Taula 15.** Impacte de la contaminació de l'aire sobre l'asma infantil i el càncer de pulmó a la ciutat de Barcelona.

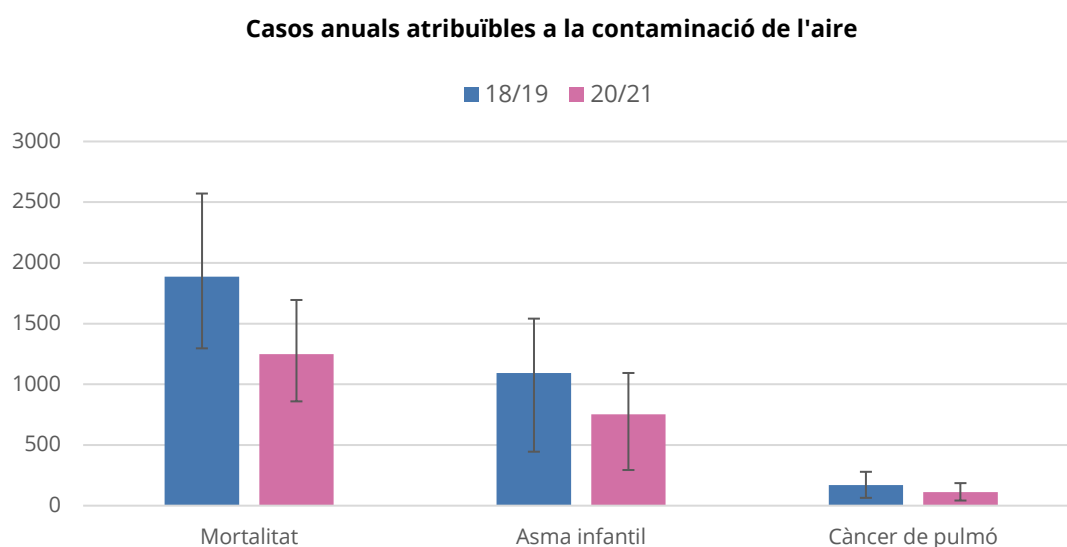
		<b>Contaminació del 2018/2019</b> <b>(PM<sub>2,5</sub>=17 µg/m<sup>3</sup></b> <b>i NO<sub>2</sub>=39 µg/m<sup>3</sup>)</b>		<b>Contaminació del 2020/2021</b> <b>(PM<sub>2,5</sub>=13 µg/m<sup>3</sup></b> <b>i NO<sub>2</sub>=28 µg/m<sup>3</sup>)</b>	
<b>ASMA INFANTIL</b>					
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	Percentatge de casos nous*	30%	(11%, 44%)	21%	(8%, 32%)
	Casos nous anuals	650	(250, 950)	450	(175, 700)
<b>NO<sub>2</sub></b>	Percentatge de casos nous*	30%	(13%, 39%)	20%	(9%, 26%)
	Casos nous anuals	650	(290, 825)	425	(175, 575)
<b>Total**</b>	Percentatge de casos nous*	51%	(21%, 71%)	35%	(14%, 51%)
	Casos nous anuals	1100	(450, 1550)	750	(300, 1100)
<b>CÀNCER DE PULMÓ</b>					
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	Percentatge de casos nous*	10%	(5%, 15%)	7%	(3%, 10%)
	Casos nous anuals	100	(50, 150)	70	(30, 100)
<b>NO<sub>2</sub></b>	Percentatge de casos nous*	11%	(3%, 20%)	7%	(2%, 13%)
	Casos nous anuals	110	(30, 200)	70	(20, 130)
<b>Total**</b>	Percentatge de casos nous*	17%	(7%, 29%)	11%	(4%, 19%)
	Casos nous anuals	170	(70, 280)	110	(40, 190)

\*Percentatge de casos nous atribuïbles respecte el total de casos nous en un any. El nombre de casos estan arrodonits en unitats de 25 per l'asma infantil i a la desena pel càncer de pulmó.

\*\*Considerant un 30% de solapament entre els casos per PM<sub>2,5</sub> i per NO<sub>2</sub>. La mateixa aproximació s'aplica en l'estimació dels intervals de confiança del 95% (entre parèntesis).

Per últim, la figura 34 mostra una comparació de l'impacte sobre els tres efectes en salut considerats de la contaminació de l'aire dels anys de pandèmia (2020/2021) respecte la contaminació que es detectava els anys anteriors (2018/2019).

**Figura 34.** Impacte de la contaminació de l'aire sobre la mortalitat, l'asma infantil i el càncer de pulmó a la ciutat de Barcelona abans (2018-2019) i durant la pandèmia (2020-2021).



Les barres indiquen els intervals de confiança al 95%.

## Cost econòmic de l'impacte en la salut

Els perjudicis en salut de la contaminació de l'aire suposen danys irreparables a la ciutadania que són difícilment valorables en termes econòmics. Tot i així, estimar el cost econòmic de l'impacte en salut de la contaminació de l'aire ajuda a fer visible la magnitud de l'impacte i permet generar informació per avaluar posteriorment l'eficiència de mesures i intervencions destinades a la millora de la qualitat de l'aire. Tal com indiquen els estudis fets a nivell mundial<sup>16</sup>, a nivell europeu<sup>17, 18</sup> o per ciutats concretes<sup>19</sup>, incloent Barcelona<sup>20,21</sup>, el cost econòmic de l'impacte sobre la salut de la contaminació de l'aire és un aspecte rellevant a tenir en compte per la seva magnitud. Tot i així, cal tenir en compte que el cost econòmic de l'impacte en salut de la contaminació de l'aire queda segur infravalorat per les metodologies de càlcul quantitatives emprades.

