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

20
19



CSB Consorci Sanitari de Barcelona



Agència de Salut Pública



Salut ambiental

©2020 Agència de Salut Pública de Barcelona

Tots els drets reservats. No es permet la reproducció total ni parcial de las imatges o textos d'aquesta publicació sense prèvia autorització.

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

Aquesta publicació està sota una llicència

Creative Commons Reconeixement – NO Comercial – Compartir igual (BY-NC-ND)

<https://creativecommons.org/>



Informe de qualitat de l'aire de Barcelona, 2019

Presidenta de l'Agència de Salut Pública i Comissionada de Salut de l'Ajuntament de Barcelona (Si s'escau)

Gemma Tarafa i Orpinell

Gerenta de l'Agència de Salut Pública de Barcelona (Si s'escau)

Carme Borrell i Thió

Responsables de l'Informe

Marc Rico

Laia Font

Anna Gómez

Elisenda Realp

Col·laboradors/es

Jaume Arimon

Marc Marí

Arantxa Millas

Jordi Remírez

Javier Casado

Jordi Sunyer

Mark Nieuwenhuijsen

Agraïments

Institut de Salut Global Barcelona (ISGlobal)

Cita recomanada

Rico,M, Font,L, Arimon,J, Marí,M, Gómez;A, Realp;E. Informe qualitat de l'aire de Barcelona, 2019.

Agència de Salut Pública de Barcelona.

Índex

Resum executiu.....	5
Resumen ejecutivo	6
Executive summary	7
Introducció.....	8
Nivells de contaminació.....	11
Nivells de NO ₂	11
Nivells de material particulat (PM ₁₀ i PM _{2,5}).....	15
Resta de contaminants.....	22
Resum compliment l'indars.....	28
Exposició a la contaminació	29
Població exposada segons districtes i barris	29
Desigualtats en l'exposició.....	34
Exposició a les escoles.....	36
Impacte en salut.....	39
Context i novetats	39
Impacte en la mortalitat.....	42
Impacte sobre el càncer de pulmó.....	47
Impacte sobre l'asma infantil	49
Comparació dels tres efectes en salut.....	51
Impacte en salut dels episodis de contaminació	53
Conclusions.....	57
Recomanacions	60
Annex I.....	62
Estructura dels contaminants avaluats a la xarxa de vigilància.....	62
Ubicació dels punts de mesurament fix.....	64
Annex II.....	65
Nivells de referència	65
Annex III.....	69
Dades utilitzades pel càlcul de mortalitat, càncer de pulmó i asma infantil atribuïbles a la contaminació de l'aire	69
Referències	71

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

Resum executiu

La contaminació de l'aire és el principal risc ambiental per a la salut. Des de l'Agència de Salut Pública de Barcelona (ASPB) es realitza l'avaluació de la qualitat de l'aire a la ciutat de Barcelona d'acord amb els nivells guia de l'Organització Mundial de la Salut (OMS) i la Directiva 2008/50/CE que estableix els límits legals a la Unió Europea. A partir d'aquestes mesures ambientals, s'estima l'exposició de la població i l'impacte en la salut.

Durant l'any 2019 es continua superant el nivell guia de l'OMS per l'NO₂ i el límit legal de la UE (40 µg/m³) a les estacions representatives de les zones de trànsit de la ciutat (Eixample i Gràcia-Sant Gervasi) i el nivell guia de l'OMS per a les partícules PM₁₀ (20 µg/m³) i PM_{2,5} (10 µg/m³) a totes les estacions de la ciutat.

El 35% de la població total i el 26% de les escoles de la ciutat estan exposades a nivells de NO₂ per sobre el límit legal de 40 µg/m³. El 100% de la població està exposada a PM_{2,5} per sobre el nivell guia de l'OMS. L'exposició a l'NO₂ va molt lligada al trànsit de vehicles i tendeix a augmentar en barris on viuen persones amb nivell socioeconòmic afavorit. L'Eixample és el districte més afectat.

L'impacte de l'exposició crònica a la contaminació sobre la salut és molt destacable. S'estima que a Barcelona l'excés de contaminació de l'aire respecte les recomanacions de l'OMS causa el voltant del 7% de les morts naturals (unes 1.000 morts anuals), l'11% dels nous casos de càncer de pulmó i el 33% dels nous casos d'asma infantil. S'estima que l'impacte en salut de l'excés de contaminació respecte el nivell de l'OMS és aproximadament la meitat de l'impacte en salut atribuïble al total de contaminació de l'aire a la ciutat.

Resumen ejecutivo

La contaminación del aire es el principal riesgo ambiental para la salud. La Agència de Salut Pública de Barcelona (ASPB) realiza la evaluación de la calidad del aire en la ciudad de Barcelona, de acuerdo con los niveles guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Directiva 2008/50/CE que establece los límites legales a la Unión Europea. A partir de las medidas ambientales, se estima la exposición de la población y el impacto en la salud.

Durante el año 2019 se continúa superando el nivel guía de la OMS para el NO₂ y el límite legal de la UE (40 µg/m³) en las estaciones representativas de las zonas de tráfico de la ciudad (Eixample y Gràcia-Sant Gervasi) y el nivel guía de la OMS para las partículas PM₁₀ (20 µg/m³) y PM_{2,5} (10 µg/m³) en todas las estaciones de la ciudad.

El 35% de la población total y el 26% de los colegios de la ciudad están expuestos a niveles de NO₂ por sobre del límite legal de 40 µg/m³. El 100% de la población está expuesta a PM_{2,5} a niveles superiores al nivel guía de la OMS. La exposición al NO₂ está muy relacionada con el tráfico y tiende a aumentar en los barrios dónde viven personas con mayor nivel socioeconómico. El Eixample es el distrito más afectado.

El impacto de la exposición crónica a la contaminación sobre la salud es muy destacable. Se estima que en Barcelona el exceso de contaminación del aire respecto las recomendaciones de la OMS causa alrededor del 7% de las muertes naturales (unas 1.000 muertes anuales), el 11% de los nuevos casos de cáncer de pulmón y el 33% de los nuevos casos de asma infantil. Se estima que el impacto en salud del exceso de contaminación respecto las recomendaciones de la OMS es aproximadamente la mitad que el impacto en salud atribuible al total de contaminación del aire en la ciudad.

Executive summary

Air pollution is the main environmental risk for health. The Barcelona Public Health Agency evaluates the air quality of the city according to the World Health Organization (WHO) recommended levels and the Directive 2008/50/CE that establishes the legal limits for the European Union. Based on these measurements, the population exposure to air pollution and the attributable health impacts are estimated.

In 2019, the NO₂ annual mean was above the WHO guideline and the legal limit in the UE of 40 µg/m³ in the measurement stations representing high traffic streets (Eixample and Gràcia-Sant Gervasi). The mean value for PM₁₀ and PM_{2,5} was above the WHO guideline of 20 µg/m³ and 10 µg/m³ respectively in all measurement stations in the city.

35% of citizens and 25% of schools are exposed to NO₂ levels above the legal UE value of 40 µg/m³. All the population is exposed to PM_{2,5} levels above the WHO guideline of 10 µg/m³. NO₂ exposure is closely related to motorized traffic and tends to increase in neighbourhoods with favoured socioeconomic status. Eixample is the more affected district.

Chronic exposure to air pollution has a relevant health impact in the city. It is estimated that the excess of air pollution from the recommended WHO guidelines in Barcelona causes around 7% of natural mortality (about 1.000 annual deaths), around 11% of new lung cancer cases and around 33% of new childhood asthma cases would be avoided. It is estimated that the impact of the excess of air pollution from the recommended WHO guidelines is approximately half of the impact attributable to total air pollution in the city.

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 (Figura 1).

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 (OMS 2013a, OMS 2013b). La contaminació atmosfèrica en general i les partícules en suspensió i el sotge del dièsel en particular són cancerígens per als humans (OMS 2012, OMS 2016).

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 (veure 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) (veure Annex II).

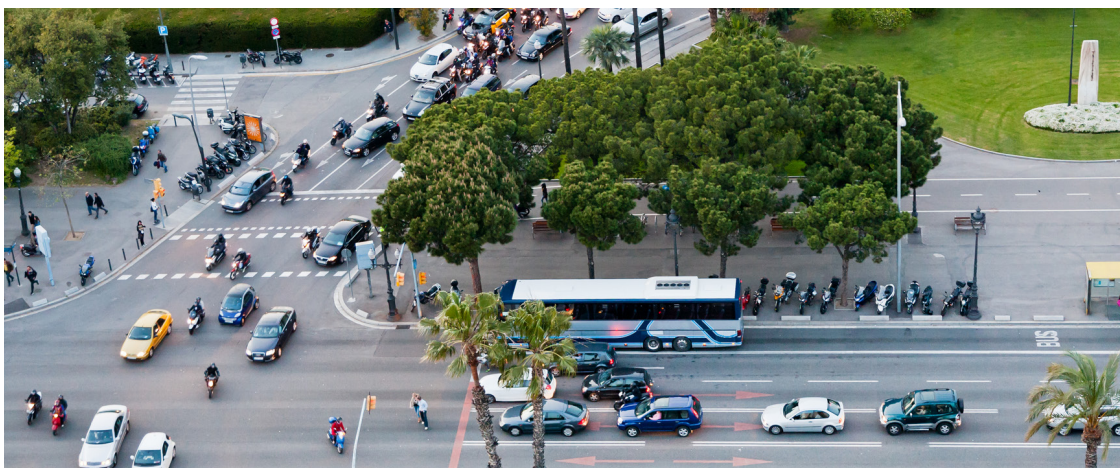
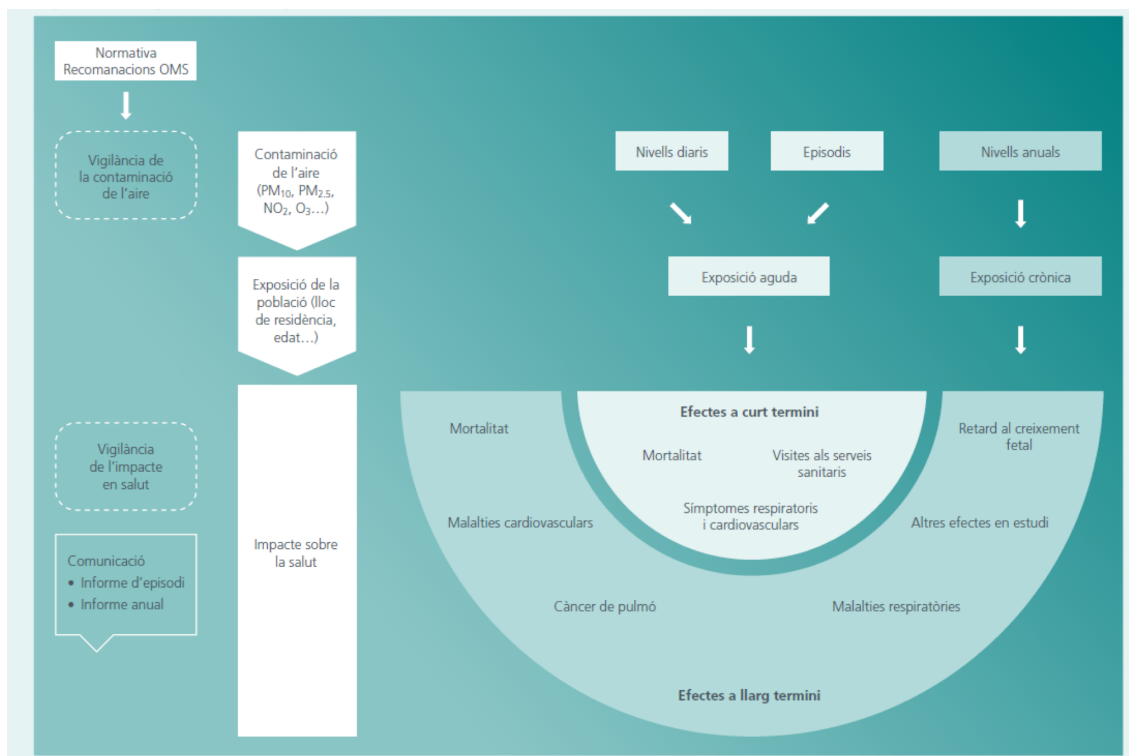


Figura 1. Diagrama dels efectes sobre la salut de la contaminació de l'aire i de com l'ASPB fa la vigilància de la contaminació de l'aire i del seu impacte en la salut a la ciutat.



Font: Valero et al. 2018.

L'ASPB realitza també estudis complementaris amb unitats mòbils i amb campanyes de mostreig amb difusors passius de NO₂. Amb els resultats de les mesures ambientals de la xarxa de vigilància (estacions fixes) i aquests estudis complementaris, s'actualitza anualment el mapa d'alta resolució de la contaminació atmosfèrica de la ciutat de Barcelona per a NO₂, PM₁₀ i PM_{2.5}. Aquest mapa, generat a partir del model d'immissions de l'Ajuntament de Barcelona, permet estimar l'exposició de la població a la contaminació atmosfèrica per cada tram de carrer de la ciutat. Tota aquesta informació es pot consultar a la pàgina web de l'ASPB (www.aspb.cat). Aquest any, a banda de calcular l'exposició global de la població, s'ha ampliat la descripció de l'exposició a la contaminació pels diferents districtes de la ciutat, a les escoles i s'ha fet un anàlisi de les desigualtats socials en l'exposició a la contaminació de l'aire.

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 (Valero et al. 2018) (Figura 1). En aquesta nova edició de l'informe s'amplia el concepte d'impacte en salut atribuïble a la contaminació de l'aire més enllà de les recomanacions de l'OMS, utilitzant diferents escenaris comparatius d'exposició i es quantifica la mortalitat

atribuïble a NO₂, a les PM_{2,5} i als dos contaminants de forma conjunta. S'estima també l'impacte en la mortalitat atribuïble a la contaminació pels diferents districtes de la ciutat, i l'impacte pel càncer de pulmó i l'asma infantil.

L'informe s'estructura en els següents apartats:

1. A l'apartat 1 es descriu l'avaluació per a l'any 2019 i l'evolució dels principals contaminants crítics a la ciutat (NO₂ i partícules) i de la resta dels contaminants regulats a la ciutat d'acord amb la normativa europea i els nivells guia de l'OMS. En aquest mateix apartat es fa una valoració sintètica per cada contaminant del compliment dels nivells establerts per la UE i els nivells guia de l'OMS.
2. En l'apartat 2 es presenta l'estimació de l'exposició a la contaminació de la població, amb la mitjana dels nivells anuals de NO₂, PM₁₀ i PM_{2,5} pel total de la població i per cada districte i barri de la ciutat pels anys 2018-2019. També es descriuen les desigualtats socials en l'exposició a la contaminació i l'exposició a la contaminació a les escoles de la ciutat.
3. En l'apartat 3 es descriu l'avaluació de l'impacte en salut de la contaminació de l'aire, en la mortalitat, el càncer de pulmó i l'asma infantil.
4. Finalment, en l'apartat 4, es presenten les conclusions de l'avaluació, l'exposició a la contaminació i l'impacte en salut. S'inclou també un últim apartat de recomanacions.

L'informe també inclou tres annexes. En el primer es descriu la xarxa de vigilància de la contaminació atmosfèrica de la ciutat, en el segon es detallen els nivells guia de l'OMS i els valors límit i objectiu de la UE, i finalment en el tercer, les dades utilitzades pel càlcul de casos de càncer de pulmó i d'asma infantil atribuïbles a la contaminació de l'aire.

Nivells de contaminació

Nivells de NO₂

La taula 1 mostra les concentracions de NO₂ mesurades per la xarxa de vigilància durant el 2019. S'ha mantingut la superació del nivell guia de l'OMS i del valor límit anual de la UE (40 µg/m³) a les estacions de trànsit de la ciutat (Eixample i Gràcia-Sant Gervasi), representatives de la qualitat de l'aire de molts carrers del centre i dels accessos de la ciutat. Per contra, a les estacions representatives de fons urbà el nivell guia no es supera.

Taula 1. Nivells de NO₂ (en µg/m³) a les estacions de la xarxa de vigilància de Barcelona durant el 2019

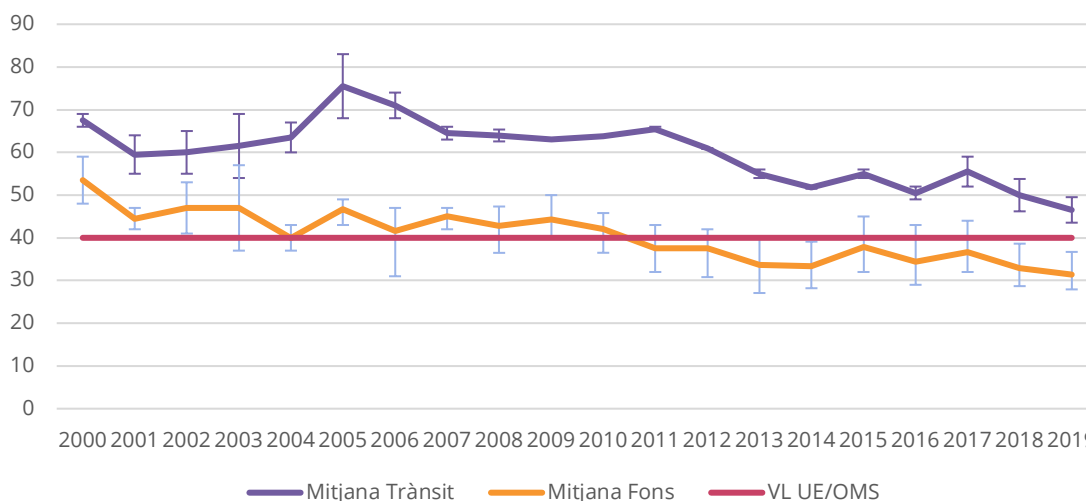
NO ₂ (Dades en µg/m ³)	Trànsit		Fons urbà				
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Poblenou	Sants	Palau Reial	Ciutadella	Vall d'Hebron
Màxim anual	50	44	37	31	28	32	29
Nivell guia OMS: 40 µg/m ³ · Valor límit anual UE: 40 µg/m ³							
Màxim horari	207	233	154	146	134	216	181
Nivell guia OMS: 200 µg/m ³ · VLh UE: 200 µg/m ³							
Núm. d'hores que es supera el VLh ⁽¹⁾	2	3	0	0	0	1	0
18 superacions permeses per any							

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

Respecte als màxims horaris, s'han detectat superacions el dia 28.06.2019 (2 superacions a l'Eixample i 2 a Gràcia-Sant Gervasi) i puntualment el dia 28.02.2019 (1 hora a Gràcia-Sant Gervasi) i el 30.10.2019 (1 hora a Ciutadella). Des de l'any 2015 no es produïa cap superació del màxim horari de NO₂ en una estació de fons urbà.