La majoria d'estudis sobre el cost econòmic de l'impacte en salut de la contaminació n'avaluen el cost social <sup>16,17,18,19</sup>, que és aquell que inclou tant costos sanitaris directes com també la pèrdua de benestar i qualitat de vida de les persones que estan malaltes o moren. En el cas de la contaminació de l'aire, només una petita part de l'impacte sobre la salut resulta en despeses sanitàries directes (com els ingressos hospitalaris o la medicació per tractar una malaltia), mentre que la gran majoria de l'impacte resulta en una gran pèrdua de benestar i qualitat de vida (per morir prematurament o per patir una malaltia crònica)<sup>19</sup>. Per monetitzar aquesta pèrdua de benestar, s'utilitzen eines econòmiques com la disponibilitat a pagar (*willingness to pay*, en anglès), que pretén determinar el valor de prevenir o compensar els impactes sobre la salut de la contaminació de l'aire<sup>19</sup>.

En aquest informe s'ha estimat el cost econòmic de l'impacte sobre la salut de la contaminació de l'aire que s'ha quantificat a l'informe, pels anys 2018/2019 (pre-pandèmia) i pels anys 2020/2021 (pandèmia). En concret, s'ha estimat el cost social de la mortalitat atribuïble a la contaminació de l'aire i el cost sanitari de diagnosticar i tractar els nous casos d'asma infantil i de càncer de pulmó atribuïbles a la contaminació de l'aire a la ciutat. A l'annex IV es descriu la metodologia i les dades utilitzades pels càlculs.

La mortalitat atribuïble a la contaminació de l'aire a la ciutat té un cost social molt elevat. Amb els nivells de contaminació d'abans de la pandèmia, aquest cost social anual s'estima que era de 1.292 milions d'euros (95%CI=888-1.762), el que correspon al 1,5% del PIB de la ciutat i al voltant de 780 euros per càpita anualment (taula 16). Amb la forta reducció de la contaminació de l'aire i de la mortalitat atribuïble durant els anys 2020/2021, aquest cost social es situa al voltant dels 855 milions d'euros anuals (95%CI=589-1.161), el que correspon al 1% del PIB de la ciutat i al voltant de 520 euros per càpita anualment.

**Taula 16.** Cost econòmic de l'impacte sobre la salut de la contaminació de l'aire a la ciutat de Barcelona pels anys 2020/2021 (pandèmia) i pels anys 2018/2019 (pre-pandèmics).

		Contaminació del 2018/2019 (PM <sub>2,5</sub> =17 µg/m <sup>3</sup> i NO <sub>2</sub> =39 µg/m <sup>3</sup> )		Contaminació del 2020/2021 (PM <sub>2,5</sub> =13 µg/m <sup>3</sup> i NO <sub>2</sub> =28 µg/m <sup>3</sup> )	
<b>Cost social</b>					
Mortalitat	Morts anuals	1.900	(1.300, 2.600)	1.200	(900, 1.700)
	Cost social (milions €)	1.292	(888, 1.762)	855	(589, 1.161)
<b>Cost sanitari</b>					
Asma infantil	Casos nous anuals	1.100	(450, 1550)	750	(300, 1.100)
	Cost sanitari (milions €)	4,3	(1,7, 6,0)	2,9	(1,1, 4,3)
Càncer de pulmó	Casos nous anuals	170	(70, 280)	110	(40, 190)
	Cost sanitari (milions €)	2,7	(1,0, 4,4)	1,8	(0,7, 2,9)

El cost sanitari de diagnosticar i tractar les malalties atribuïbles a la contaminació de l'aire és també elevat, tot i que molt menor que el cost social associat a la mortalitat prematura. Comparativament, el cost sanitari de tots els nous casos d'asma infantil atribuïbles a la contaminació de l'aire a la ciutat és força superior al cost sanitari dels nous casos de càncer de pulmó atribuïbles. Tot i que el cost sanitari d'un cas d'asma infantil és força menor que el d'un cas de càncer de pulmó, hi ha quasi set vegades més casos nous d'asma infantil atribuïbles a la mala qualitat de l'aire en comparació amb els nous diagnòstics de càncer de pulmó.

Pel nivell de contaminació dels anys 2018/2019, el cost sanitari dels nous casos atribuïbles a la contaminació cada any era de 4,3 milions d'euros per l'asma infantil (95%CI=1,7-6,0) i de 2,7 milions d'euros pel càncer de pulmó (95%CI=1,0-4,4). En el cas dels nivells de contaminació dels anys de pandèmia 2020/2021, aquest cost sanitari es va reduir fins als 2,9 milions d'euros per l'asma infantil (95%CI=1,1-4,3) i de 1,8 milions d'euros pel càncer de pulmó (95%CI=0,7-2,9).

## Impacte en salut dels episodis de contaminació

Els nivells de contaminació a la ciutat i a la resta del territori poden veure's incrementats temporalment quan les condicions meteorològiques són desfavorables a la dispersió de contaminants, com en les situacions



anticiclòniques persistents. Davant d'aquestes situacions d'increment dels nivells, es plantegen 3 escenaris (seguiment atent, avís preventiu i episodi ambiental), cadascun dels quals porta associat un seguit de mesures concretes, tant a nivell intern de l'administració com per a la població en general (veure annex 5).

Durant el 2021, es van activar dos episodis de contaminació durant el mes de febrer per PM<sub>10</sub> (taula 17).

**Taula 17.** Llistat dels avisos preventius i d'episodis de contaminació activats durant el 2021.

	Data	Contaminant	Escenari
1	22.2.21	PM <sub>10</sub>	Episodi
2	26.2.21	PM <sub>10</sub>	Avís preventiu i Episodi
3	12.8.21	PM <sub>10</sub>	Avís preventiu
4	16.12.21	PM <sub>10</sub>	Avís preventiu

Com a part del sistema de vigilància de l'impacte sobre la salut de la contaminació de l'aire a Barcelona, l'ASPB estima l'impacte en salut dels episodis de contaminació. En concret, s'estima la mortalitat a curt termini atribuïble a l'excés de PM<sub>10</sub> a la ciutat respecte el límit diari recomanat per l'OMS durant els episodis de contaminació, seguint el mètode d'avaluació d'impacte en salut. Els detalls de la metodologia i dels resultats es poden consultar l'informe específic (<https://www.aspb.cat/documents/impacte-salut-episodi-pm10-210222-2103060/>).

Durant els dos episodis consecutius del febrer del 2021, s'ha estimat que els nivells elevats de contaminació per PM<sub>10</sub> van augmentar molt lleugerament la mortalitat a curt termini atribuïda a la contaminació (un mort atribuïble). Una vegada més, les dades d'aquest informe indiquen que l'impacte en salut de l'exposició puntual a nivells elevats de contaminació atmosfèrica a Barcelona és molt menor que l'impacte de l'exposició continuada als nivells habituals a la ciutat.

---

# Conclusions

---



- **Els nivells de contaminació de l'any 2021 han estat molt semblants als del 2020** i per tant, molt més baixos dels habituals abans de la pandèmia. Les restriccions de mobilitat i d'activitat lligades al control de la pandèmia durant gran part del 2021 expliquen aquesta reducció.
- Durant l'any 2021 **s'han publicat les noves guies de l'OMS** que indiquen que la contaminació de l'aire és perjudicial per la salut a uns nivells de partícules i de NO<sub>2</sub> molt inferiors als considerats fins ara i s'han actualitzat els llindars de protecció de la salut.
- Respecte a l'**avaluació anual dels contaminants al 2021**:
  - Els nivells mitjans anuals de contaminació per **NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub>** es mantenen a totes les estacions de mesura **per sota dels nivells màxims legals** establerts per la Unió Europea però es troben **molt per sobre dels nivells guia de protecció de la salut** establerts per l'OMS.
  - La mitjana anual d'**NO<sub>2</sub>** a totes les estacions de la ciutat s'ha mantingut per sota dels anys anteriors a la pandèmia. Respecte l'any anterior (2020), a les estacions de trànsit es detecta un increment dels nivells (2,5%) associat a la recuperació del trànsit durant el 2021, i per contra, a les estacions de fons es detecta una reducció (5,1%).
  - Amb l'arribada de la pandèmia, els nivells de **PM<sub>2,5</sub>**, van trencar la tendència a l'increment detectat a partir del 2016. En conjunt, els nivells de partícules de **PM<sub>10</sub>** i **PM<sub>2,5</sub>** a la ciutat s'han mantingut estables durant el període 2013-2021.
  - Respecte a la resta de contaminants avaluats, les concentracions durant l'any 2021 es mantenen estables respecte l'any 2020, per sota dels valors límit o objectiu establerts per la UE i també dels valors guia de l'OMS. En el cas de l'**ozó** es supera el valor guia màxim 8h de l'OMS (100 µg/m<sup>3</sup>), si bé no s'ha superat el llindar d'informació horària de la UE (180 µg/m<sup>3</sup>).

- Per primera vegada es presenten els resultats de **carboni negre** (*black carbon*), un contaminant molt relacionat a la ciutat amb les emissions dels vehicles dièsel. Els nivells de carboni negre a les estacions de trànsit són pràcticament un 70% superiors als nivells de fons urbà.

- Respecte a **l'exposició de la població a la contaminació:**

- Al 2021, la mitjana d'exposició de la població va ser de 27 µg/m<sup>3</sup> per l'NO<sub>2</sub> i de 13 µg/m<sup>3</sup> per PM<sub>2,5</sub>. Aquests valors són **gairebé iguals als del 2020**, però un 28% i un 23% menors, respectivament, que els que hi havia abans de la pandèmia (anys 2018 i 2019).
- El **districte de l'Eixample** continua tenint els nivells d'exposició a NO<sub>2</sub> més elevats de la ciutat.
- El grau d'exposició a NO<sub>2</sub> i a PM<sub>2,5</sub> **augmenta amb el nivell de renda del barri**, atès que a Barcelona, els barris amb renda més alta tendeixen a estar al centre de la ciutat on hi ha més intensitat de trànsit. Tanmateix, les persones socioeconòmicament més desafavorides són més susceptibles als efectes negatius de la contaminació de l'aire.
- Els nivells d'exposició a NO<sub>2</sub> **a les escoles** de la ciutat són molt semblants als descrits pel conjunt de la població. En el 4% de les escoles es va superar el límit legal de NO<sub>2</sub> durant el 2021 a diferència del 26% en que es va superar en el període pre-pandèmia.

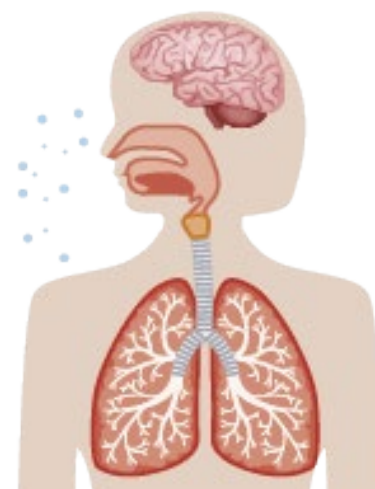
- Respecte a **l'impacte en salut:**

- L'informe ha actualitzat l'estimació de l'impacte en salut de la contaminació de l'aire **utilitzant els nous nivells guia de l'OMS**. L'impacte en salut estimat ha augmentat considerablement respecte els càlculs anteriors.
- Tenint en compte els nous nivells guia de l'OMS, l'impacte en salut dels nivells de contaminació d'**abans de la pandèmia** (anys 2018-2019) a la ciutat era al voltant de 1.900 morts anuals (el 13% de les morts naturals), 1.100 casos nous d'asma infantil anuals (el 51% dels nous casos) i 170 casos nous de càncer de pulmó anuals (el 17% dels nous casos).