Respecte a l'evolució temporal, durant l'any 2019 la mitjana d'NO₂ s'ha reduït un 5,1% de mitjana a totes les estacions de la ciutat, respecte a l'any anterior. Tanmateix, la concentració mitjana anual està molt subjecte a les particularitats meteorològiques i de mobilitat de cada any, així que l'evolució temporal cal analitzar-la amb un període temporal de comparació ampli, no any a any. La tendència de les concentracions des del 2013 a les estacions de trànsit a la ciutat es manté força estable, i per sobre del valor guia de l'OMS i el valor límit anual de la UE (Figura 2).

Figura 2. Evolució temporal de la mitjana anual agregada per estacions de trànsit i de fons de NO₂ (en µg/m³) pel període 2000-2019.



El NO₂ és un contaminant molt relacionat amb les emissions del trànsit a la ciutat. De fet, el 60% de la concentració d'aquest contaminant a l'aire de la ciutat prové del trànsit (Ajuntament de Barcelona, 2015). Aquesta elevada correlació fa que els nivells de les estacions properes al trànsit siguin de mitjana un 48% més elevats respecte a les estacions de fons urbà, més allunyades de les emissions directes del trànsit.

Els perfils diaris i setmanals mostren també la influència del trànsit, amb pics de contaminació en les hores de major intensitat de trànsit (Figura 3) i en dies feiners (Figura 4). Els nivells al cap de setmana disminueixen de mitjana un 22% a les estacions de trànsit i un 18% a les de fons urbà.

Figura 3. Perfil diari agregat per estacions de trànsit i de fons de NO₂ (en µg/m³) per l'any 2019.

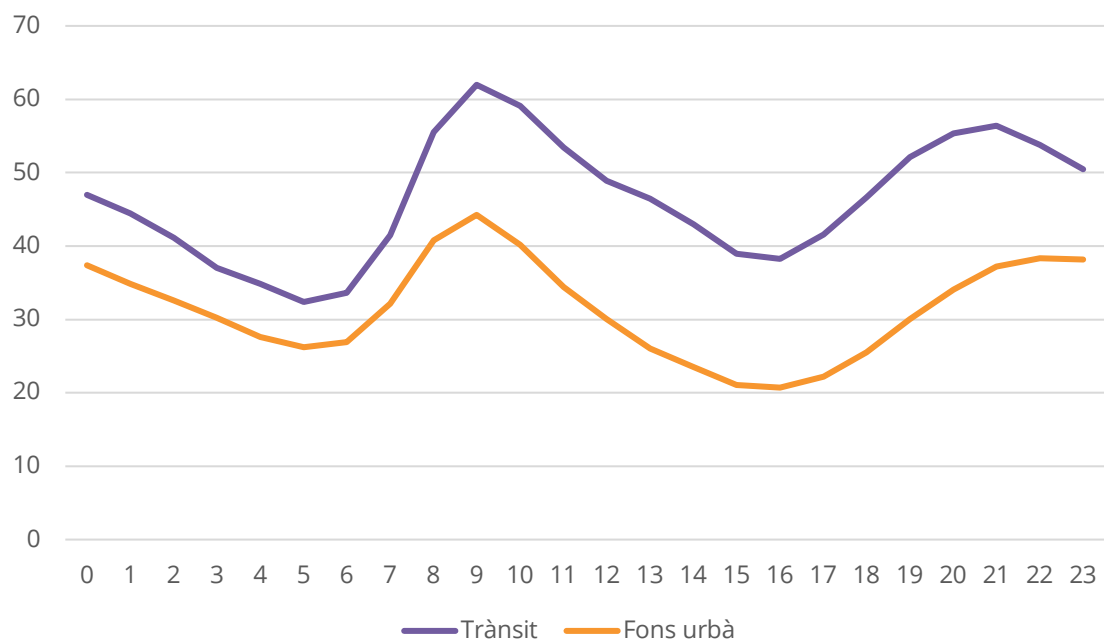
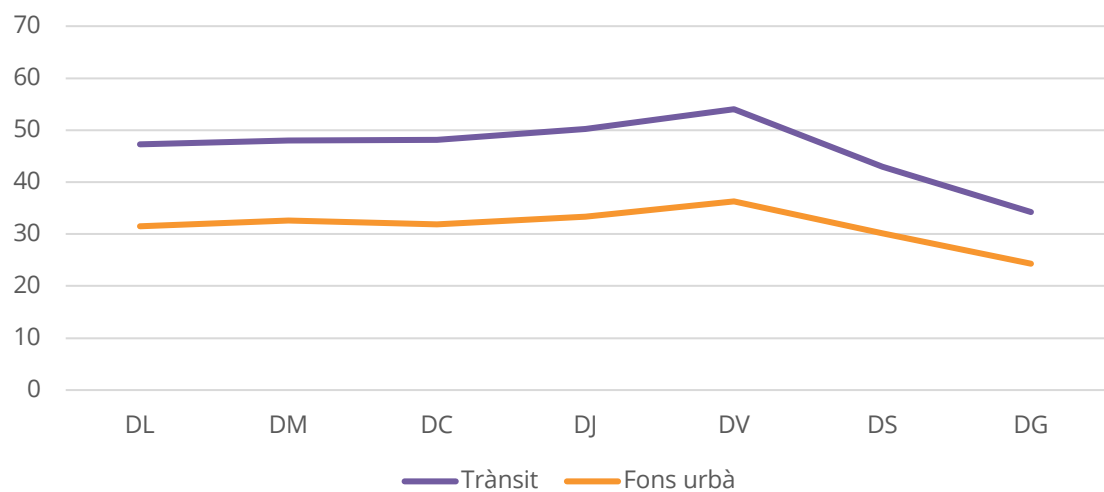
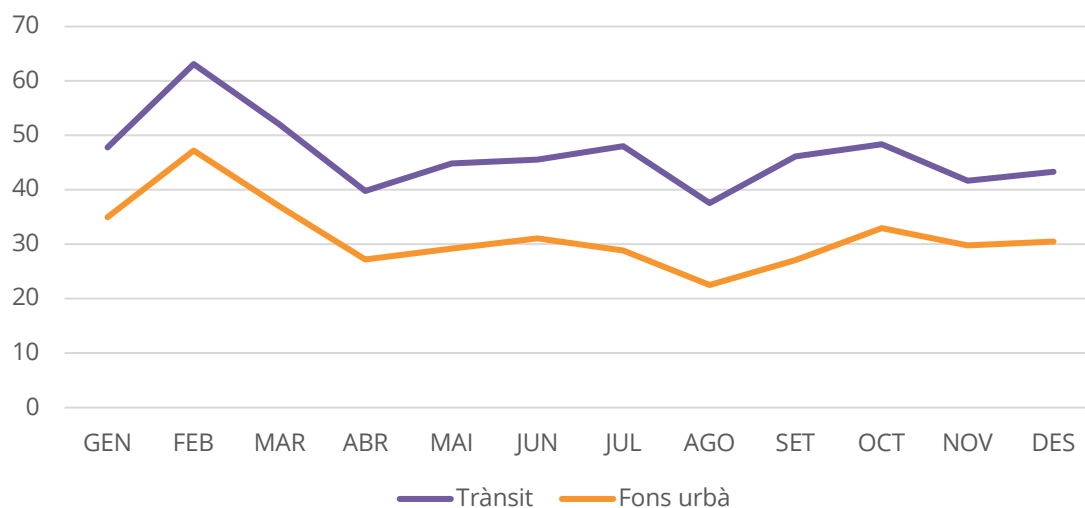


Figura 4. Perfil setmanal agregat per estacions de trànsit i de fons de NO₂ (en µg/m³) per l'any 2019.



Respecte els perfils anuals, els nivells varien en funció de les condicions meteorològiques. Els nivells s'incrementen els mesos d'hivern degut als episodis anticiclònics i la inversió tèrmica característica d'aquest període, que dificulta la dispersió de les emissions dels contaminants locals (Figura 5). El mes d'agost és el més amb concentracions més baixes degut a la disminució del trànsit.

Figura 5. Mitjana mensual agregada per estacions de trànsit i de fons de NO₂ (en µg/m³) per l'any 2019.



Nivells de material particulat (PM₁₀ i PM_{2,5})

PM₁₀

La taula 2 mostra les concentracions de partícules PM₁₀ a les estacions de la xarxa de vigilància durant el 2019.

Taula 2. Nivells de PM₁₀ (en µg/m³) a les estacions de la xarxa de vigilància de Barcelona durant el 2019.

PM ₁₀ (Dades en µg/m ³)	Trànsit			Fons urbà						
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Plaça Universitat	Poblenou	Sants	Palau Reial (1)	IES Verdaguer	IES Goya	Zona Universitària	Vall Hebron
Mitjana anual	29	27	30	29	26	20	30	23	23	23
Nivell guia OMS: 20 µg/m ³ Valor límit UE: 40 µg/m ³										
Màxim diari	90	96	107	82	87	-	99	94	100	95
Nivell guia OMS: 50 µg/m ³ Valor límit UE: 50 µg/m ³										
Núm. de dies que es supera el VLd (2)	17	9	15	15	14	3	17	9	7	7
35 superacions permeses per any										

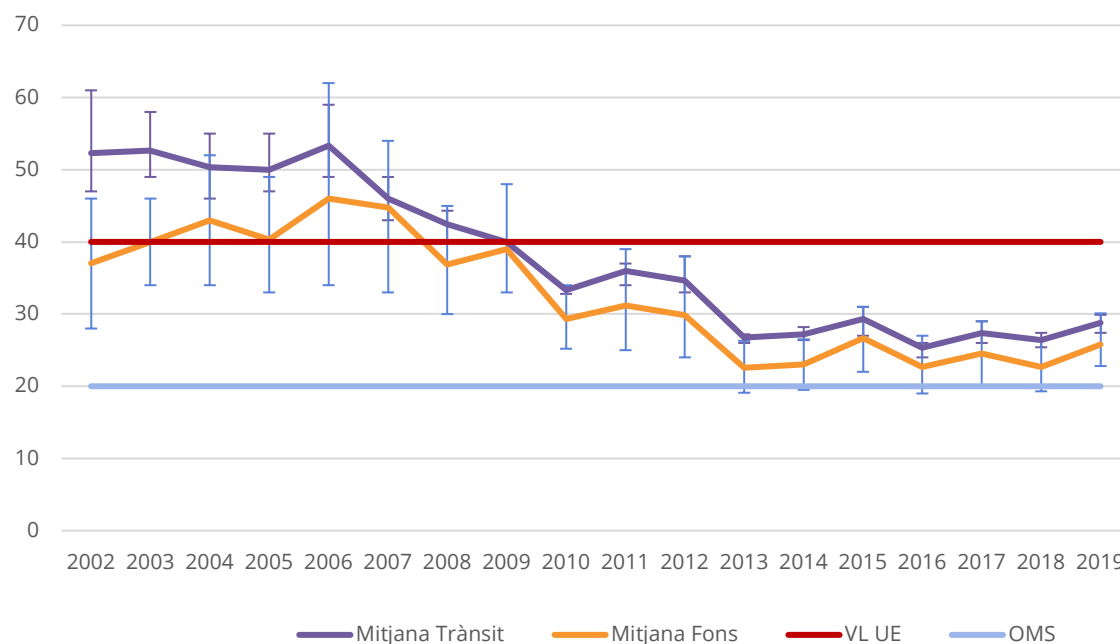
(1) Mesuraments indicatius amb el monitor automàtic tipus TEOM.

(2) VLd: Valor límit diari (RD 102/2011). Es permet superar 35 dies a l'any.

Durant l'any 2019 es supera el nivell guia anual de l'OMS ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i el nivell màxim diari ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a totes les estacions de la ciutat, incloent el fons urbà. Respecte a la normativa de la UE, menys restrictiva, es compleixen els respectius valor límit anual ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i diari a totes les estacions de la ciutat.

Les concentracions de PM_{10} han disminuït amb el temps des del dels valors més elevats trobats al període 2002-2009 fins als valors actuals, estables des de l'any 2013 (veure Figura 6). Durant tot el període d'estudi, es supera el nivell de referència anual de l'OMS ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i des de l'any 2010, es compleix el valor límit anual de la UE.

Figura 6. Evolució temporal de la mitjana anual agregada per estacions de trànsit i de fons de PM_{10} (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pel període 2002-2019.



Les partícules PM_{10} són una mescla heterogènia de diferents contaminants procedents de diverses fonts d'emissió, com ara el trànsit, les obres, la resuspensió del sòl o els episodis d'intrusió de pols africana. La menor contribució del trànsit local (aproximadament un 20%), fa que no s'observi gran diferència entre els nivells trobats en estacions de fons urbà, com ara Poblenou o l'IES Verdguer (Parc de la Ciutadella), o els de les estacions de trànsit. Tanmateix, com a mitjana les concentracions trobades a les estacions de trànsit són un 12% més elevades que la mitjana del fons urbà de Barcelona.

Si bé els pics del perfil diari també mostren una relació amb les hores de màxima intensitat de trànsit, els nivells es mantenen més estables al llarg de les hores del dia, en comparació al NO_2 (Figura 7) i els caps de setmana, quan baixa la intensitat

de trànsit, els nivells només es redueixen entre un 10 i un 13% de mitjana (Figura 8). Tot i el descens, els caps de setmana es segueix incomplint el nivell guia anual de l'OMS ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Figura 7. Perfil diari agregat per estacions de trànsit i de fons de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'any 2019.

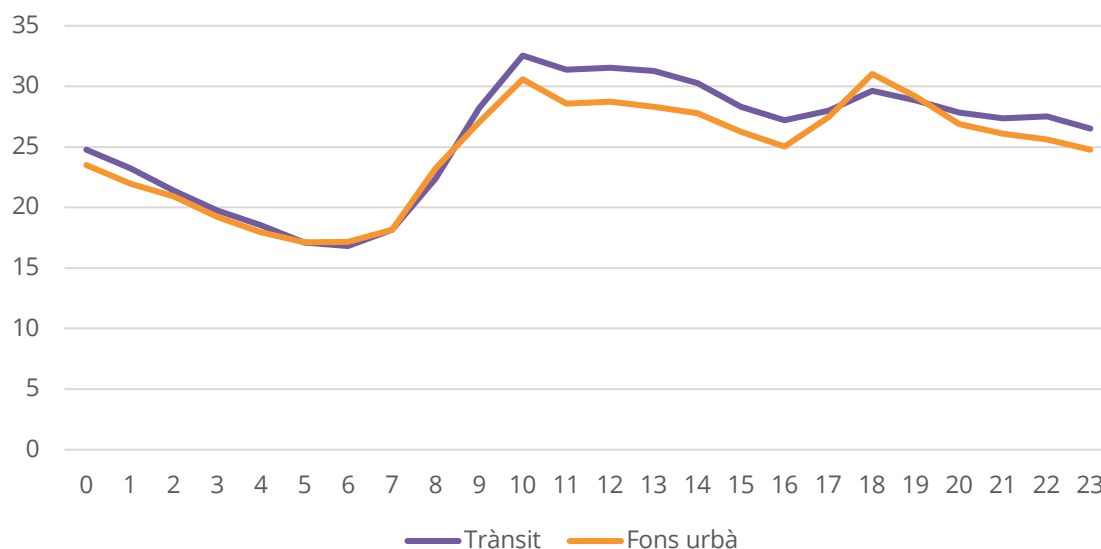
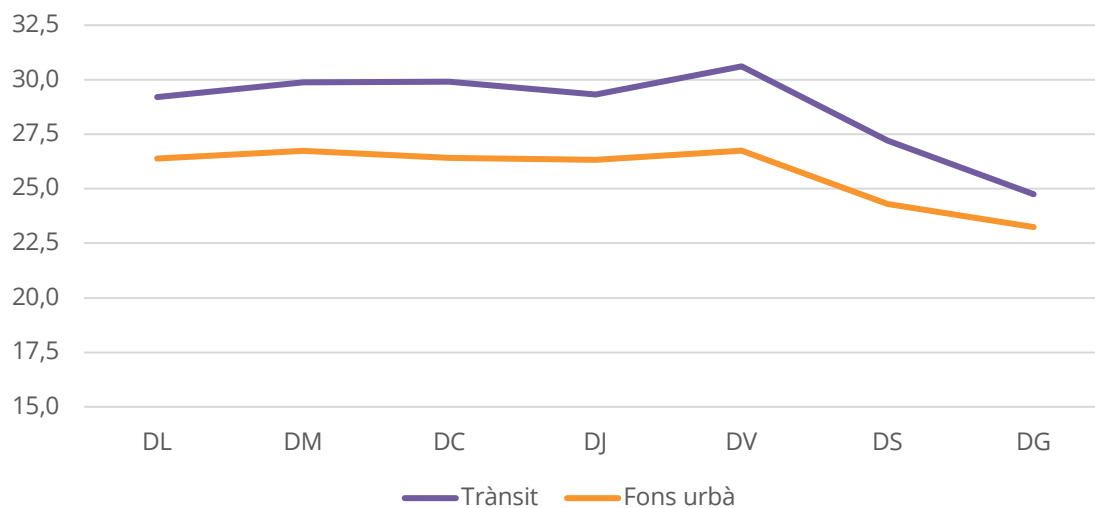


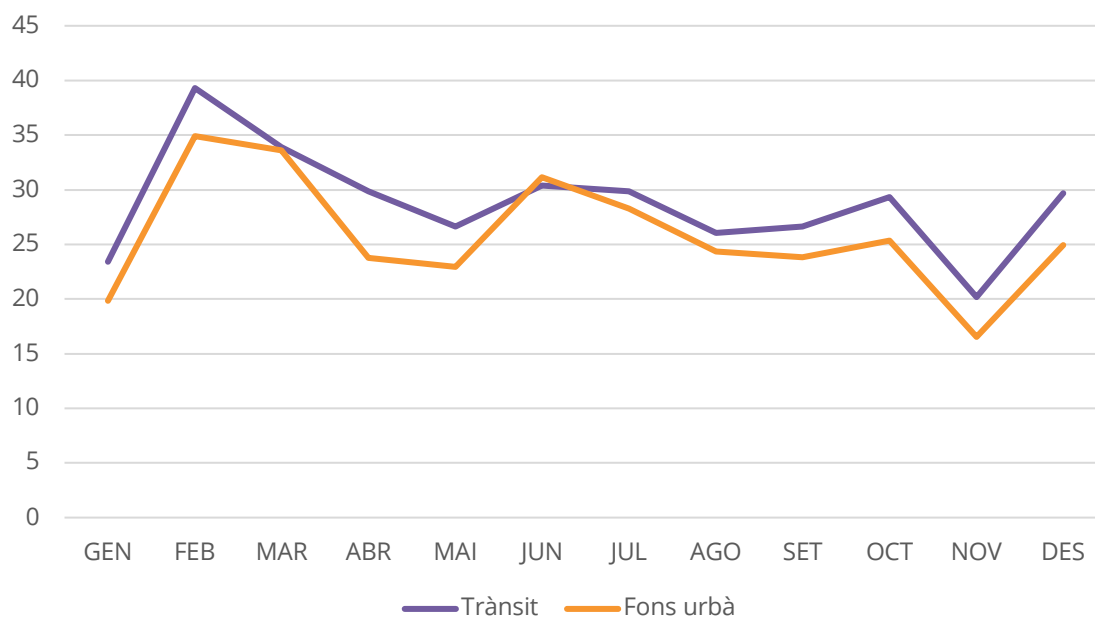
Figura 8. Perfil setmanal agregat per estacions de trànsit i de fons de PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'any 2019.



Respecte a l'evolució al llarg dels mesos de l'any, també es detecta un major increment durant els mesos de febrer i març per l'empitjorament de les condicions meteorològiques de dispersió. La menor relació amb el trànsit i l'impacte no

estacional dels nivells dels episodis d'intrusió de pols sahariana, fa que els nivells més baixos durant el 2019 es detectessin al novembre i els nivells a l'agost es mantinguin més elevats que altres mesos de l'any (Figura 9).

Figura 9. Mitjana mensual agregada per estacions de trànsit i de fons de PM₁₀ (en µg/m³) per l'any 2019.



PM_{2,5}

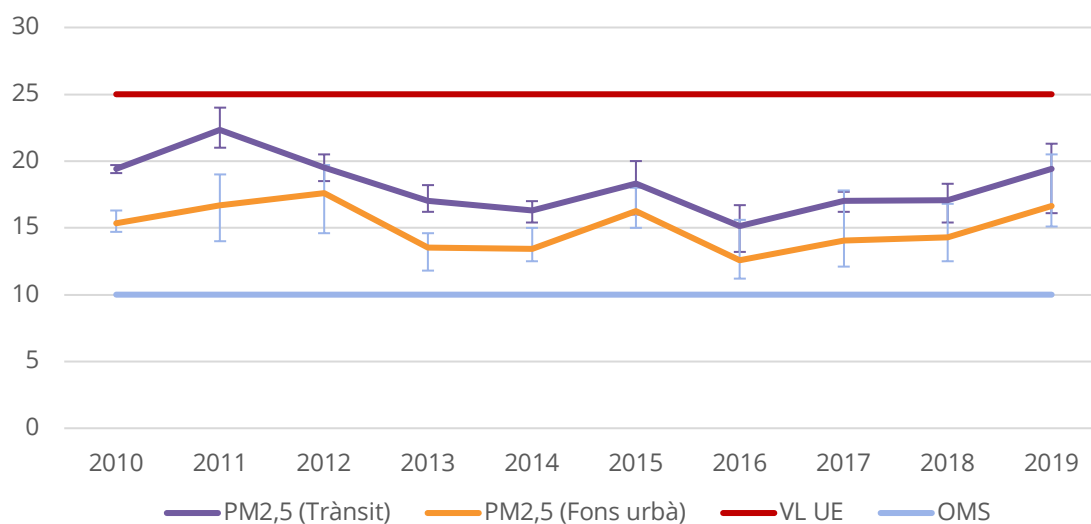
A la taula 3 es mostren les concentracions de partícules PM_{2,5}. Durant l'any 2019 es supera el nivell guia anual de l'OMS (10 µg/m³) i el nivell màxim diari (25 µg/m³) a totes les estacions de la ciutat. Respecte a la normativa de la UE, menys restrictiva, es compleix el valor límit anual (25 µg/m³) a totes les estacions de la ciutat.

Taula 3. Nivells de PM_{2,5} (en µg/m³) a les estacions de vigilància de Barcelona durant el 2019.

PM _{2,5} (Dades en µg/m ³)	Trànsit			Fons urbà			
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Plaça Universitat	Poblenou	IES Goya	Zona Universitària	Vall d'Hebron
Mitjana anual	21	16	21	21	15	16	15
Nivell guia OMS: 10µg/m ³ · Valor objectiu UE:25 µg/m ³							
Màxim diari	54	39	49	50	43	41	51
Nivell guia OMS: 25 µg/m ³							
Superacions Màxim diari	63	21	64	70	16	16	22
en dies							

Respecte a l'evolució anual, des del 2013 s'observa una estabilitat de les concentracions de PM_{2,5} a la ciutat. Per a tot el període d'estudi, es supera el nivell guia de l'OMS (10 µg/m³) (veure Figura 10).

Figura 10. Evolució temporal de la mitjana anual agregada per estacions de trànsit i de fons de PM_{2,5} (en µg/m³) pel període 2010-2019.



Respecte als perfils setmanals, les partícules més fines (PM_{2,5}) mostren un descens d'entre el 6% i el 7% els caps de setmana respecte els dies feiners. Les partícules fines presenten una major correlació amb les emissions dels vehicles motoritzats (sobretot amb els vehicles de distribució urbana de mercaderies, dièsel i antics), i els nivells en les estacions de trànsit són de mitjana un 16% superiors als mesurats en les estacions de fons urbà. Tanmateix, cal destacar també la contribució d'altres fonts diferents del trànsit, tant a les emissions primàries, com sobretot, per la formació de partícules secundàries de diàmetre inferior a 2,5 µm. Com succeeix amb les partícules PM₁₀, la contribució de la resta de fonts d'emissió com ara les activitats generadores de pols (obres), les activitats generadores de partícules d'origen secundari (explotacions ramaderes de Catalunya) i altres gasos precursors del material particulat secundari (O₃), s'haurà de tenir en compte per assolir el compliment dels nivells guia de l'OMS a la ciutat.

Si extrapolem els nivells diaris a una mitjana anual, es situen per sobre del nivell guia anual de l'OMS (10 µg/m³) tots els dies de la setmana i tant en estacions de trànsit com de fons urbà (Figura 11).

Respecte a l'evolució estacional, les partícules PM_{2,5} segueixen un patró similar al de les partícules PM₁₀, amb nivells més elevats durant el mes de febrer i març (Figura 12).

Figura 11. Perfil setmanal agregat per estacions de trànsit i de fons de PM_{2.5} (en µg/m³) per l'any 2019.

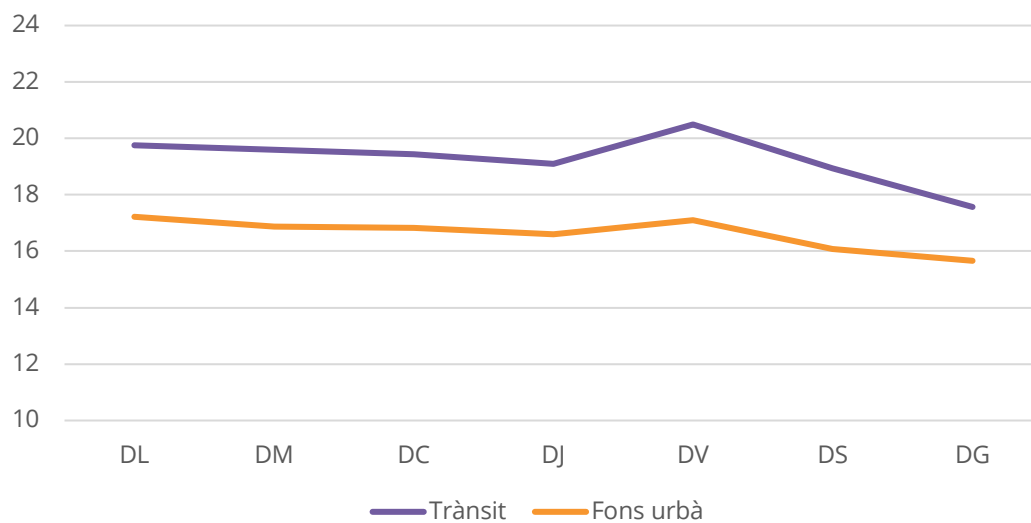
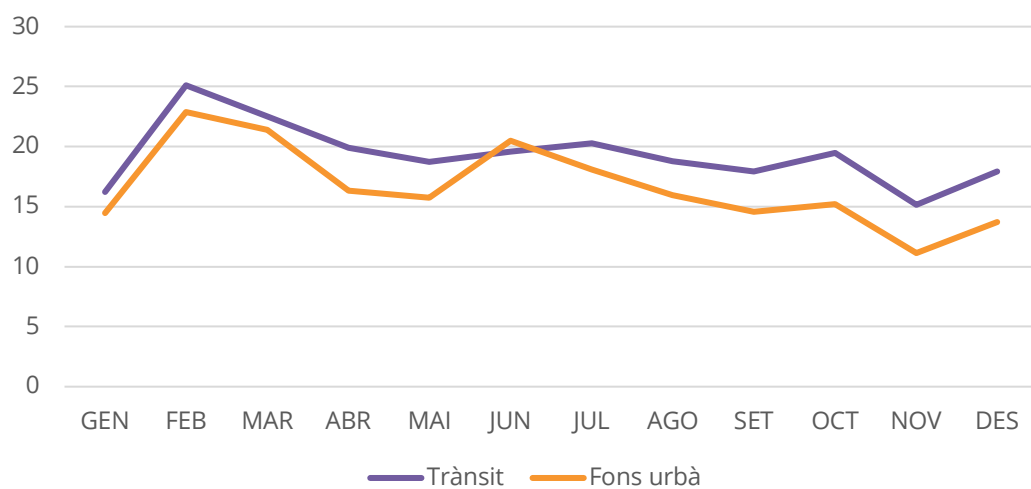


Figura 12. Mitjana mensual agregada per estacions de trànsit i de fons de PM_{2.5} (en µg/m³) per l'any 2019.



Resta de contaminants

De la resta de contaminants avaluats, destaquen l'ozó, el benzè i el benzo(a)pirè atès les seves superacions dels nivells guia de l'OMS (veure taules 4, 5 i 6). Pel que fa a la resta de contaminants regulats: els metalls pesants (cadmi, níquel, arsènic), el plom, el monòxid de carboni (CO) i el diòxid de sofre (SO₂), les concentracions mesurades es mantenen baixes i per sota dels valors guia de l'OMS i els valors establerts per la UE (veure taules 7, 8, 9 i 10).

Ozó

Taula 4. Nivells d'O₃ (en µg/m³) a les estacions de vigilància de Barcelona durant el 2019.

O ₃ (Dades en µg/m ³)	Trànsit		Fons urbà		
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Palau Reial	Ciutadella	Vall d'Hebron
Mitjana anual	39	43	53	43	56
Màxim 8-horari	144	149	170	140	169
Nivell guia OMS: 100 µg/m ³ · Valor objectiu UE:120 µg/m ³					
Núm. de dies amb superacions Màxim 8-horari⁽¹⁾	1	1	6	2	7
Mitjana del nombre de dies amb superacions (2017-2019) · Es permet superar 25 dies de mitjana					
Màxim horari	211	176	229	190	196
Núm. de superacions del Llindar horari d'Informació	2	0	1	2	2
Llindar Informació Població:180 µg/m ³					
Núm. de superacions del Llindar horari d'Alerta	0	0	0	0	0
Llindar Alerta Població:240 µg/m ³					

(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 5. Nivells de benzè (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) a les estacions de vigilància de Barcelona durant el 2019.

Benzè (Dades en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Trànsit		Fons urbà	
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Poblenou	Vall d'Hebron
Màxim anual	2,9	2,6	2,0	1,3
OMS: 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ · Valor límit UE: 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$				

Benzo(a)pirè

Taula 6. Nivells de benzo(a)pirè (en ng/m^3) a les estacions de vigilància de Barcelona durant el 2019.

Benzo(a)pirè (Dades en ng/m^3)	Trànsit			Fons urbà					
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Plaça Universitat	Poblenou	Sants	IES Verdaguer	IES Goya	Zona Universitària	Vall Hebron
Mitjana anual	0,13	0,10	0,12	0,14	0,08	0,09	0,06	0,08	0,08
OMS: 0,12 ng/m^3 · Valor Objectiu UE: 1 ng/m^3									

Metalls pesants

Taula 7. Nivells de metalls pesants (en ng/m³) a les estacions de vigilància de Barcelona durant el 2019.

Metalls pesants (Dades en µg/m ³)	Trànsit			Fons urbà					
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Plaça Universitat	Poblenou	Sants	IES Verdaguer	IES Goya	Zona Universitària	Vall Hebron
As - Mitjana anual	1,01	1,00	1,01	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00
Nivell guia OMS: 6,6 ng/m ³ · Valor Objectiu (2013):6 ng/m ³									
Cd - Mitjana anual	0,40	0,41	0,40	0,40	0,40	0,40	0,41	0,40	0,40
Nivell guia OMS: 5 ng/m ³ · Valor Objectiu (2013):5 ng/m ³									
Ni - Mitjana anual	4,26	3,65	4,42	3,59	3,21	4,23	2,87	3,10	2,90
Nivell guia OMS: 25 ng/m ³ · Valor Objectiu (2013):20 ng/m ³									

Plom

Taula 8. Nivells de plom (en µg/m³) a les estacions de vigilància de Barcelona durant el 2019.

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

Monòxid de carboni

Taula 9. Nivells de monòxid de carboni (en mg/m³) a les estacions de vigilància de Barcelona durant el 2019.

CO (Dades en µg/m ³)	Trànsit		Fons urbà	
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Palau Reial	Vall d'Hebron
Mitjana anual	0,4	0,4	0,3	0,3
Màxim 8-horari	1,9	2,1	1,4	1,0
Nivell guia OMS: 10 mg/m ³ Valor límit:10 mg/m ³				
Màxim horari	3,7	3,9	2,5	1,2
Nivell guia OMS: 30 mg/m ³				

Diòxid de sofre

Taula 10. Nivells de diòxid de sofre (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) a les estacions de vigilància de Barcelona durant el 2019.

SO ₂ (Dades en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Trànsit		Fons urbà	
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Palau Reial	Vall d'Hebron
Mitjana anual	2	2	2	1
Màxim diari	6	14	5	4
Nivell guia OMS: 20 mg/m^3 Valor límit: 125 mg/m^3				
Núm. de dies amb superacions del VLd (1)	0	0	0	0
No es podrà superar en més de 3 ocasions per any				
Màxim horari	54	26	15	13
Valor límit horari UE: 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
Núm. de superacions del VLh (2)	0	0	0	0
No es podrà superar en més de 24 ocasions per any				

(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 compliment 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 (Taula 11).

Taula 9. 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).

Contaminant	Trànsit		Fons	
	OMS	UE	OMS	UE
Mitjana anual NO₂	Supera 1,2 vegades	Supera 1,2 vegades	No es supera	No es supera
Mitjana anual PM₁₀	Supera 1,4 vegades	No es supera	Supera 1,3 vegades	No es supera
Mitjana anual PM_{2,5}	Supera 1,9 vegades	No es supera	Supera 1,7 vegades	No es supera
Mitjana anual benzè	Supera 1,6 vegades	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 1,5 vegades	Supera 1,2 vegades	Supera 1,6 vegades	Supera 1,3 vegades
Llindar d'informació horari d'ozó	-	S'ha superat	-	S'ha superat
Llindar d'alerta horari d'ozó	-	No es supera	-	No es supera
Màxim diari SO₂	No es supera	No es supera	No es supera	No es supera
Màxim horari SO₂	-	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

Població exposada segons districtes i barris

L'avaluació de la qualitat de l'aire d'acord amb la normativa i 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 i en les zones allunyades de les emissions directes. 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. A més a més, l'ASPB complementa aquestes mesures en les estacions de la xarxa amb estudis i avaluacions realitzades en altres localitzacions de la ciutat amb unitats mòbils de control atmosfèric i difusors passius de NO₂.