- Amb els nivells més baixos de contaminació de l'aire **dels anys de pandèmia** (2020 i 2021), l'impacte en salut a la ciutat tenint en compte els nous nivells guia de l'OMS continua sent molt important: al voltant de 1.200 morts anuals (el 8% de les morts naturals), 750 casos nous d'asma infantil anuals (el 35% dels nous casos) i 110 casos nous de càncer de pulmó anuals (l'11% dels nous casos).
- En un escenari futur i hipotètic, **si Barcelona aconseguís complir els següents objectius intermedis de l'OMS** (10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{PM}_{2,5}$  i 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{NO}_2$ ), a llarg termini s'evitarien 400 morts anuals respecte la mortalitat atribuïble als nivells de contaminació del 2020/2021 i 1.100 respecte la mortalitat atribuïble als (2018-2019, pre-pandèmia)

- Respecte al **cost econòmic de l'impacte en salut:**

- Els perjudicis en salut de la contaminació de l'aire suposen **danys irreparables** a la ciutadania que són difícilment valorables en termes econòmics. D'altra banda, estimar el cost econòmic de l'impacte en salut de la contaminació de l'aire ajuda a fer visible la magnitud de l'impacte.
- La **mortalitat atribuïble** a la contaminació de l'aire té un **cost social** molt elevat. Pels nivells de contaminació d'abans de la pandèmia, aquest cost social s'estima que era cada any del voltant de 1.292 milions d'euros (l'1,5% del PIB de la ciutat i 780 euros per càpita). Amb la contaminació de l'aire dels anys 2020/2021, aquest cost social anual es redueix fins al voltant dels 855 milions d'euros (l'1% del PIB de la ciutat i 520 euros per càpita).
- El **cost sanitari dels nous casos d'asma infantil i de càncer de pulmó** atribuïbles a la contaminació és rellevant però molt menor que el cost social de la mortalitat. Pels nivells de contaminació dels anys 2018/2019, el cost anual s'estima en 4,3 milions d'euros per l'asma infantil i en 2,7 milions d'euros pel càncer de pulmó. Amb els nivells de contaminació dels anys 2020/2021, aquest cost sanitari es va reduir fins als 2,9 milions d'euros per l'asma infantil i l'1,8 milions d'euros pel càncer de pulmó.



---

# Recomanacions

---

Les noves guies de l'OMS indiquen que la contaminació de l'aire és un problema de salut pública encara més greu que el considerat fins ara, també a Barcelona. Per tant, **les accions per millorar la qualitat de l'aire a la ciutat es fan encara més necessàries i urgents.**

Per millorar la qualitat de l'aire a la ciutat es fan les següents recomanacions:

- Cal **reduir la mobilitat motoritzada**, afavorint la reducció i **proximitat** en els desplaçaments quotidians (entre domicilis i llocs de feina, centres educatius o comerç) i possibilitant el teletreball. És imprescindible també millorar i fomentar el **transport públic** (intra i interurbà) i revisar el **model turístic** de la ciutat.
- Cal **seguir millorant el disseny urbà** amb mesures que redueixin l'ús del vehicle motoritzat privat, la millora ambiental el parc circulant i potenciïn el transport actiu (zona de baixes emissions, pacificació de carrers, millora dels carrils bici, augment de les zones verdes, restricció de l'aparcament...). Les mesures de disseny urbà caldria intensificar-les a les zones de la ciutat amb més contaminació de l'aire, com el districte de l'Eixample.
- Per la millora de la qualitat de l'aire a la ciutat és imprescindible **sumar noves mesures contundents que redueixin de manera significativa el nombre de vehicles circulants i redueixin les emissions del trànsit a la ciutat**. La reducció global del trànsit és la mesura que té un major benefici per la salut, ja que a part de millorar la qualitat de l'aire, aporta grans co-beneficis en salut, com la reducció del soroll ambiental i les lesions de trànsit i l'alliberament d'espai urbà per altres usos més saludables (espais de trobada i zones verdes que facilitin la interacció social i una mobilitat activa).
- **Per assolir la millora dels nivells de partícules** a la ciutat serà necessari una reducció d'altres fonts d'emissió de partícules diferents del trànsit, com ara els vehicle DUM dièsel i antics, les activitats generadores de pols com les obres, l'activitat portuària, les activitats generadores de partícules d'origen secundari, incloent les fonts regionals i altres gasos precursors del material particulat secundari com l'O<sub>3</sub>.



- És prioritari **reduir l'exposició a la contaminació de l'aire a les escoles**. Les accions de millora dels entorns escolars s'haurien de prioritzar més clarament per les escoles amb més contaminació. La pacificació de l'entorn és la mesura més eficient i amb més co-beneficis en salut, però caldria valorar altres mesures immediates (com la instal·lació de murs verds) quan la pacificació de l'entorn no és possible a curt termini. Des de l'ASPB fem recomanacions específiques en aquest sentit (<https://www.aspb.cat/documents/reduir-contaminacio-escoles/>).



---

# Annex I

---

## Estructura dels contaminants avaluats a la xarxa de vigilància

L'estructura de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica (XVPCA) a la ciutat està dissenyada per disposar de les concentracions dels contaminants atmosfèrics en aire ambient en punts de mesurament fix que siguin representatius de les diferents situacions de contaminació que podem trobar a la ciutat, com ara en entorns propers a carrers amb alta intensitat de trànsit, en carrers de menor intensitat o bé en punts allunyats de les emissions directes del trànsit. Així, quan es superen els nivells de referència de l'OMS o els valors límit de la UE en una estació de mesurament, significa que aquesta superació és extrapolable a molts d'altres punts de la ciutat que tinguin característiques equivalents.

A continuació es presenta l'estructura de la xarxa d'estacions de vigilància de la contaminació atmosfèrica a la ciutat. Com a novetats d'aquest any destaquem que s'ha instal·lat un monitor automàtic de black carbon a l'estació de fons urbà de Vall d'Hebron i s'ha donat de baixa l'estació de fons suburbà de l'IES Goya.

Estacions		Contaminants												
<b>Estacions urbanes de fons</b>														
<b>CIUTADELLA</b>														
				NO <sub>2</sub>						O <sub>3</sub>				
<b>IES VERDAGUER</b>														
					PM <sub>10</sub>			Pb				metalls	HAP	
<b>VALL D'HEBRON</b>		BC	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>10</sub> - TEOM**		Pb	CO	COV	O <sub>3</sub>	metalls	HAP	PM <sub>2,5</sub>
<b>ZONA UNIVERSITÀRIA</b>								Pb				metalls	HAP	PM <sub>2,5</sub>
<b>POBLENOU</b>								Pb		COV		metalls	HAP	PM <sub>2,5</sub>
<b>SANTS</b>								Pb				metalls	HAP	
<b>PALAU REIAL</b>			SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub> - TEOM**			CO		O <sub>3</sub>			PM <sub>2,5</sub> **
<b>Estacions urbanes de trànsit</b>														
<b>EIXAMPLE</b>		BC	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>10</sub> - TEOM**	BC	Pb	CO	COV	O <sub>3</sub> **	metalls	HAP	PM <sub>2,5</sub>
<b>GRÀCIA-SANT GERVASI</b>			SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>10</sub> - TEOM**		Pb	CO	COV	O <sub>3</sub> **	metalls	HAP	PM <sub>2,5</sub>
<b>PLAÇA UNIVERSITAT</b>								Pb				metalls	HAP	PM <sub>2,5</sub>

BC (Monitor automàtic de Black carbon)

COV (Compostos orgànics volàtils).