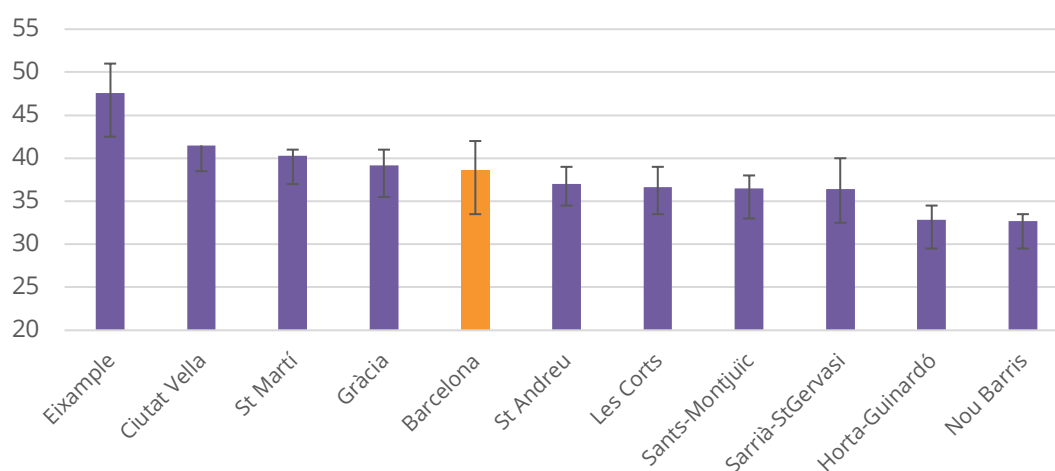
Amb el resultat de totes les mesures ambientals realitzades durant l'any s'actualitza el mapa d'immissions de la qualitat de l'aire a la ciutat, realitzat conjuntament per l'Ajuntament de Barcelona i l'ASPB. Aquest mapa d'alta resolució, generat amb un model d'immissió de la contaminació atmosfèrica, permet disposar de l'estimació de la mitjana anual de NO₂, PM₁₀ i PM_{2,5} a tots els trams de carrer de la ciutat.

A partir d'aquests mapes d'alta resolució pels anys 2018 i 2019 i el padró d'habitants de 2019, s'ha calculat la mitjana dels nivells anuals de NO₂, PM₁₀ i PM_{2,5} ponderada per població a cada districte i barri de la ciutat pels anys 2018-2019. La mitjana ponderada per població és una mitjana territorial on es pondera la distribució dels habitants dins el territori, de manera que cada tram de carrer té més pes com més persones hi viuen. D'aquesta manera, s'obté un indicador resum de l'exposició segons domicili de residència de la població d'aquella unitat territorial.

NO₂

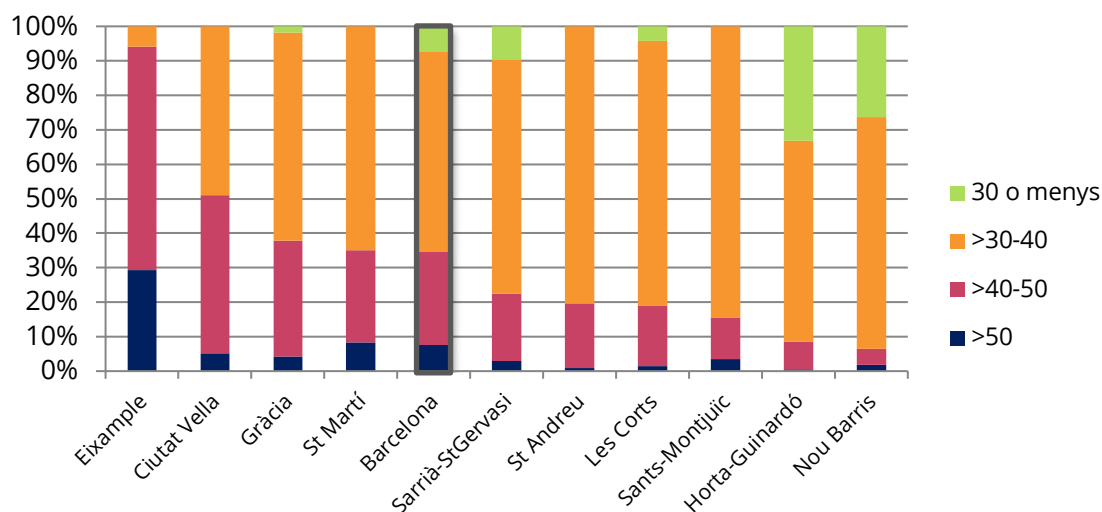
La mitjana anual poblacional de NO₂ a la ciutat va ser de 39 µg/m³, just per sota el límit legal de 40 µg/m³. La meitat de la població està exposada a nivells anuals entre els 33 i els 42 µg/m³, mentre que el nivell mínim detectat a l'exterior d'un domicili a Barcelona estaria al voltant de 17 µg/m³ i el màxim al voltant de 85 µg/m³. Les mitjanes poblacionals de NO₂ varien entre els districtes, amb el màxim a l'Eixample i el mínim a Horta-Guinardó i Nou Barris (una diferència d'aproximadament 15 µg/m³ entre les mitjanes dels districtes) (Figura 13).

Figura 13. Mitjanes de NO₂ (µg/m³) ponderades per població als districtes de Barcelona i al total de la ciutat (2018-2019). L'interval indica el percentil 25 i el percentil 75.



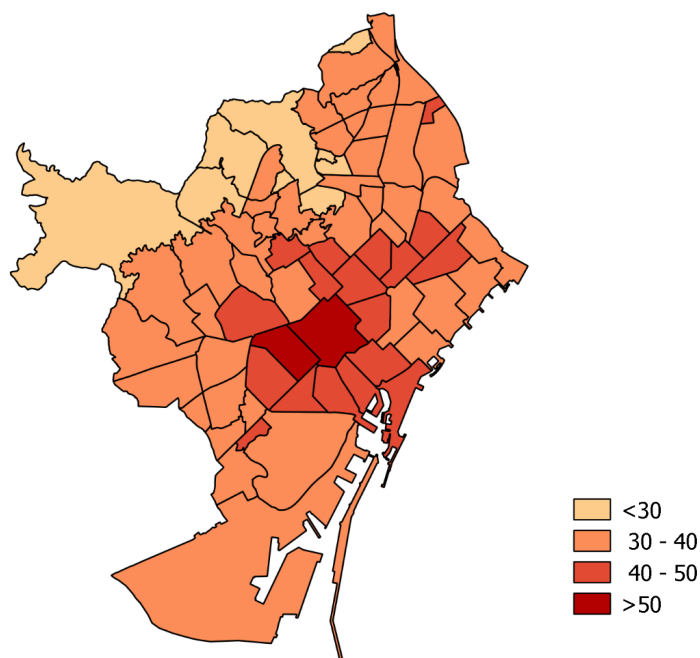
Si s'analitza el percentatge de població exposada a diferents rangs de NO₂, el patró per districtes és molt similar. El 35% de la població a la ciutat està exposada a nivells per sobre el límit legal de 40 µg/m³, un percentatge que varia molt entre districtes, arribant al 94% en el cas de l'Eixample (Figura 14).

Figura 14. Població exposada a diferents rangs de NO₂ (µg/m³) als districtes de Barcelona i al total de la ciutat (2018-2019).



A nivell de barri, el mínim de NO₂ anual es troba als barris de Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes i el màxim a la Dreta de l'Eixample, amb una diferència entre barris del voltant de 35 µg/m³ (Figura 15).

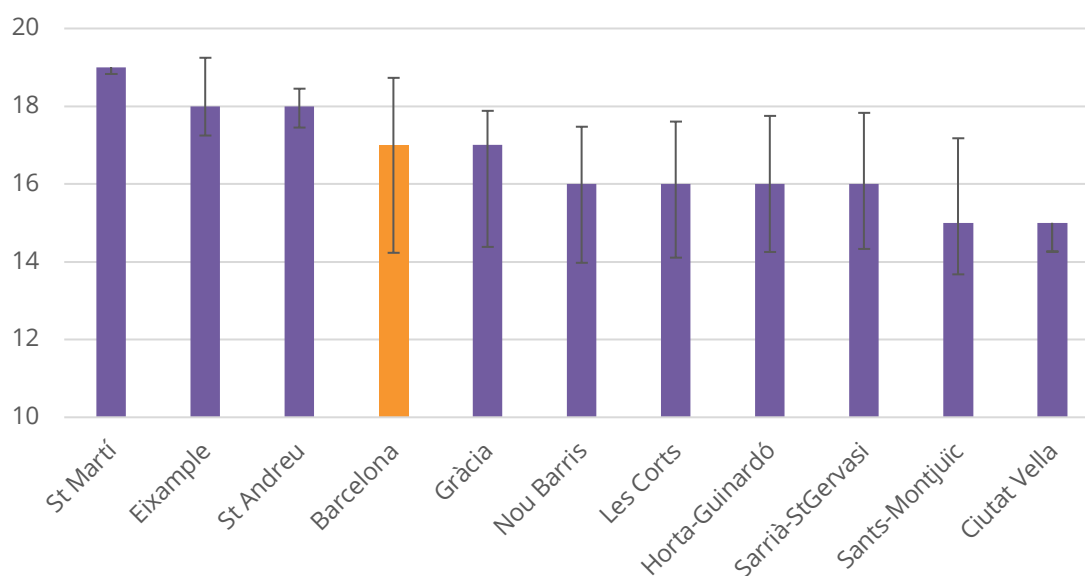
Figura 15. Mapa de les mitjanes anuals de NO₂ (µg/m³) ponderades per població als barris de Barcelona (2018-2019).



PM_{2,5}

La mitjana anual poblacional de PM_{2,5} a la ciutat va ser de 17 µg/m³, clarament per sobre el valor guia de l'OMS de 10 µg/m³. El 50% de la població s'exposa a nivells anuals entre els 14 i els 18 µg/m³, mentre que el nivell mínim detectat a l'exterior d'un domicili de Barcelona va ser de 12 µg/m³ i el màxim de 31 µg/m³ (diferència de 19 µg/m³ dins la ciutat). Les mitjanes poblacionals de PM_{2,5} dels districtes també varien, sent el màxim a Sant Martí i els mínim a Sants-Montjuïc i Ciutat Vella (diferència al voltant de 4 µg/m³ entre les mitjanes dels districtes) (Figura 16).

Figura 16. Mitjanes anuals de PM_{2,5} (µg/m³) ponderades per població als districtes de Barcelona i al total de la ciutat (2018-2019).



Tot i que hi ha diferències importants en la població exposada a diferents rangs de PM_{2,5} segons districtes (Figura 17), el 100% de la ciutadania està exposada a nivells de PM_{2,5} per sobre la recomanació de l'OMS de 10 µg/m³ de mitjana anual.

A nivell de barri, el mínim de PM_{2,5} anual es detecta als barris de Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes i el màxim Provençals del Poblenou, el que significa una diferència entre barris al voltant dels 7 µg/m³ (Figura 18).

Figura 17. Població exposada a diferents rangs de PM_{2,5} (µg/m³) als districtes de Barcelona i al total de la ciutat (2018-2019).

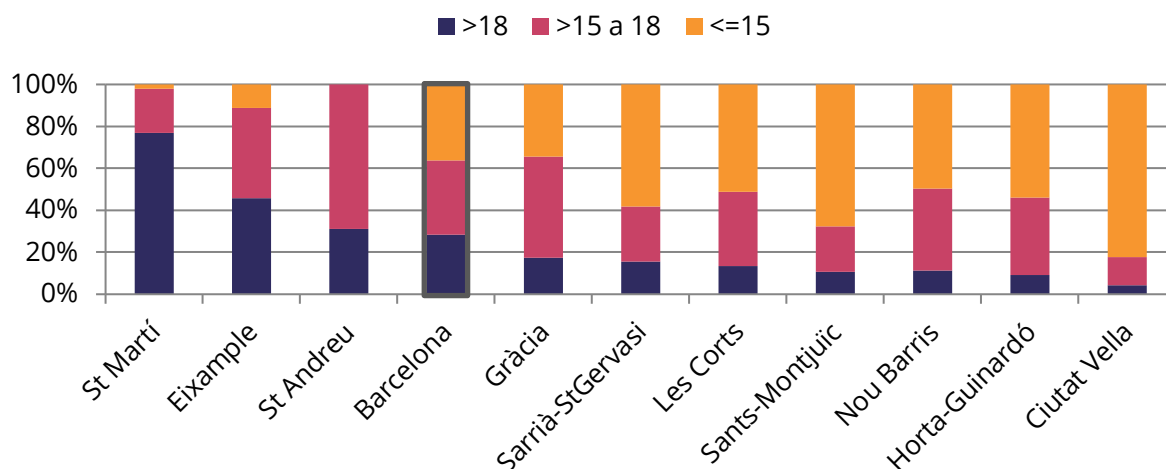
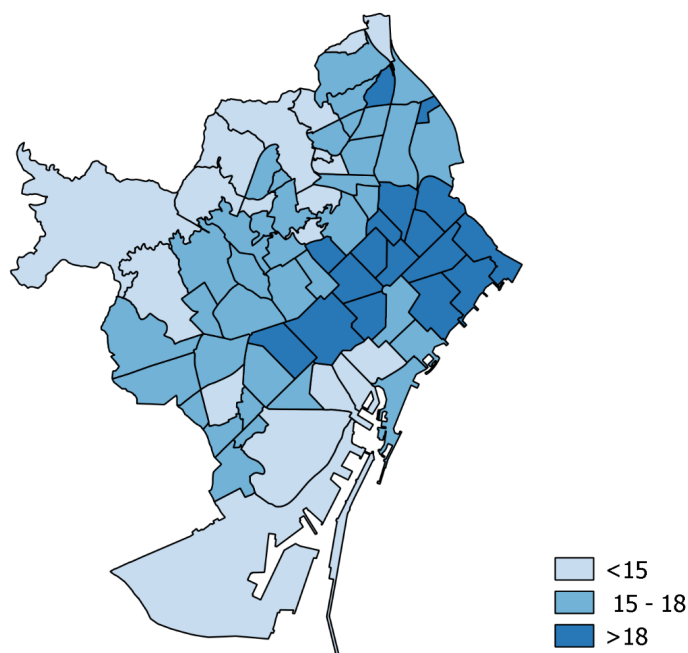


Figura 18. Mapa de les mitjanes de PM_{2,5} (µg/m³) ponderades per població als barris de Barcelona (2018-2019).



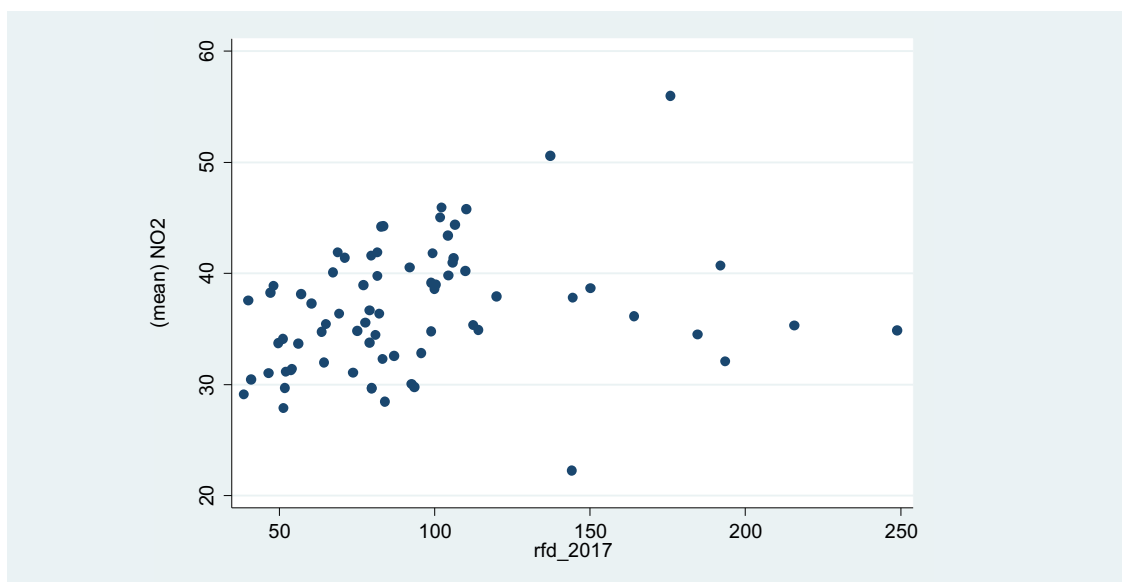
Les diferències entre els patrons descrits per l'NO₂ i les partícules PM_{2,5} es deuen a les diferents fonts d'aquests contaminants. L'NO₂ està molt lligat als nivells de trànsit de la ciutat, mentre que les partícules estan més influenciades per altres fonts locals, i en el cas de les partícules fines, per la formació de partícules secundàries a partir de gasos com el NO₂, el SO₂ i els compostos orgànics volàtils.

Desigualtats 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 contaminació de l'aire i el percentatge de població exposada segons el nivell de renda dels barris (mitjançant l'índex de renda familiar disponible (RFD) del 2017) i segons el nivell d'estudi de la ciutadania declarat al padró, com a indicador de nivell socioeconòmic individual.

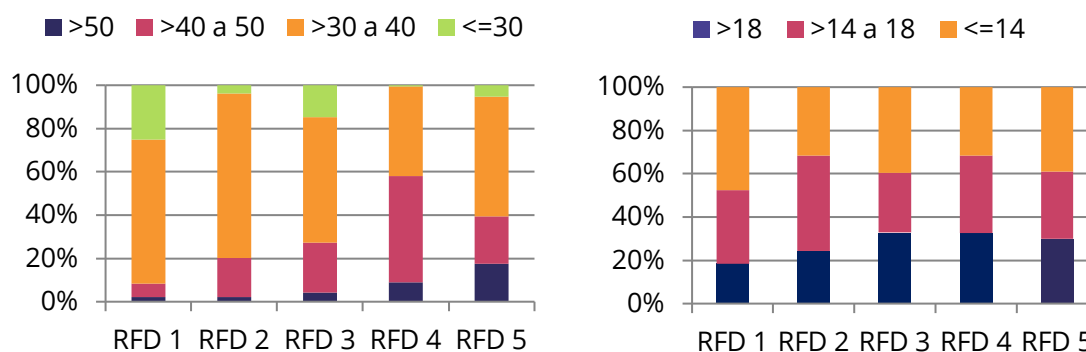
Hi ha una certa relació positiva entre el nivell de renda dels barris, segons l'índex de renda familiar disponible del 2017, i el nivell de NO₂ (correlació d'Spearman del 0,36, p-valor=0,0017) (Figura 19). En canvi, no hi ha relació entre el nivell de renda dels barris i els nivells de partícules PM_{2,5} (correlació d'Spearman 0,16, p-valor=0,19) o partícules PM₁₀ (correlació d'Spearman 0,09, p-valor=0,43).

Figura 19. Correlació entre la mitjana poblacional de NO₂ (µg/m³) i el nivell de renda del barri.



El mateix patró s'observa amb el percentatge de població exposada a NO₂ i a partícules segons el nivell de renda del barri (Figura 20).

Figura 20. Població exposada a diferents rangs de NO₂ (µg/m³, esquerra) i PM_{2,5} (µg/m³, dreta) segons el nivell de renda del barri.



RFD: renda familiar disponible del 2017, sent 1 la més baixa i 5 la més alta.

Si s'utilitza el nivell d'estudis individual com a indicador socioeconòmic, també s'observa la mateixa associació en el sentit que a més nivell d'estudis hi ha més població exposada a nivells alts de NO₂ (39% d'exposats a >40 µg/m³ entre els universitaris vs. 29% entre els d'estudis primaris o menys (p-valor <0,01)).

Aquest fet 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 per NO₂. Altres estudis mostren com no hi ha un patró comú de desigualtats en l'exposició a la contaminació de l'aire a les ciutats Europees (Temam et al. 2017). A més, dins d'una mateixa ciutat, els resultats varien segons l'indicador de desigualtat (individual o d'àrea) (Temam et al. 2017) o segons l'indicador d'exposició utilitzat (Tonne et al. 2018). L'últim informe de l'OMS sobre la temàtica descriu que sí que es detecten desigualtats socioeconòmiques en l'exposició a la contaminació de l'aire a nivell regional i nacional a nivell d'Europa, però no aporta dades del que passa dins les ciutats (WHO 2019).

Exposició a les escoles

A continuació es descriu l'exposició a NO₂ 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 començament del curs 2019/2020. Són 348 centres (165 públics i 183 concertats/privats) i aproximadament 122.500 infants.

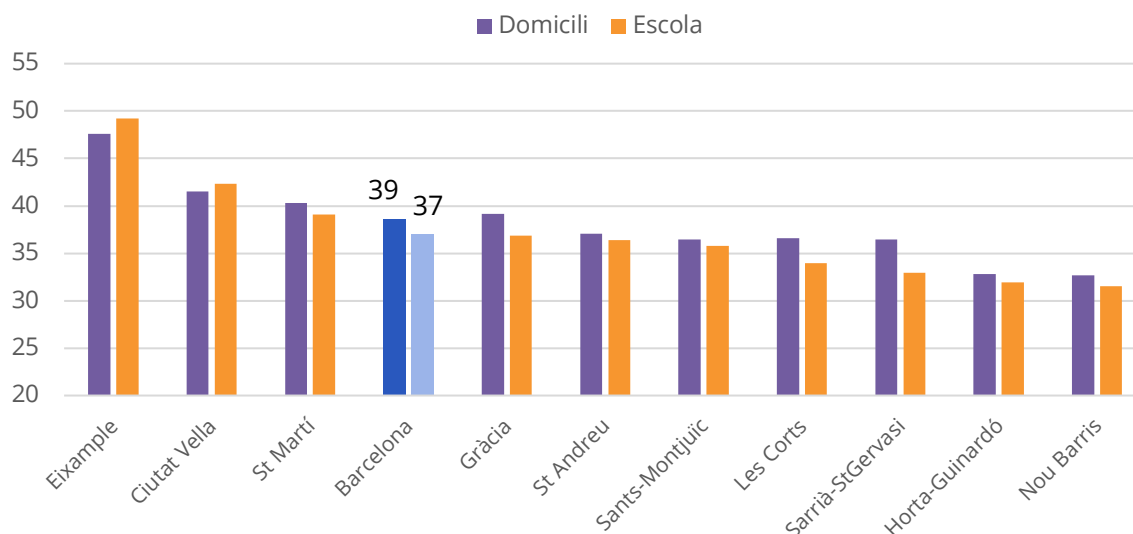
S'ha analitzat el nivell de NO₂ (mitjana anual) del 2018 i 2019 a l'adreça del centre segons el mapa de contaminació de l'ASPB/Ajuntament de Barcelona. S'ha fet l'anàlisi per centre (348), tot i que també s'ha fet per alumne (tenint en compte la matriculació a primària a cada centre) i els resultats són gairebé iguals. La distribució dels infants de 3 a 11 anys segons el districte d'escolarització a la ciutat és la següent: Ciutat Vella 4%, Eixample 13%, Sants-Montjuïc 8%, Les Corts 7%, Sarrià-St Gervasi 15%, Gràcia 7%, Horta-Guinardó 11%, Nou Barris 9%, St Andreu 10% i St Martí 14%.

Les escoles de Barcelona van estar exposades a un nivell mitjà de 37 µg/m³ de NO₂ durant els anys 2018-2019, 2 punts per sota la mitjana de la ciutat referida a l'exposició als domicilis. La meitat dels centres, tenen uns nivells d'exposició entre 32 i 41 µg/m³ de NO₂, mentre que l'altra meitat es troben per sota o per sobre amb un mínim i un màxim de 19 i 68 µg/m³ respectivament. No hi ha diferències destacables en els nivells de contaminació segons si les escoles són públiques o privades/concertades (mitjanes de NO₂ de 36 i 38 µg/m³ respectivament).

On sí que es detecten importants variacions del nivell d'exposició de les escoles a la contaminació és segons el districte, sent l'Eixample el districte amb nivells més elevats (mitjana de 49 µg/m³ de NO₂) i sent Nou Barris i Horta-Guinardó els districtes amb nivells més baixos (mitjana de 32 µg/m³) (Figura 21). Igualment, dins de cada districte també hi ha diferència de nivells entre els centres d'uns 20 µg/m³ aproximadament de mitjana. És important remarcar aquesta diferència de nivells entre escoles i les seves conseqüències sobre la salut dels infants atès que cada augment d'exposició de 10 µg/m³ de NO₂ (segons domicili) suposa augmentar un 5% el risc de desenvolupar asma infantil.



Figura 21. Mitjana anual de NO₂ (µg/m³) a les escoles i als domicilis de Barcelona segons districtes, 2018-2019.



En el conjunt de la ciutat, el 26% dels centres (92) es troben en carrers on la contaminació està per sobre el límit legal de 40 µg/m³ de NO₂ (que correspon aproximadament a 30.000 infants) (Figura 22). El 7% dels centres (25) superen els 50 µg/m³ de NO₂ i es troben gairebé tots al districte de l'Eixample.

Si es descriu el % de centres (o infants) exposats a diferents franges de concentració de NO₂ la figura és semblant. L'Eixample té els nivells d'exposició més elevats, amb més del 90% dels centres del districte per sobre el límit dels 40 µg/m³.

Tenint en compte els infants escolaritzats a cada districte, es pot veure que dels gairebé 30.000 infants exposats a l'escola a nivells de NO₂ per sobre el límit legal a la ciutat, gairebé la meitat s'escolaritzen a l'Eixample, però la resta es reparteix per tots els districtes de la ciutat, excepte el districte de Nou Barris (Figura 23).

Figura 22. Percentatge d'escoles exposades a diferents trams de NO₂ (µg/m³) segons els districtes de la ciutat (Barcelona, 2018-2019).

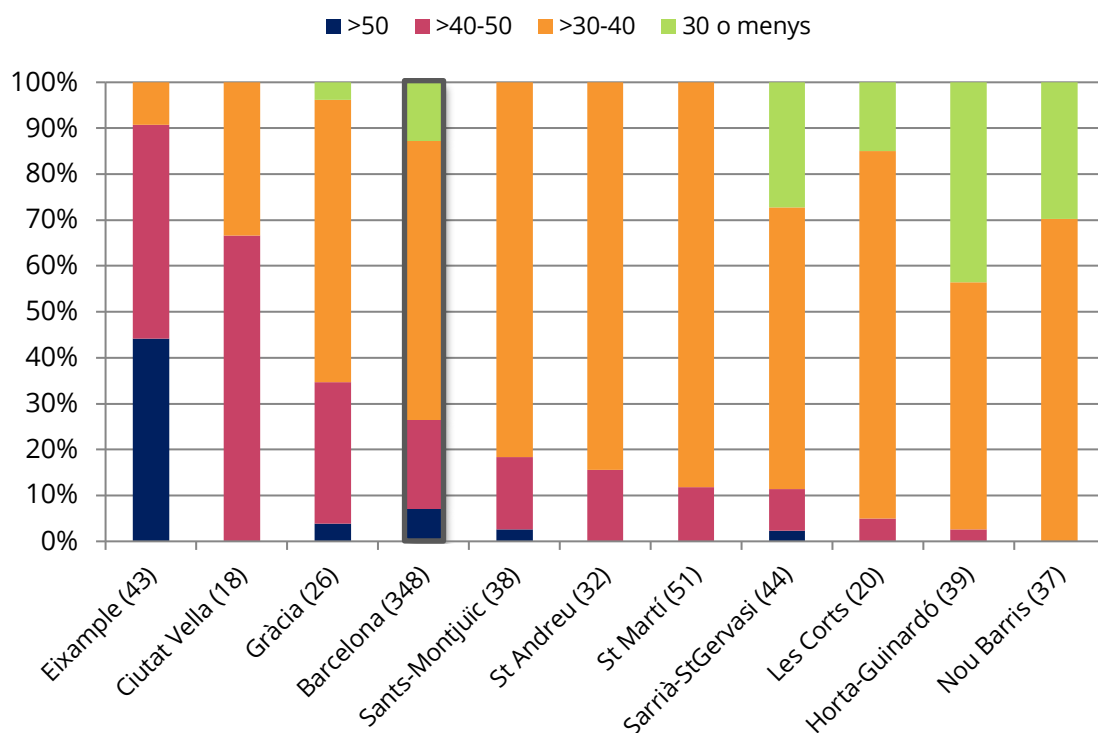
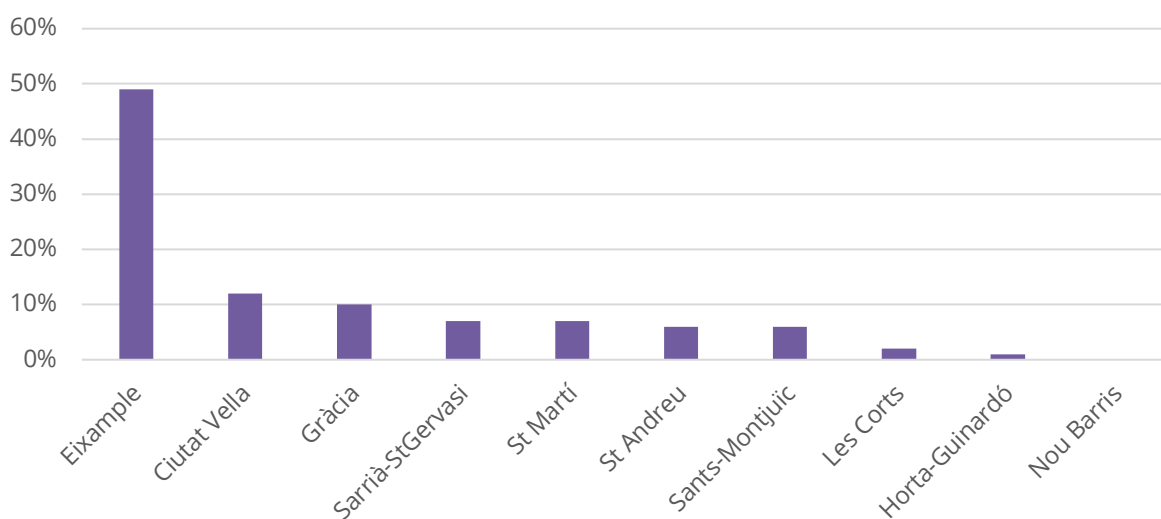


Figura 23. Distribució dels escolars exposats a >40 µg/m³ de NO₂ a l'escola segons els districtes de la ciutat (Barcelona, 2018-2019).



Percentatge del total d'escolars exposat a la ciutat que correspon a cada districte.

Impacte en salut

Context i novetats

La contaminació de l'aire és un problema important de salut pública, també a la ciutat de Barcelona. 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 (Valero et al. 2018).

Els dos darrers informes de qualitat de l'aire de Barcelona han estimat la mortalitat atribuïble a l'excés de contaminació que hi ha a la ciutat respecte dels nivells màxims recomanats per l'OMS de forma separada per les partícules PM_{2,5} i per l'NO₂ (ASPB 2019). Aquest informe 2019 introdueix diverses novetats respecte als informes previs:

- Ampliació dels límits de contaminació de referència per estimar l'impacte en salut
- Millora de l'indicador d'exposició a la contaminació per PM_{2,5} i NO₂, amb les concentracions mitjanes anuals ponderades per població.
- Estimació conjunta de l'impacte en salut atribuïble a PM_{2,5} i a NO₂.
- Estimació de la mortalitat atribuïble a la contaminació de l'aire pels diferents districtes de la ciutat.
- Estimació de l'impacte de la contaminació sobre el càncer de pulmó i l'asma infantil.

Cada vegada hi ha més evidència que la mortalitat atribuïble a la superació dels nivells guia de l'OMS infraestima la mortalitat atribuïble al conjunt de la contaminació de l'aire. Les guies de l'OMS sobre qualitat de l'aire es van publicar l'any 2006 i recomanen no superar de mitjana anual els 10 µg/m³ per PM_{2,5} i els 40 µg/m³ de NO₂. Actualment les guies estan sent revisades, perquè l'evidència científica dels últims anys indica que per sota els límits recomanats tant per PM_{2,5} com per NO₂ també hi ha efecte sobre la salut (WHO, 2013). De fet, l'any 2013 el projecte "*Health risks of air pollution in Europe-HRAPIE*" de la mateixa OMS

recomanava calcular l'impacte en salut per sota els nivells guia, fins els 20 µg/m³ per NO₂ (WHO, 2013).

Els estudis epidemiològics indiquen que no hi ha un nivell segur de contaminació per PM_{2,5} ni per NO₂ per sota del qual ja no hi ha efecte negatiu sobre la salut, però no hi ha un acord entre els experts sobre quin nivell mínim de contaminació caldria considerar per calcular-ne l'impacte en salut (Walton KCL 2015, Heroux 2015, WHO 2013). Actualment els principals informes d'impacte en salut de la contaminació de l'aire a nivell internacional utilitzen també com a referència nivells de contaminació per sota del nivell guia de l'OMS (KCL 2015, Khreis et al. 2019, EEA 2019, GBD 2017) (Taula 12). En gairebé tots aquests informes, es fan anàlisis de sensibilitat per calcular l'impacte utilitzant diferents llindars de contaminació.

Taula 12. Nivells de comparació de contaminació utilitzats a nivell internacional en informes sobre l'impacte en salut de la contaminació.

	Mitjana anual PM _{2,5} (µg/m ³)	Mitjana anual NO ₂ (µg/m ³)	Regions on s'ha utilitzat cada nivell de comparació
Recomanació OMS	10	40	Barcelona (ASPB (ASPB 2018), ISGlobal (Pierangeli 2020)) Nova York (NYC Health) França (Santé Publique France 2016)
Projecte HRAPIE (OMS)	0	20	Barcelona (ASPB 2018) Europa (EEA 2020) Londres (KCL 2015)
Mínima contaminació	*	*	Barcelona (ISGlobal (Pierangeli 2020)), Europa (EEA 2017; Khreis et al. 2019) Londres (KCL 2015) Nova York (NYC Health) França (Santé Publique France 2016) Global (GBD 2017)

*Nivells mínims detectats en zones poblades o en poblacions semblants a les analitzades.

En l'informe actual s'estima l'impacte en salut atribuïble a la contaminació considerant l'excés de contaminació respecte a tres llindars de comparació: i) la recomanació de l'OMS (incorporant el llindar de 20 µg/m³ per NO₂ recomanat pel projecte HRAPIE de la pròpia OMS) ii) els nivells de contaminació detectats a la

muntanya del Montseny (com a referent local natural) i ii) la mínima contaminació possible (utilitzant la mínima contaminació detectada en zones poblades d'Europa) (veure l'indadors a la Taula 13).

Taula 13. Nivells de contaminació de l'aire a Barcelona i als tres nivells de comparació utilitzats.