\*\* Mesuraments indicatius.

Metalls: Arsènic (As), cadmi (Cd) i níquel (Ni).

HAP (hidrocarburs aromàtics policíclics): benzo(a)pirè, Fluorantè, Pirè, Benzo(a)antracè, Crisè, Benzo(b)fluorantè, Benzo(j)fluorantè, Benzo(k)fluorantè, Di-benzo(a,h)antracè, Benzo(g,h,i)perilè i Indè(1,2,3,c,d)pirè.



## Ubicació dels punts de mesurament fix



Estacions	Ubicació
1. Ciutadella	Parc de la Ciutadella
2. IES Verdaguer	Parc de la Ciutadella
3. Eixample	Av. Roma/ c/ Comte Urgell
4. Gràcia - St. Gervasi	Plaça Gal·la Placídia (Via Augusta / Travessera de Gràcia)
5. Poble Nou	Plaça Josep Trueta (Pujades / Lope de Vega)
6. Sants	Jardins de Can Mantega (Joan Güell / Violant d'Hongria)
7. Plaça Universitat	c/ Balmes / Gran Via de les Corts Catalanes
8. Zona Universitària	Av. Diagonal, 643. Camps experimentals de Biològiques
9. Vall d'Hebron	Parc de la Vall d'Hebron. c/ Martí Codolar / c/ Granja Vella
10. Palau Reial	c/ John Maynard Keynes / c/ de Jordi Girona

# Annex II

## Nivells de referència

<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>Valors Límit UE</b> vigents a partir 01/01/2010	<b>OMS</b>
<b>Valor Límit horari (VLh)</b>	200 µg/m <sup>3</sup>	200 µg/m <sup>3</sup>
<b>Superacions Valor Límit horari</b>	No es podrà superar més de 18 ocasions per any civil	-
<b>Valor Límit Mitjana anual (VLa)</b>	40 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>
<b>Llindar d'alerta</b>	400 µg/m <sup>3</sup>	-

<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>Valors Límit UE</b> vigents a partir 01/01/2010	<b>OMS</b>
<b>Valor Límit diari (VLd)</b>	<b>50 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>45 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Superacions Valor Límit diari</b>	No es podrà superar més de 35 dies per any civil Percentil 90,4 igual o inferior a 50 µg/m <sup>3</sup>	-
<b>Valor Límit Mitjana anual (VLa)</b>	40 µg/m <sup>3</sup>	15 µg/m <sup>3</sup>

<b>PM<sub>2,5</sub></b>	<b>Valors Límit UE</b> vigents a partir 01/01/2010	<b>OMS</b>
<b>Valor Límit diari (VLd)</b>	-	25 µg/m <sup>3</sup>
<b>Valor Límit Mitjana anual (VLa)</b>	25 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup>

<b>Benzè</b>	<b>Valors Límit UE</b> vigents a partir 01/01/2010	<b>OMS</b>
<b>Valor Límit Mitjana anual (VLa)</b>	5 µg/m <sup>3</sup>	1,7 µg/m <sup>3</sup>

<b>Benzo(a)pirè</b>	<b>Valors Límit UE</b> vigents a partir 01/01/2010	<b>OMS</b>
<b>Valor Límit Mitjana anual (VLa)</b>	1 ng/m <sup>3</sup>	0,12 ng/m <sup>3</sup>

<b>O<sub>3</sub></b>	<b>Valors Límit UE</b> vigents a partir 01/01/2010	<b>OMS</b>
<b>Valor Objectiu Màxim 8-horari (VO8-h) protecció salut</b>	120 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>
<b>Superacions Valor Objectiu Màxim 8-horari (VO8-h)</b>	No es podrà superar més de 25 dies per cada any civil de promig en un període de 3 anys.	-
<b>Llindar horari d'informació a la població (LIP)</b>	180 µg/m <sup>3</sup>	-
<b>Llindar horari d'alerta a la població (LAP)</b>	240 µg/m <sup>3</sup>	-

<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>Valors Límit UE</b> vigents a partir 01/01/2010	<b>OMS</b>
<b>Valor Límit horari (VLh)</b>	350 µg/m <sup>3</sup>	-
<b>Superacions Valor Límit horari</b>	No es podrà superar en més de 24 ocasions per any civil	-
<b>Valor Límit diari (VLd)</b>	125 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>
<b>Superacions Valor Límit diari</b>	No es pot superar en més de 3 ocasions per any civil	-
<b>Valor límit 10 minutal</b>	-	500 µg/m <sup>3</sup>
<b>Llindar horari d'alerta</b>	500 µg/m <sup>3</sup>	-

<b>CO</b>	<b>Valors Límit UE</b> vigents a partir 01/01/2010	<b>OMS</b>
<b>Valor Límit 8-horari (VL8-h)</b>	10 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>
<b>Valor límit horari</b>	-	35 mg/m <sup>3</sup>

<b>Metalls pesants (As, Cd i Ni)</b>	<b>Valors Límit UE</b> vigents a partir 01/01/2010	<b>OMS</b>
<b>As - Valor Objectiu Mitjana anual (VOa)</b>	6 ng/m <sup>3</sup>	6,6 ng/ m <sup>3</sup>
<b>Cd- Valor Objectiu Mitjana anual (VOa)</b>	5 ng/m <sup>3</sup>	5 ng/m <sup>3</sup>
<b>Ni - Valor Objectiu Mitjana anual (VOa)</b>	20 ng/m <sup>3</sup>	25 ng/m <sup>3</sup>

<b>Pb</b>	<b>Valors Límit UE</b> vigents a partir 01/01/2010	<b>OMS</b>
<b>Valor Límit anual (VLa)</b>	0,5 µg/m <sup>3</sup>	0,5 µg/m <sup>3</sup>

# Annex III

## Dades utilitzades pel càlcul de mortalitat, càncer de pulmó i asma infantil atribuïbles a la contaminació de l'aire

Els impactes en salut atribuïbles als nivells de PM<sub>2,5</sub> i de NO<sub>2</sub> s'han estimat per separat i posteriorment s'han sumat assumint que hi ha un 30% de solapament entre els casos. Com que els dos indicadors de qualitat de l'aire estan parcialment correlacionats, els seus impactes no es poden sumar directament. Els estudis epidemiològics indiquen que el grau de solapament entre l'associació de cada contaminant i la mortalitat varia, però que estaria com a màxim al voltant del 30%<sup>2</sup>. La resta del 30% dels casos s'aplica a l'impacte per NO<sub>2</sub>, ja que aquest té més incertesa que l'impacte per PM<sub>2,5</sub>.



### Població:

- El nombre de residents i de residents de 30 anys o més durant el 2019 s'ha obtingut del Padró d'habitants de l'Ajuntament de Barcelona.



### Mortalitat:

- Funció de dosis-resposta. S'han utilitzat per PM<sub>2,5</sub> els RR de mortalitat total (excepte causes externes) en >30 anys que proposa l'OMS en les últimes guies i que és de la metaanàlisi de Chen & Hoek 2020 (per cada 10 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>2,5</sub>, el RR a llarg termini és de 1,08 (95%CI 1,06-1,09))<sup>5</sup>. Per NO<sub>2</sub>, s'ha utilitzat el RR de mortalitat total (excloent causes externes) per totes les edats que proposa l'OMS en les últimes guies i que és de la metaanàlisi de Huangfu & Atkinson 2020 (per cada 10 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub>, el RR a llarg termini és de 1,02 (95%CI 1,01-1,03))<sup>5</sup>.
- Taxa de mortalitat natural (s'exclouen causes externes). S'ha obtingut del Registre de Mortalitat de l'Agència de Salut Pública de Barcelona (mitjana dels anys 2018-2019).



## Càncer de pulmó:

- Funció de dosis-resposta. S'ha utilitzat el RR obtingut de dues metaanàlisis que analitzaven la relació entre el càncer de pulmó i la contaminació de l'aire per  $PM_{2,5}$ <sup>22</sup> i per  $NO_2$ <sup>23</sup>. El RR per cada  $10 \mu g/m^3$  de  $NO_2$  és de 1,04 (95%CI 1,01-1,08) i es basa en 20 estudis, mentre que el RR per cada  $10 \mu g/m^3$  de  $PM_{2,5}$  és de 1,09 (95%CI=1,04-1,14) es basa en 18 estudis.
- Incidència de càncer de pulmó. S'ha utilitzat la incidència de càncer de pulmó per totes les edats a Espanya per l'any 2018 obtinguda del projecte Global Cancer Observatory, de l'Agència Internacional de Recerca en Càncer (IARC) de l'OMS (<https://gco.iarc.fr/today/online-analysis-multibars>), que és de 59 casos nous per 100.000 habitants. Aquesta dada s'ha de considerar aproximada, ja que la incidència de càncer de pulmó a Barcelona podria ser diferent de la mitjana de l'Estat Espanyol.



## Asma infantil:

- Funció de dosis-resposta. S'ha utilitzat el RR obtingut d'una meta-anàlisis recent<sup>24</sup> que analitzava la relació entre la contaminació de l'aire i el desenvolupament d'asma en infants de 1-18 anys. El RR per cada  $10 \mu g/m^3$  de  $NO_2$  és de 1,05 (95%CI 1,02-1,07) i es basa en 20 estudis, mentre que el RR per cada  $10 \mu g/m^3$  de  $PM_{2,5}$  és de 1,03 (95%CI=1,01-1,05) i es basa en 10 estudis.
- Incidència d'asma infantil. S'ha utilitzat la incidència d'asma infantil en menors de 20 anys a Espanya per l'any 2018 obtinguda del projecte Global Burden of Disease (<http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>), que és de 794 casos nous per 100.000 habitants. Aquesta dada s'ha de considerar aproximada, ja que la incidència d'asma infantil a una gran ciutat com Barcelona podria ser diferent de la mitjana de l'Estat Espanyol.

---

# Annex IV

---

## Metodologia de l'estimació del cost econòmic de l'impacte sobre la salut de la contaminació de l'aire



En aquest informe, s'ha estimat els costos econòmics pels conceptes següents:

- **Cost social de la mortalitat** atribuïble a la contaminació de l'aire. S'ha estimat a través dels anys de vida perduts, que són aquells anys que no s'han viscut degut a una mort prematura. L'estimació del cost social de la mortalitat mitjançant els anys de vida perduts és la metodologia que seria més adequada per la mortalitat atribuïble a la contaminació de l'aire i que s'ha fet servir en estudis recents<sup>19</sup> i també com a anàlisi de sensibilitat en estudis previs<sup>16,20</sup>. Tradicionalment també s'ha fet servir el valor estadístic de la vida per estimar el cost de la mortalitat<sup>16,17,18,20,21</sup> atès que es basa en una metodologia més robusta. Tanmateix, en el cas de la mortalitat atribuïble a la contaminació de l'aire el valor estadístic de la vida sobreestima el cost ja que les morts atribuïbles a la contaminació es donen en edats avançades i aquest aspecte no queda considerat.
- **Càlcul dels anys de vida perduts (AVP) per mortalitat atribuïble a la contaminació a Barcelona.** S'han calculat els AVP en un any a Barcelona per la mortalitat natural (totes les causes de mort excepte les externes) a partir de la distribució d'edats d'aquesta mortalitat i l'esperança de vida a cada edat segons l'IDESCAT. S'ha obtingut la mitjana de 10,2 AVP per cada mort natural a la ciutat (semblant als 10,3 AVP de la mitjana europea<sup>19</sup>). Per obtenir els AVP atribuïbles a la contaminació de l'aire, s'han multiplicat els morts atribuïbles a la contaminació pels 10,2 AVP per cada mort.
- **Cost d'un any de vida perdut a Barcelona.** S'ha calculat a partir del cost mitjà a Europa (70.000 euros), ponderant pel PIB de la ciutat, tal i com s'ha fet en estudis anteriors<sup>19</sup> i actualitzant el preu per la inflació al 2019. El cost obtingut és de 67.175 euros.