	Mitjana anual PM _{2.5} (µg/m ³)	Mitjana anual NO ₂ (µg/m ³)
Barcelona 2018-19	17	39
Recomanació OMS	10	20*
Montseny 2018	9	3
Mínima contaminació**	2,5	1,5

* Per l'NO₂ s'utilitza el l'indador de 20 µg/m³ recomanat pel projecte HRAPIE de l'OMS

** Nivells mínims detectats en zones poblades d'Europa (Informe EEA per PM_{2.5} i Khreis 2017 per NO₂).

La utilització d'aquests l'indadors de comparació permet estimar l'efecte en salut atribuïble a diferents conceptes:

- *Recomanació OMS.* Estima els casos de malaltia atribuïbles al fet que Barcelona superi els nivells de contaminació recomanats per l'OMS. Dit d'una altra manera, estima els casos de malaltia que Barcelona podria evitar si no superés els nivells de contaminació recomanats per l'OMS. Aquests nivells de contaminació es podrien complir a la ciutat només si es reduís molt dràsticament el trànsit.
- *Nivells del Montseny.* Estima els casos de malaltia que Barcelona podria evitar si tingués un aire de qualitat equivalent a la de la muntanya del Montseny. S'ha escollit aquest l'indador de comparació com a referent local natural, tot i que els seus nivells de partícules PM_{2.5} estan clarament influenciats per la contaminació de l'àrea metropolitana de Barcelona, així com per altres fonts, incloent fonts naturals.
- *Mínima contaminació.* Estima els casos de malaltia atribuïbles al total de contaminació. És a dir, als casos que es podria evitar si Barcelona gairebé no tingués contaminació de l'aire o tingués els valors mínims detectats en poblacions d'Europa. Aquests valors de contaminació gairebé nul·la, són impossibles d'aconseguir a qualsevol població de Catalunya, però informen de l'impacte en salut atribuïble al total de contaminació.

Per tal de disposar d'un indicador més flexible, també s'estima l'impacte en salut atribuïble a 1 µg/m³ de PM_{2.5} i a 1 µg/m³ NO₂.

Amb el mateix objectiu d'aproximar-nos a l'impacte real en salut del conjunt de la contaminació de l'aire i seguint el model de la ciutat de Londres (Walton et al. 2015), l'edició actual d'aquest informe estima per primera vegada l'impacte en salut atribuïble a PM_{2,5} i a NO₂ de forma conjunta. 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% (WHO 2013).

En resum, la nova edició de l'informe segueix el model d'altres informes internacionals i amplia el concepte d'impacte en salut atribuïble a la contaminació de l'aire més enllà de les recomanacions establertes a les guies de l'OMS i estima l'impacte conjunt de partícules (PM_{2,5}) i NO₂.

Impacte en la mortalitat

La metodologia per fer el càlcul de mortalitat atribuïble es troba a l'Annex II. En comparació als informes anteriors, l'edició actual incorpora tres millores metodològiques:

- S'ha actualitzat la funció dosi resposta entre mortalitat i NO₂, amb la última meta-anàlisi disponible (Atkinson et al. 2018).
- S'han sumat els impactes de la mortalitat per PM_{2,5} i per NO₂ assumint que hi ha un 30% de solapament entre els casos. La resta del 30% dels casos s'aplica a l'impacte per NO₂, ja que aquest té més incertesa que l'impacte per PM_{2,5}.

Degut als canvis metodològics respecte edicions anteriors esmentats, no es presenta la mateixa sèrie de dades anuals des del 2010, si no que es presenten els resultats com a mitjana pel període en que es disposa dels mapes de contaminació, que són els anys 2018 i 2019.

Mortalitat atribuïble

S'ha estimat que la mortalitat atribuïble a 1 µg/m³ de PM_{2,5} estaria al voltant del 0,6% de la mortalitat natural (IC95%=0,4-0,8%), el que correspon a unes 90 morts anuals (IC95%=60-120) i que la mortalitat atribuïble a 1 µg/m³ de NO₂ estaria al voltant del 0,2% de la mortalitat natural (IC95%=0,1-0,3%) el que correspon a unes 30 morts anuals (IC95%=15-45).

Taula 14. Mortalitat atribuïble a la contaminació de l'aire a la ciutat de Barcelona, 2018-2019. S'indica la mortalitat atribuïble estimada (fracció atribuïble (FA) i nombre de morts anuals arrodonits a la centena) a la superació de tres nivells de contaminació de referència (OMS*, Montseny i mínima contaminació) per partícules PM_{2,5}, per NO₂ i pel total.

		Superació OMS*	Superació Montseny	Superació mínima contaminació
PM_{2,5}	FA	4% (3%-5%)	5% (3%-6%)	8% (6%-11%)
	N morts anuals	600 (400-800)	700 (500-900)	1300 (800-1700)
NO₂	FA	4% (2%-5%)	7% (4%-10%)	7% (4%-10%)
	N morts anuals	600 (300-800)	1100 (500-1600)	1110 (600-1600)
Total (PM_{2,5} i NO₂)**	FA	7% (4%-9%)	10% (6%-13%)	13% (8%-18%)
	N morts anuals	1000 (600-1400)	1500 (900-2000)	2100 (1200-2800)

Entre parèntesis es mostra els valors de l'interval de confiança del 95%.

* Per l'NO₂ s'utilitza el lílindar de 20 µg/m³ recomanat pel projecte HRAPIE de l'OMS

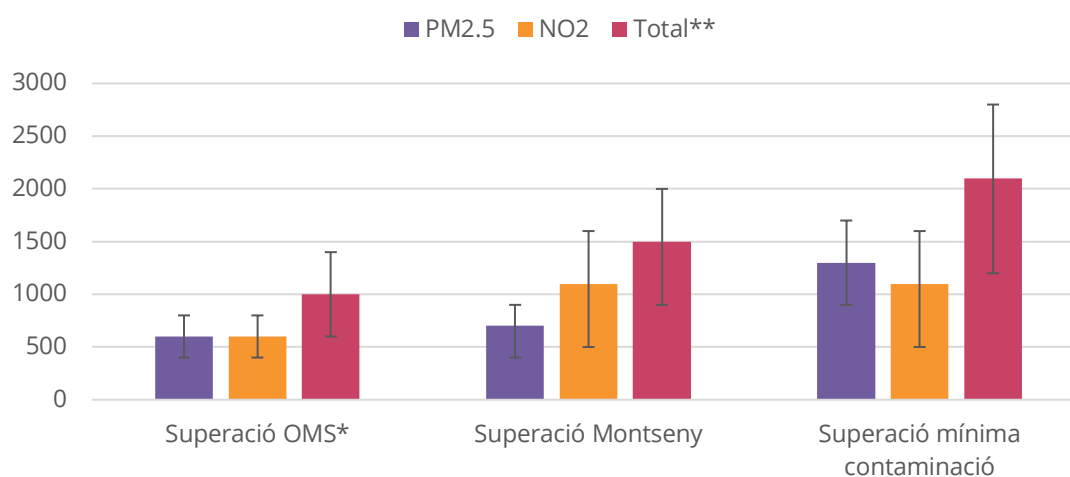
** Considerant un 30% de solapament entre les morts per PM_{2,5} i per NO₂. La mateixa aproximació s'aplica en l'estimació dels intervals.

A la taula 14 es mostra la mortalitat atribuïble a la superació dels tres nivells de contaminació de referència (OMS, Montseny i mínima contaminació) per partícules PM_{2,5}, per NO₂ i de forma conjunta. Si no haguéssim superat el màxim recomanat per l'OMS de 10 µg/m³ de PM_{2,5}, haguéssim evitat el 4% de la mortalitat natural a la ciutat és a dir, al voltant d'unes 600 morts anuals (IC95%=400-800). Si es té en compte tant l'excés de PM_{2,5} com l'excés de NO₂, la mortalitat atribuïble a la superació de la recomanació OMS estaria al voltant del 7% de les morts naturals, el que correspon al voltant de 1000 morts anuals (IC95%=600-1400). Dit d'una altra manera, s'estima que l'excés de contaminació de l'aire a Barcelona respecte les recomanacions de l'OMS és responsable del voltant del 7% de les morts naturals (unes 1.000 morts anuals).

Per altra banda, si Barcelona tingués un aire com el del Montseny (amb menys partícules PM_{2,5} i sobretot amb molt menys NO₂), s'evitarien al voltant de 1.500 morts anuals, mentre que si Barcelona no tingués contaminació de l'aire s'evitarien fins al voltant de 2.100 morts anuals (Taula 12, Figura 24). Dit d'una altra manera,

la contaminació de l'aire a Barcelona s'estima que causa al voltant del 13% de les morts naturals (unes 2.100 morts anuals).

Figura 24. Mortalitat atribuïble a la contaminació de l'aire a la ciutat de Barcelona, 2018-2019. S'indica el nombre de morts anuals atribuïbles a la superació de tres nivells de contaminació de referència (OMS*, Montseny i mínima contaminació) per partícules PM_{2,5}, per NO₂ i pel total.



Les barres d'error representen l'interval de confiança del 95%.

* Per l'NO₂ s'utilitza el límit de 20 µg/m³ recomanat pel projecte HRAPIE de l'OMS

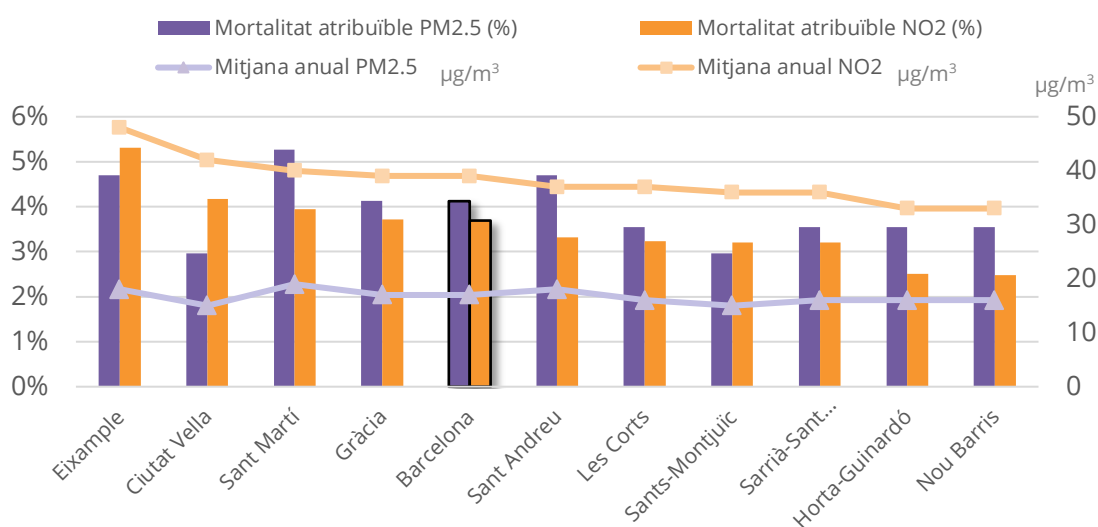
** Considerant un 30% de solapament entre les morts per PM_{2,5} i per NO₂. La mateixa aproximació s'aplica en l'estimació dels intervals.

Mortalitat per districtes

Es presenta la mortalitat atribuïble seguint la mateixa metodologia que pel total de la ciutat, però replicada per cada districte. En aquest cas, es presenten les dades només referides a l'excés de contaminació respecte la recomanació de l'OMS.

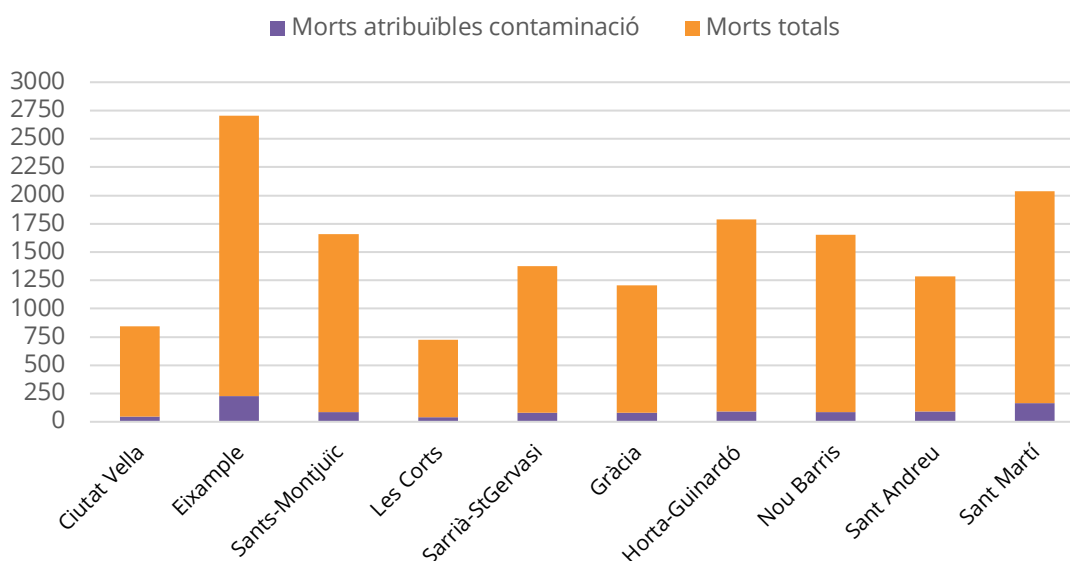
Tal i com s'ha descrit anteriorment, el nivell de contaminació de l'aire varia força segons el districte (Figura 25). La fracció atribuïble a la contaminació, segueix el mateix patró que la pròpia contaminació a cada districte. Així, al districte de l'Eixample al voltant del 5% de la mortalitat natural es pot atribuir a la contaminació per NO₂, mentre que aquest percentatge està al voltant del 2% als districtes d'Horta-Guinardó i Nou Barris.

Figura 25. Nivells de contaminació per PM_{2,5} i NO₂ als 10 districtes de Barcelona (2018-2019) i la mortalitat atribuïble (%) a l'excés de contaminació respecte la recomanació OMS.



Per convertir el % de mortalitat atribuïble en nombre de morts atribuïbles a la contaminació, cal aplicar la taxa de mortalitat i el nombre d'habitants a cada districte. L'Eixample és el districte més poblat de la ciutat i que per tant, té més morts anuals totals (Figura 26) però a la vegada és el districte que té més contaminació de l'aire i per tant més percentatge de mortalitat atribuïble a la contaminació atmosfèrica. Assumint un 30% de solapament entre la mortalitat per PM_{2,5} i per NO₂, el nombre de morts anuals atribuïbles a la superació del nivell OMS de contaminació estaria al voltant dels 225 a l'Eixample, mentre que a Les Corts, el districte menys poblat, estaria al voltant de les 40 morts anuals (Figura 26).

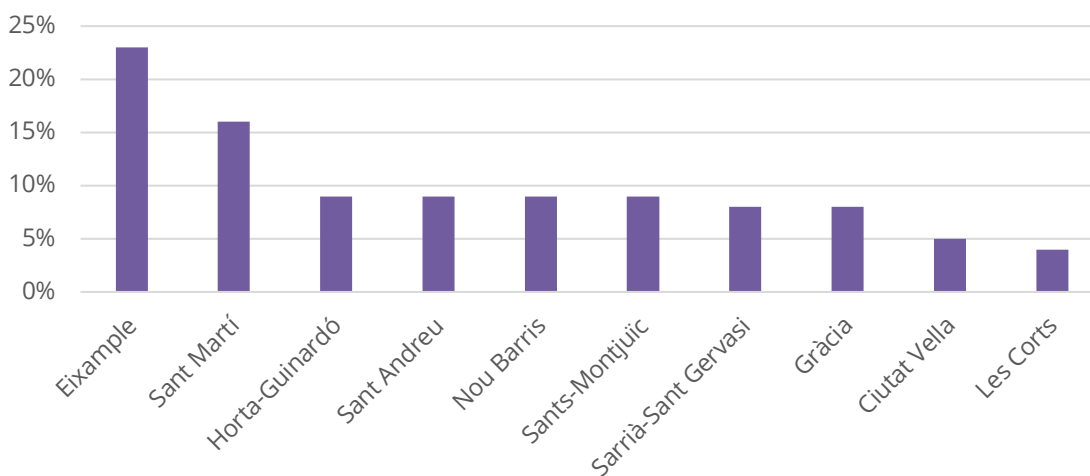
Figura 26. Nombre de morts totals anuals als 10 districtes de Barcelona i nombre de morts anuals atribuïbles a la contaminació de l'aire per superació de les recomanacions de l'OMS (2018-2019).



Morts totals excepte causes externes. Morts atribuïbles assumint un 30% de solapament entre la mortalitat atribuïble a PM_{2,5} i a NO₂.

La figura 27 mostra la distribució del nombre de morts atribuïbles a la contaminació de l'aire entre els districtes de la ciutat. Els districtes amb pitjor qualitat de l'aire i sobretot els més poblats són els que acumulen un percentatge més elevat de les morts atribuïbles a la contaminació de l'aire de la ciutat.

Figura 27. Distribució dels morts atribuïbles a la contaminació de l'aire per superació dels nivells OMS a Barcelona entre els 10 districtes (2018-2019).



Morts atribuïbles assumint un 30% de solapament entre la mortalitat atribuïble a PM_{2,5} i a NO₂

Impacte sobre el càncer de pulmó

L'Agència Internacional de Recerca en Càncer ha conclòs que la contaminació de l'aire exterior és cancerígena pels humans i que causa càncer de pulmó (OMS 2016). El càncer de pulmó es troba entre els tipus de càncer més diagnosticats tant en homes com en dones (IARC 2018).