- **Cost sanitari de diagnosticar i tractar els nous casos de càncer de pulmó i d'asma infantil** atribuïbles a la contaminació de l'aire.
  - **Cost sanitari del càncer de pulmó:** El cost sanitari mitjà d'un cas de càncer de pulmó a Catalunya (cost hospitalari del diagnòstic i tractament durant els primers 3 anys) s'ha obtingut a partir de les dades de Corral et al. 2015 <sup>25</sup>, identificat mitjançant una revisió de la literatura. S'ha calculat la mitjana ponderada dels costos dels diferents tipus de càncer de pulmó de la mostra representativa de l'estudi per obtenir el cost mitjà d'un cas de càncer de pulmó, que ha resultat en 14.161 euros, que actualitzat per la inflació resulta en 15.844 euros al 2019.
  - **Cost sanitari de l'asma infantil:** El cost sanitari mitjà anual per un cas d'asma infantil a Espanya s'ha obtingut de l'estudi de Blasco Bravo et al. 2011 <sup>26</sup>, identificat mitjançant una revisió de la literatura. El cost (690 euros) s'ha actualitzat amb la inflació de 2019 resultant en 784 euros. Assumint que l'asma infantil té una durada promig de 5 anys <sup>27</sup>, s'ha multiplicat  $784 \times 5 = 3.920$  euros per estimar el cost econòmic del sistema sanitari per cada nou cas d'asma infantil. Aquesta aproximació de multiplicar el cost anual per la durada també s'ha fet servir en altres estudis per estimar el cost d'un cas nou d'asma infantil <sup>28,29</sup>.

El cost econòmic s'ha expressat com a **cost total** pel conjunt de la ciutat, com a **cost per càpita** (s'ha utilitzat el nombre de residents a la ciutat obtingut del padró del 2019 (1.641.548 persones)) i **cost en relació al PIB** (87.404 milions d'euros segons indica l'Ajuntament de Barcelona per l'any 2019:

<https://ajuntament.barcelona.cat/barcelonaeconomia/ca/producte-interior-brut/producte-interior-brut/pib-anual-de-barcelona>). En aquests càlculs no s'han aplicat factors de descompte.



---

# Annex V

---

**criteris d'activació dels nivells d'alerta  
 dels episodis de contaminació i de les  
 recomanacions en salut**



		Seguiment ATENT	Avís Preventiu	Declaració d'Episodi ambiental per contaminació
Responsable activació		Agència de Salut Pública de Barcelona	Dep. de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya	Dep. de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya
NO <sub>2</sub>	Nivell d'activació	140 µg/m <sup>3</sup> de mitjana horària en una estació de la ciutat	160 µg/m <sup>3</sup> de mitjana horària en més d'una estació i la previsió no indiqui millora en els nivells	200 µg/m <sup>3</sup> de mitjana horària en més d'una estació i la previsió no indiqui una millora en els nivells
	Recomanació de salut	-	-	La població vulnerable* <u>redueixi</u> l'exercici físic intens, especialment a l'exterior
PM <sub>10</sub>	Nivell d'activació	50 µg/m <sup>3</sup> de mitjana 24h mòbil en una estació de la ciutat	50 µg/m <sup>3</sup> de mitjana diària en més d'una estació i la previsió indiqui que els nivells es mantindran elevats i es seguirà superant el VL diari	80 µg/m <sup>3</sup> de mitjana diària en més d'una estació i la previsió indiqui que els nivells es mantindran elevats i es seguirà superant el VL diari 50 µg/m <sup>3</sup> de mitjana diària en més d'una estació durant més de 3 dies i la previsió indiqui que els nivells es mantindran elevats i es seguirà superant el VL diari
	Recomanació de salut	-	La població vulnerable* <u>redueixi</u> l'exercici físic intens, especialment a l'exterior	La població vulnerable* <u>eviti</u> l'exercici físic intens, especialment a l'exterior. La població general <u>redueixi</u> l'exercici físic intens, especialment a l'exterior.

\* Es considera població vulnerable les persones amb malalties respiratòries o del cor, infants en edat preescolar, gent gran i dones embarassades.

---

# Referències

---

1. World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen. 2013. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project. Disponible a: [https://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0004/193108/REVIHAAP-Finaltechnical-report.pdf](https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0004/193108/REVIHAAP-Finaltechnical-report.pdf)
2. World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen. 2013. Health Risks of Air Pollution in Europe (HRAPIE) project. Recommendations for concentration-response functions for cost-benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. Disponible a: [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0006/238956/Health\\_risks\\_air\\_pollution\\_HRAPIE\\_project.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/238956/Health_risks_air_pollution_HRAPIE_project.pdf?ua=1)
3. World Health Organization 2012 i 2016. Monografies IARC sobre avaluació del risk carcinogen per als humans. Diesel and gasoline engine exhaust and some nitroarenes. Vol 105. <https://publications.iarc.fr/129>. Particulate matter in outdoor air pollution. Vol 109. <https://publications.iarc.fr/538>
4. Valero N, Font L, Pérez G, Marí-Dell'Olmo M, Bianni B, Rico M, Pañella H, Pérez C, Pasarín M, Gómez A. 2018. Sistema de vigilància de l'impacte sobre la salut de la contaminació de l'aire de Barcelona (VIS CAB). Monogràfic. La salut a Barcelona 2017. Agència de Salut Pública de Barcelona. Disponible a: <https://www.aspb.cat/wpcontent/uploads/2018/11/Informe-Salut-2017-web.pdf>
5. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization; 2021. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
6. Xavier Querol et al. EVOLUCIÓ 1999-2020 DELS NIVELLS, COMPOSICIÓ I CONTRIBUCIÓ DE FONTS A PM10, PM2.5 I PM1 A BARCELONA, Octubre, 2021
7. Socioeconomic position and outdoor nitrogen dioxide (NO2) exposure in Western Europe: A multi-city analysis. Environ Int 2017 Apr;101:117- 124.
8. Socioeconomic and ethnic inequalities in exposure to air and noise pollution in London. Environ Int 2018 Jun;115:170-179.
9. Clougherty JE, Kubzansky LD. A framework for examining social stress and susceptibility to air pollution in respiratory health. Environ Health Perspect 2009;117:1351-8.
10. Forastiere F, Stafoggia M, Tasco C, Picciotto S, Agabiti N, Cesaroni G, et al. Socioeconomic status, particulate air pollution, and daily mortality: differential exposure or differential susceptibility. Am J Ind Med 2007;50:208-16. 10.1002/ajim.20368
11. GBD 2017 Risk Factor Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or