En aquest estudi, s'ha estimat la incidència de càncer de pulmó atribuïble a la contaminació de l'aire a la ciutat (fracció atribuïble i nombre de casos atribuïbles) per $PM_{2,5}$, per NO_2 i de forma conjunta respecte els nivells de referència OMS, Montseny i mínima contaminació, anàlogament a com s'ha presentat anteriorment per la mortalitat (veure Taula 13). A l'annex II descriu les dades de dosis-resposta i d'incidència utilitzades pel càlcul.

S'ha estimat que la incidència de càncer de pulmó atribuïble a $1 \mu g/m^3$ de $PM_{2,5}$ estaria al voltant del 0,9% (IC95%=0,4-1,3%), el que correspon a uns 8 casos anuals (IC95%=4-13) i que la incidència de càncer de pulmó atribuïble a $1 \mu g/m^3$ de NO_2 estaria al voltant del 0,4% (IC95%=0,1-0,8%) el que correspon a uns 4 casos anuals (IC95%=1-8).

Tenint en compte l'impacte dels dos contaminants alhora i assumint un solapament com el que s'ha descrit per la mortalitat (al voltant del 30%), es podria estimar que si Barcelona no superés el nivell màxim de contaminació recomanat per l'OMS s'estalviaria al voltant del 11% dels nous casos de càncer de pulmó (al voltant d'uns 110 casos anuals (IC95%=40-180)). Si Barcelona no tingués contaminació de l'aire s'estalviaria al voltant del 22% dels casos de càncer de pulmó (al voltant dels 210 casos anuals (IC95%=80-340) (Taula 15, Figura 28). Dit d'una altra manera, s'estima que la contaminació de l'aire a Barcelona és responsable del voltant del 22% dels nous casos de càncer de pulmó (uns 210 casos anuals).



Taula 15. Incidència de càncer de pulmó atribuïble a la contaminació de l'aire a la ciutat de Barcelona (2018-2019). S'indica la fracció atribuïble (FA) i els nous casos anuals de càncer de pulmó atribuïbles a la superació de tres nivells de contaminació de referència (OMS*, Montseny i mínima contaminació) per partícules PM_{2,5}, per NO₂ i pel total (PM_{2,5} i NO₂).

		Superació OMS*	Superació Montseny	Superació mínima contaminació
PM _{2,5}	FA	6% (3-9%)	7% (3-10%)	12% (6-17%)
	N casos anuals	60 (30-90)	60 (30-90)	110 (50-170)
NO ₂	FA	7% (2%-14%)	13% (4%-24%)	14% (4%-25%)
	N casos anuals	70 (20-130)	130 (30-240)	130 (40-250)
Total (PM_{2,5} i NO₂)**	FA	11% (4%-19%)	16% (6%-27%)	22% (9%-35%)
	N casos anuals	110 (40-180)	150 (50-250)	210 (80-340)

El nombre de casos anuals està arrodonit a la desena. Entre parèntesis es mostra els valors de l'interval de confiança del 95%.

* Per l'NO₂ s'utilitza el llindar de 20 µg/m³ recomanat pel projecte HRAPIE de l'OMS.

**Correcció per un 30% de solapament entre els casos per PM_{2,5} i per NO₂. La mateixa aproximació s'aplica en l'estimació dels intervals.

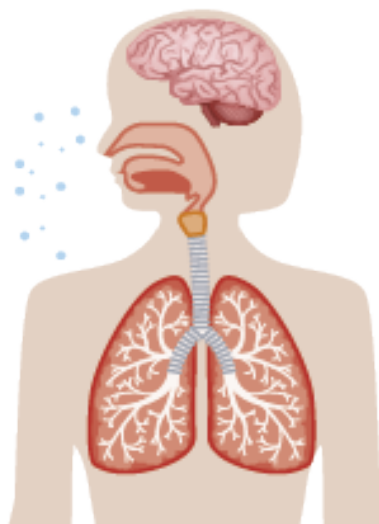
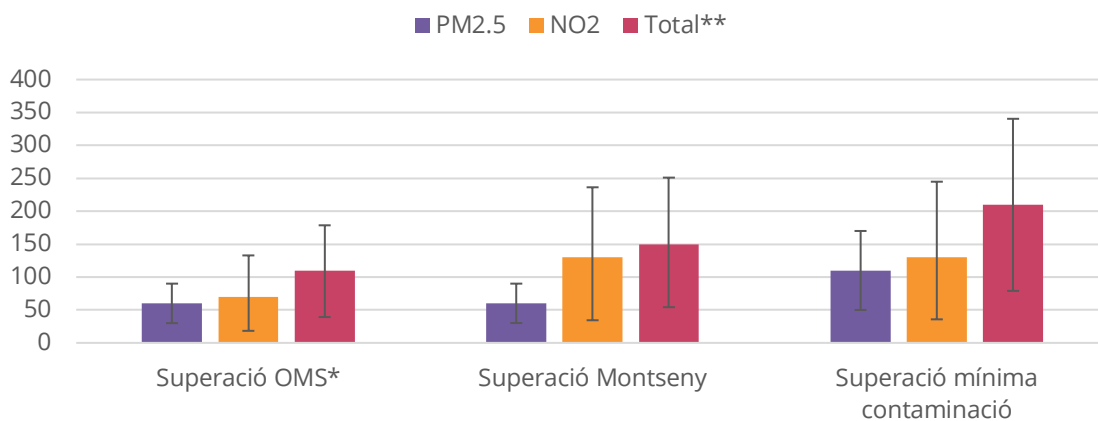


Figura 28. Incidència de càncer de pulmó atribuïble a la contaminació de l'aire a la ciutat de Barcelona (2018-2019). S'indica el nombre anual de nous casos de càncer de pulmó atribuïbles a la superació de tres nivells de contaminació de referència (OMS*, Montseny i mínima contaminació) per partícules PM_{2,5}, per NO₂ i pel total.



Les barres d'error representen l'interval de confiança del 95%. * Per l'NO₂ s'utilitza el límit de 20 µg/m³ recomanat pel projecte HRAPIE de l'OMS. ** Considerant un 30% de solapament entre els casos per PM_{2,5} i per NO₂. La mateixa aproximació s'aplica en l'estimació dels intervals.

Impacte sobre l'asma infantil

L'asma és una de les malalties cròniques més prevalents durant la infància amb un alt cost social i econòmic.

En aquest estudi s'ha estimat la incidència d'asma infantil atribuïble a la contaminació de l'aire a la ciutat (fracció atribuïble i nombre de casos atribuïbles) per PM_{2,5}, per NO₂ i de forma conjunta respecte els nivells de referència OMS, el Montseny i la mínima contaminació (veure Taula 13). A l'annex II descriu les dades de dosis-resposta i d'incidència utilitzades pel càlcul.

S'ha estimat que la incidència d'asma infantil atribuïble a 1 µg/m³ de PM_{2,5} estaria al voltant de l'1,2% (IC95%=0,5-1,7%), el que correspon a uns 20 casos anuals (IC95%=10-25) i que la incidència de càncer de pulmó atribuïble a 1 µg/m³ de NO₂ estaria al voltant del 3% (IC95%=1-4,8%) el que correspon a uns 45 casos anuals (IC95%=15-75).

Tenint en compte l'impacte dels dos contaminants alhora i assumint un solapament com el que s'ha descrit per la mortalitat (al voltant del 30%), s'estima que si Barcelona no superés el nivell màxim de contaminació recomanat per l'OMS s'estalviaria al voltant del 33% dels casos nous d'asma infantil cada any (uns 525

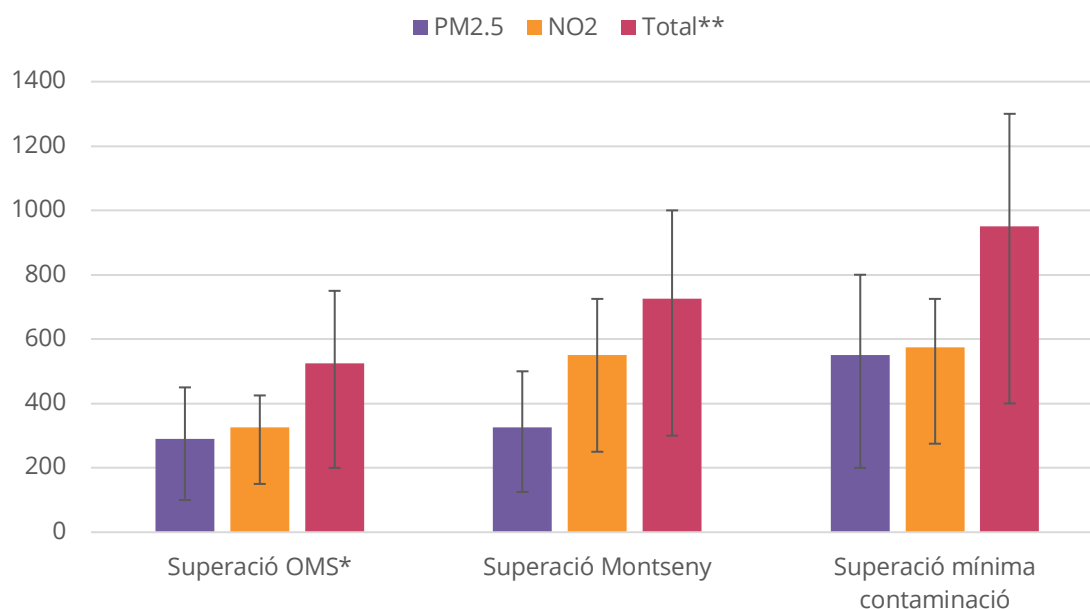
casos anuals) (Taula 16). Si Barcelona no tingués contaminació de l'aire s'estalviaria al voltant del 61% dels nous casos d'asma infantil, el que es correspondria al voltant dels 950 casos nous anuals (Taula 16, Figura 29). Dit d'una altra manera, s'estima que la contaminació de l'aire a Barcelona és responsable del voltant del 61% dels nous casos d'asma infantil (uns 950 casos anuals).

Taula 16. Incidència d'asma infantil atribuïble a la contaminació de l'aire a la ciutat de Barcelona (2018-2019). S'indica la fracció atribuïble (FA) i els nous casos anuals d'asma infantil atribuïbles a la superació de tres nivells de contaminació de referència (OMS*, Montseny i mínima contaminació) per partícules PM_{2,5}, per NO₂ i pel total (PM_{2,5} i NO₂).

		Superació OMS*	Superació Montseny	Superació mínima contaminació
PM_{2,5}	FA	19% (7-29%)	21% (8-32%)	35% (13-51%)
	N casos anuals	60 (30-90)	60 (30-90)	110 (50-170)
NO₂	FA	21% (9-27%)	36% (16-46%)	37% (17-47%)
	N casos anuals	70 (20-130)	130 (30-240)	130 (40-250)
Total (PM_{2,5} i NO₂)**	FA	33% (13%-48%)	46% (19%-65%)	61% (25%-84%)
	N casos anuals	525 (200-750)	725 (300-1000)	950 (400-1300)

El nombre de casos anuals està arrodonit en unitats de 25. Entre parèntesis es mostra els valors de l'interval de confiança del 95%. * Per l'NO₂ s'utilitza el líndar de 20 µg/m³ recomanat pel projecte HRAPIE de l'OMS. ** Considerant un 30% de solapament entre els casos per PM_{2,5} i per NO₂. La mateixa aproximació s'aplica en l'estimació dels intervals.

Figura 29. Incidència d'asma infantil atribuïble a la contaminació de l'aire a la ciutat de Barcelona, 2018-2019. S'indica el nombre de casos anuals atribuïbles a la superació de tres nivells de contaminació de referència (OMS*, Montseny i mínima contaminació) per partícules PM_{2,5}, per NO₂ i pel total.



Les barres d'error representen l'interval de confiança del 95%. * Per l'NO₂ s'utilitza el llindar de 20 µg/m³ recomanat pel projecte HRAPIE de l'OMS. ** Considerant un 30% de solapament entre els casos per PM_{2,5} i per NO₂. La mateixa aproximació s'aplica en l'estimació dels intervals.

Comparació dels tres efectes en salut

Si es compara l'impacte en salut dels tres indicadors de salut analitzats (Figura 30), es pot veure com, independentment de l'indicador de contaminació utilitzat (PM_{2,5}, NO₂ o total, respecte diferents llindars), el percentatge de casos atribuïbles a la contaminació de l'aire a la ciutat és més alt per l'asma infantil, seguit pel càncer de pulmó i per la mortalitat. Dit d'una altra manera, la contribució de la contaminació de l'aire en el desenvolupament de la malaltia és bastant més important en l'asma infantil que en el càncer de pulmó o la mortalitat. Tot i així, aquesta tendència canvia quan parlem de valors absoluts atès que a la ciutat hi ha anualment molts més casos de mort natural que de nous casos de càncer de pulmó o nous casos d'asma infantil. Així, el nombre anual de casos atribuïbles a la contaminació de l'aire és més gran per la mortalitat que pel càncer de pulmó o l'asma infantil.

Per altra banda, si es compara l'impacte en salut dels nivells actuals a la ciutat de partícules PM_{2,5} amb l'impacte en salut dels nivells d'NO₂ es pot veure com l'impacte dels dos indicadors sobre els tres efectes en salut analitzats és molt

semblant, tan si és té en compte la superació de contaminació respecte les recomanacions de l'OMS com la contaminació total. Tot i així, l'evidència científica que les partícules $PM_{2,5}$ causen un efecte perjudicial directe sobre la salut és més sòlida que per l' NO_2 (WHO 2013b). L'efecte negatiu de l'exposició crònica a l' NO_2 es podria explicar per la toxicitat de l' NO_2 *per se*, però és probable que almenys en part, l' NO_2 actuï com un indicador de la toxicitat de la mescla de contaminants procedents del tràfic (WHO 2013b). A més, l'exposició crònica a partícules $PM_{2,5}$ s'associa a més efectes en salut no inclosos a l'informe com ara l'arteriosclerosi, la diabetis, efectes adversos durant l'embaràs o del neurodesenvolupament (WHO 2013b).

Figura 30. Comparació del percentatge de morts, casos de càncer de pulmó i casos d'asma infantil atribuïbles a la contaminació de l'aire a la ciutat de Barcelona (2018-2019). S'indica el percentatge de casos anuals atribuïbles a la superació de tres nivells de contaminació de referència (OMS*, Montseny i mínima contaminació) per partícules $PM_{2,5}$, per NO_2 i pel total. Els nombres encerclats indiquen el nombre aproximat de casos anuals atribuïbles.



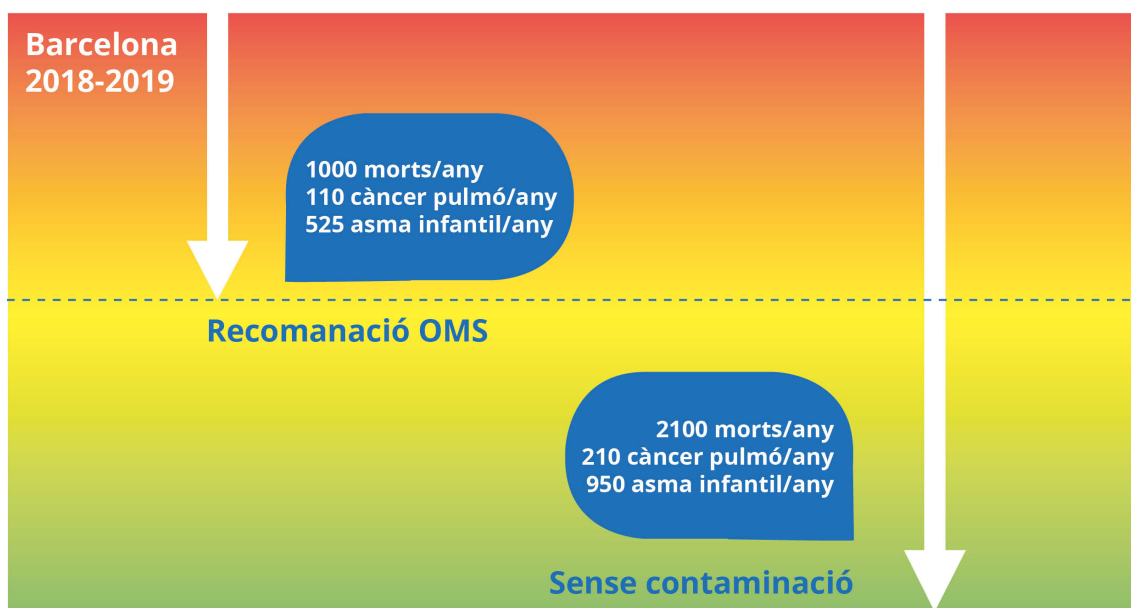
Les barres d'error representen l'interval de confiança del 95%.

* Per l' NO_2 s'utilitza el límit de $20 \mu g/m^3$ recomanat pel projecte HRAPIE de l'OMS

** Considerant un 30% de solapament entre les morts per $PM_{2,5}$ i per NO_2 . La mateixa aproximació s'aplica en l'estimació dels intervals.

A la figura 31 es resumeix l'impacte de la contaminació de l'aire a Barcelona sobre els tres efectes en salut analitzats. L'impacte atribuïble a la superació de les recomanacions de l'OMS és aproximadament la meitat que l'impacte atribuïble al total de contaminació de l'aire a la ciutat.

Figura 31. Resum de l'impacte en salut de la contaminació de l'aire a Barcelona. Nombre de casos anuals atribuïbles a la superació de les recomanacions OMS i a la superació del mínim de contaminació.



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 davant del manteniment o increment de les emissions antropogèniques o davant l'aportació de partícules d'origen natural, i quan les condicions meteorològiques són desfavorables a la dispersió de contaminants, com en les situacions anticiclòniques persistents.