- clusters of risks for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* 2018 Nov 10;392(10159):1923-1994.
12. Hänninen et al., «Environmental burden of disease in Europe: assessing nine risk factors in six countries», *Environmental Health Perspectives*, vol. 122, núm. 5, p. 439-446, maig 2014, doi: <https://doi.org/10.1289/ehp.1206154>.
  13. Soriano JB, Rojas-Rueda D, Alonso J, Antó JM, Cardona PJ, Fernández E, Garcia-Basteiro AL, Benavides FG, Glenn SD, Krish V, Lazarus JV, Martínez-Raga J, Masana MF, Nieuwenhuijsen MJ, Ortiz A, Sánchez-Niño MD, Serrano-Blanco A, Tortajada-Girbés M, Tyrovolas S, Haro JM, Naghavi M, Murray CJL; Colaboradores de GBD en España. The burden of disease in Spain: Results from the Global Burden of Disease 2016. *Med Clin (Barc)*. 2018 Sep 14;151(5):171-190.
  14. WHO 2021 web: <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts>
  15. Agència de Salut Pública de Barcelona. Avaluació de la qualitat de l'aire a la ciutat de Barcelona. Informe 2019. Disponible a: <https://www.aspb.cat/documents/qualitat-aire-2019/>
  16. World Bank 2016: The cost of air pollution. Strengthening the economic case for action. <http://documents1.worldbank.org/curated/en/781521473177013155/pdf/108141-REVISED-Cost-of-PollutionWebCORRECTEDfile.pdf>
  17. Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth. Disponible a: [https://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0004/276772/Economic-cost-health-impact-air-pollution-en.pdf](https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0004/276772/Economic-cost-health-impact-air-pollution-en.pdf)
  18. Health at a Glance: Europe 2020. Chapter 2. Air pollution and its impact on health in Europe. Disponible a: <https://doi.org/10.1787/23056088>
  19. Health costs of air pollution in European cities and the linkage with transport – <https://www.cedelft.eu/en/publications/2534/health-costs-of-air-pollution-in-european-cities-and-the-linkage-with-transport>.
  20. Pérez L., Sunyer J., Künzli N. Estimating the health and economic benefits associated with reducing air pollution in the Barcelona metropolitan area (Spain). *Gaceta Sanitaria*. 2009. 23(4), pp. 287-294.
  21. Mueller N, Rojas-Rueda D, Basagaña X, Cirach M, Cole-Hunter T, Dadvand P, Donaire-Gonzalez D, Foraster M, Gascon M, Martinez D, Tonne C, Triguero-Mas M, Valentín A, Nieuwenhuijsen M. Urban and Transport Planning Related Exposures and Mortality: A Health Impact Assessment for Cities. *Environ Health Perspect*. 2017 Jan;125(1):89-96.
  22. Hamra GB, Guha N, Cohen A, Laden F, Raaschou-Nielsen O, Samet JM, Vineis P, Forastiere F, Saldiva P, Yorifuji T, Loomis D. Outdoor particulate matter exposure and lung cancer: a systematic review and meta-analysis. *Environ Health Perspect*. 2014 Sep;122(9):906-11.
  23. Hamra GB, Laden F, Cohen AJ, Raaschou-Nielsen O, Brauer M, Loomis D. Lung Cancer and Exposure to Nitrogen Dioxide and Traffic: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Environ Health Perspect*. 2015 Nov;123(11):1107-12.
  24. Khreis H, Kelly C, Tate J, Parslow R, Lucas K, Nieuwenhuijsen M. Exposure to traffic-related air pollution and risk of development of childhood asthma: A systematic review and meta-analysis. *Environ Int*. 2017 Mar;100:1-31.

25. Corral J, Espinàs JA, Cots F, Pareja L, Solà J, Font R, Borràs JM. Estimation of lung cancer diagnosis and treatment costs based on a patient-level analysis in Catalonia (Spain). BMC Health Serv Res. 2015 Feb 21;15:70. doi: 10.1186/s12913-015-0725-3. Accessible a: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25889153/>
26. Blasco Bravo AJ, Pérez-Yarza EG, Lázaro y de Mercado P, Bonillo Perales A, Díaz Vazquez CA, Moreno Galdó A. Coste del asma en pediatría en España: un modelo de evaluación de costes basado en la prevalencia. Anales de Pediatría, 2011;74(3):145-153. Accessible a: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1695403310005114>.
27. Zeiger RS, Dawson C, Weiss S. Relationships between duration of asthma and asthma severity among children in the Childhood Asthma Management Program (CAMP). J Allergy Clin Immunol. 1999 Mar;103(3 Pt 1):376-87.
28. Shea, Perera, Mills. Towards a fuller assessment of the economic benefits of reducing air pollution from fossil fuel combustion: Per-case monetary estimates for children's health outcomes. Environ Res 2020 Mar;182:109019.
29. Lauri Myllyvirta. Quantifying the economic costs of air pollution from fossil fuels – Disponible a: <https://energyandcleanair.org/wp/wp-content/uploads/2020/02/Cost-of-fossil-fuels-briefing.pdf>

**C S B** Consorci Sanitari  
de Barcelona



Salut ambiental

Connectem



[www.aspb.cat](http://www.aspb.cat)