En aquestes situacions, els nivells de NO₂ i/o de partícules en suspensió poden veure's incrementats per sobre dels nivells de referència de l'OMS i dels corresponents valors límit per exposicions de curta durada (hores o dies). La vigilància d'aquests episodis de contaminació es fa per NO₂ i per partícules PM₁₀.

Davant d'aquestes situacions d'increment dels nivells, es plantegen 3 escenaris, cadascun dels quals porta associat un seguit de mesures concretes, tant a nivell intern de l'administració com per a la població en general (taula 17).

Taula 17. 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
NO₂	Nivell d'activació	140 µg/m ³ de mitjana horària en una estació de la ciutat	160 µg/m ³ de mitjana horària en més d'una estació i la previsió no indiqui millora en els nivells	200 µg/m ³ 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
PM₁₀	Nivell d'activació	50 µg/m ³ de mitjana 24h mòbil en una estació de la ciutat	50 µg/m ³ 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 ³ 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 ³ 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

Durant el 2019 s'han realitzat 17 seguiments atents (9 per NO₂, 4 per PM₁₀ i 4 per ambdós contaminants), dels quals, en 4 ocasions es va assolir la fase d'avís preventiu per PM₁₀, en una la fase d'avís preventiu d'NO₂ i en 3 ocasions la fase d'episodi ambiental per alta contaminació de partícules PM₁₀ (taula 18).

Taula 18. Llistat dels seguiments atents d'episodis de contaminació activats durant el 2019.

	Data	Contaminant	Escenari
1	25.01.2019	NO ₂	Seguiment atent
2	15.02.2019	NO ₂	Seguiment atent
3	22.02.2019	PM ₁₀	Avís preventiu i Episodi
	22.02.2019	NO ₂	Seguiment atent
4	26.02.2019	PM ₁₀	Seguiment atent
	26.02.2019	NO ₂	Seguiment atent
5	25.03.2019	NO ₂	Seguiment atent
	25.03.2019	PM ₁₀	Seguiment atent
6	31.05.2019	NO ₂	Seguiment atent
7	18.06.2019	NO ₂	Seguiment atent
8	25.06.2019	PM ₁₀	Avís preventiu i Episodi
	25.06.2019	NO ₂	Seguiment atent
9	27.06.2019	NO ₂	Avís preventiu
10	06.07.2019	PM ₁₀	Avís preventiu
11	09.08.2019	PM ₁₀	Seguiment atent
12	18.09.2019	NO ₂	Seguiment atent
13	08.10.2019	PM ₁₀	Seguiment atent
14	17.10.2019	NO ₂	Seguiment atent
15	30.10.2019	NO ₂	Seguiment atent
16	21.11.2019	NO ₂	Seguiment atent
17	15.12.2019	PM ₁₀	Episodi

Els episodis es van declarar al febrer (5 dies), al juny (2 dies) i al desembre (3 dies), tots ells per excés de PM₁₀.

S'ha estimat l'impacte en la mortalitat a curt termini atribuïble a l'excés de PM₁₀ a la ciutat respecte el límit diari recomanat per l'OMS durant aquest període, seguint el mètode d'avaluació d'impacte en salut. Els detalls de la metodologia i dels resultats es poden consultar als informes específics que es van elaborar (<https://www.aspb.cat/arees/salut-ambiental/qualitat-de-laire/>).

En resum, els episodis de febrer i juny no van augmentar la mortalitat atribuïble a la contaminació de l'aire a curt termini. L'episodi del desembre en que els nivells de partícules van ser especialment elevats durant 3 dies, la mortalitat atribuïble a curt termini va augmentar molt lleugerament (2 morts).

Una vegada més, les dades indiquen que l'impacte en salut de l'exposició puntual a nivells elevats de contaminació atmosfèrica és molt menor que l'impacte de l'exposició continuada als nivells habituals a la ciutat.

Conclusions

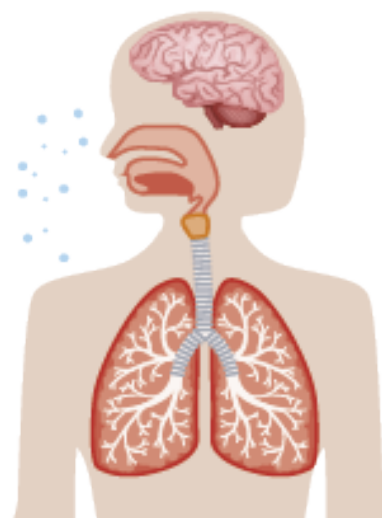
- **Durant l'any 2019 es manté la superació del nivell guia de l'OMS per l'NO₂ i del límit legal de la UE (40 µg/m³) a les estacions de vigilància de trànsit de la ciutat (Eixample i Gràcia-Sant Gervasi), representatives de la qualitat de l'aire de molts carrers del centre i dels accessos de la ciutat.** Els nivells de les estacions de trànsit són de mitjana un 48% més elevats respecte a les estacions de fons urbà.
- **Durant l'any 2019 es supera el nivell guia anual de l'OMS per a les partícules PM₁₀ (20 µg/m³) i PM_{2,5} (10 µg/m³) a totes les estacions de vigilància de la ciutat,** i per contra es compleixen els respectius valors límit anuals menys estrictes de la UE per a les partícules PM₁₀ (40 µg/m³) i PM_{2,5} (25 µg/m³). La menor contribució del trànsit local en aquest tipus de contaminant fa que els nivells d'aquests contaminants en estacions de fons urbà com ara Poblenou sigui equivalent als nivells de les estacions de trànsit com Plaça Universitat, Eixample i Gràcia-Sant Gervasi.
- Respecte a la resta de contaminants, **destaca la superació a la ciutat dels nivells guia per l'OMS per a l'ozó (màxim 8-horari), benzè (mitjana anual) i benzo(a)pirè (mitjana anual).** Els metalls pesants (cadmi, níquel, arsènic), el plom, el monòxid de carboni (CO) i el diòxid de sofre (SO₂), es mantenen en nivells baixos, per sota dels valors guia de l'OMS i els valors establerts per la UE.





- La concentració mitjana a la que es va exposar la població de Barcelona durant el 2018-2019 va ser de $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 i de $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{2,5}$. **El 35% de la població de la ciutat està exposada a nivells de NO_2 per sobre el límit legal de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.** Aquest percentatge varia molt entre districtes, arribant a afectar al 94% de la població de l'Eixample. Pel que fa a les partícules $\text{PM}_{2,5}$, el 100% de la ciutadania està exposada a nivells de $\text{PM}_{2,5}$ per sobre la recomanació de l'OMS de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de mitjana anual, tot i que també hi ha diferències en els nivells d'exposició dins la ciutat.
- Es confirma que dins la ciutat, els barris i les persones amb **nivell socioeconòmic més afavorit tendeixen a estar exposades a nivells de contaminació més alts de NO_2** , mentre que no hi ha diferències en la contaminació per partícules.
- **1 de cada 4 escoles a Barcelona està exposada a nivells de NO_2 per sobre el límit legal de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.** Aquesta exposició afecta a aproximadament 30.000 infants, dels quals la meitat s'escolaritzen a l'Eixample i la resta es reparteixen per tots els districtes de la ciutat, excepte Nou Barris.
- La contaminació de l'aire és un greu problema de salut pública a la ciutat. S'estima que **l'excés de contaminació de l'aire a Barcelona respecte les recomanacions de l'OMS** causa el voltant del 7% de les morts naturals (unes 1000 morts anuals), al voltant del 11% dels nous casos de càncer de pulmó (uns 110 casos anuals) i al voltant del 33% dels nous casos d'asma infantil (uns 525 casos anuals). **Si Barcelona complís les recomanacions de qualitat de l'aire de l'OMS** s'evitaria aquest impacte en salut.

- L'impacte en salut de l'excés de contaminació respecte el nivell de l'OMS és aproximadament la meitat de **l'impacte en salut atribuïble al total de contaminació** de l'aire a la ciutat. Si es té en compte aquest total, s'estima que la contaminació de l'aire a Barcelona causa al voltant del 13% de les morts naturals (unes 2100 morts anuals), al voltant del 22% dels nous casos de càncer de pulmó (uns 210 casos anuals) i al voltant del 61% dels nous casos d'asma infantil (uns 950 casos anuals).
- **Els nivells de PM_{2,5} i els nivells de NO₂** actuals a la ciutat tenen un **impacte de magnitud molt semblant** sobre la mortalitat, el càncer de pulmó i l'asma infantil. Tot i així, l'evidència dels efectes de les PM_{2,5} és més sòlida que la de l'NO₂ i l'exposició crònica a les PM_{2,5} afecta a molts altres efectes en salut no considerats a l'informe.
- **La distribució de l'impacte en salut atribuïble a la contaminació de l'aire no és homogènia entre els districtes.** El districte amb més contaminació de l'aire i amb més població és el de l'Eixample, que acumula el 23% de la mortalitat atribuïble a la contaminació a la ciutat.
- L'impacte negatiu de la contaminació de l'aire sobre la salut a Barcelona es dóna principalment per **l'exposició crònica als nivells habituals de contaminació** i no pels augments puntuals durant els episodis de contaminació.



Recomanacions

La **reducció global del trànsit és, amb diferència, la mesura més eficient** per disminuir l'exposició i els efectes en salut de la contaminació de l'aire.

Des de l'ASPB fem les següents recomanacions per tal de millorar la qualitat de l'aire a la ciutat i reduir l'exposició de la població, amb l'objectiu final de protegir la salut de la ciutadania:

Recomanacions sobre polítiques per millorar la qualitat de l'aire

1. Reducció del trànsit motoritzat

• Polítiques transversals per una reducció global

Objectius

- Reducció dels desplaçaments motoritzats
- Millora del transport públic intra i interurbà
- Foment del transport actiu (bicicleta i caminar)
- Restricció del vehicle motoritzat privat
- Promoció d'una flota menys contaminant

Possibles mesures

- Proximitat llocs feina/ estudi, teletreball...
- Pacificació carrers, millora carrils bici...
- Peatges de congestió, restricció de l'aparcament...
- Zona Baixes Emissions, promoció del vehicle elèctric...

• Reducció prioritària al voltant dels centres educatius i centres per a gent gran

2. Actuació sobre altres fonts de partícules

3. Augment de les zones verdes i vegetació urbana

Recomanacions a la població per reduir l'exposició

1. Desplaçaments

- **Desplaça't de forma activa** (caminant o amb bicicleta). Els beneficis per la salut de l'activitat física superen de llarg els riscos de la contaminació
- **Escull la ruta amb menys volum de trànsit** i evita la proximitat als tubs d'escapament

2. Ventilació

- Ventila l'habitatge o el lloc de treball o estudi **a les hores amb menys trànsit**

3. En episodi de contaminació atmosfèrica

- La **població vulnerable** (gent gran, embarassades, infants, persones amb malalties cròniques...) és recomanable que redueixi l'exercici físic intens, especialment a l'exterior
- La **resta de població** pot seguir les seves activitats habituals

Atès que l'Eixample és amb diferència el districte més afectat, caldria intensificar les mesures en aquesta zona de la ciutat.

És prioritari **reduir l'exposició a la contaminació de l'aire a les escoles**. Dins de Barcelona, el grau d'exposició a la contaminació del trànsit varia molt segons

l'escola, pel que cal prioritzar les actuacions de millora a les escoles més afectades.

La reducció global de trànsit a la ciutat seria novament i amb diferència, la mesura més eficient per disminuir l'exposició dels infants a la contaminació de l'aire. Mentre aquesta disminució no es dugui a terme, existeixen accions que es poden prendre per disminuir l'exposició dels infants a la contaminació a les escoles. Des de l'ASPB hem presentat un **recull de recomanacions** en aquest sentit (<https://www.aspb.cat/documents/recomanacions-reduir-contaminacio-aire-escoles-barcelona/>).

12 **Recomanacions per reduir l'exposició a la contaminació de l'aire a les escoles**

0. Reduir el trànsit global a la ciutat

Al voltant de les escoles

1. Escoles noves lluny del trànsit
2. Prioritzar la reducció del trànsit al voltant de les escoles
3. Augmentar la mobilitat activa i transport col·lectiu de la comunitat escolar
4. Reduir la congestió durant l'entrada i sortida

Durant el trajecte

5. Escollir la ruta amb menys trànsit (sense deixar el transport actiu)

A l'escola

6. Disseny: l'edifici d'aules el més allunyat possible del trànsit
7. Assegurar ventilació de les aules (ventilació natural al migdia i ventilació mecànica en carrers amb molt trànsit)
8. Ruixar el pati i fer manteniment de la sorra.
9. Neteja diària de les aules a la tarda
10. Augmentar la vegetació (murs i parets verdes)

Recomanacions globals

11. Conscienciar la comunitat escolar
12. Avaluar i monitoritzar les mesures recomanades



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. No s'ha produït cap canvi respecte a la configuració de l'any anterior:

Estacions		Contaminants										
Estacions suburbanes de fons												
IES GOYA				PM10		Pb				metalls	HAP	PM2,5
Estacions urbanes de fons												
CIUTADELLA			NO ₂						O ₃			
IES VERDAGUER				PM ₁₀		Pb				metalls	HAP	
VALL D'HEBRON	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM ₁₀ -TEOM**	Pb	CO	BTEX	O ₃	metalls	HAP	PM2,5	
ZONA UNIVERSITÀRIA			PM ₁₀		Pb				metalls	HAP	PM2,5	
POBLENOU		NO ₂	PM ₁₀	PM ₁₀ -TEOM**	Pb		BTEX		metalls	HAP	PM2,5	
SANTS		NO ₂	PM ₁₀		Pb				metalls	HAP		
PALAU REIAL	SO ₂	NO ₂		PM ₁₀ -TEOM**		CO		O ₃			PM2,5**	
Estacions urbanes de trànsit												
EIXAMPLE	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM ₁₀ -TEOM**	Pb	CO	BTEX	O ₃ **	metalls	HAP	PM _{2,5}	
GRÀCIA-SANT GERVASI	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM ₁₀ -TEOM**	Pb	CO	BTEX	O ₃ **	metalls	HAP	PM2,5	
PLAÇA UNIVERSITAT			PM ₁₀		Pb				metalls	HAP	PM2,5	

COV (Compostos orgànics volàtils). Fracció BTEX: benzè, toluè, etilbenzè i xilens

** 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. IES Goya	Parc del Guinardó. c/ Garriga i Roca s/n
11. Palau Reial	c/ John Maynard Keynes / c/ de Jordi Girona

Annex II

Nivells de referència

NO₂	Valors Límit UE (1) vigents a partir 01/01/2.010	OMS (2)
Valor Límit horari (VLh)	200 µg/m ³	200 µg/m ³
Superacions Valor Límit horari	No es podrà superar més de 18 ocasions per any civil	-
Valor Límit Mitjana anual (VL_a)	40 µg/m ³	40 µg/m ³
Llindar d'alerta	400 µg/m ³	-

PM₁₀	Valors Límit UE (1) vigents a partir 01/01/2.010	OMS (2)
Valor Límit diari (VL_d)	50 µg/m ³	50 µg/m ³
Superacions Valor Límit diari	No es podrà superar més de 35 dies per any civil Percentil 90,4 igual o inferior a 50 µg/m ³	-
Valor Límit Mitjana anual (VL_a)	40 µg/m ³	20 µg/m ³

PM_{2,5}	Valors Límit UE (1) vigents a partir 01/01/2.010	Valors Límit UE (1) vigents a partir 01/01/2.010	OMS (2)
Valor Límit diari (VLd)	-	-	25 µg/m ³
Valor Límit Mitjana anual (VL_a)	25 µg/m ³	20 µg/m ³	10 µg/m ³

Benzè	Valors Límit UE (1) vigents a partir 01/01/2.010	OMS (3)
Valor Límit Mitjana anual (VL_a)	5 µg/m ³	1,7 µg/m ³

Benzo(a)pirè	Valors Objectiu UE (1) vigents a partir 01/01/2.010	OMS (3)
Valor Límit Mitjana anual (VL_a)	1 ng/m ³	0,12 ng/m ³

O₃	Valors UE (1) vigents a partir 01/01/2.010	OMS (3)
Valor Objectiu Màxim 8-horari (VO8-h) protecció salut	120 µg/m ³	100 µg/m ³
Superacions Valor Objectiu Màxim 8-horari (VO8-h)	No es podrà superar més de 25 dies per cada any civil de promig en un període de 3 anys.	-
Llindar horari d'informació a la població (LIP)	180 µg/m ³	-
Llindar horari d'alerta a la població (LAP)	240 µg/m ³	-

SO₂	Valors Límit UE (1) vigents a partir 01/01/2.010	OMS (3)
Valor Límit horari (VLh)	350 µg/m ³	-
Superacions Valor Límit horari	No es podrà superar en més de 24 ocasions per any civil	-
Valor Límit diari (VLd)	125 µg/m ³	20 µg/m ³
Superacions Valor Límit diari	No es pot superar en més de 3 ocasions per any civil	-
Valor límit 10 minutal	-	500 µg/m ³
Llindar horari d'alerta	500 µg/m ³	-

CO	Valors Límit UE (1) vigents a partir 01/01/2.025	OMS (3)
Valor Límit 8-horari (VL8-h)	10 mg/m ³	10 mg/m ³
Valor límit horari	-	35 mg/m ³
Metalls pesants (As, Cd i Ni)		
	Valors Límit UE (1) vigents a partir 01/01/2.013	OMS (3)
As - Valor Objectiu Mitjana anual (VOa)	6 ng/m ³	6,6 ng/ m ³
Cd- Valor Objectiu Mitjana anual (VOa)	5 ng/m ³	5 ng/m ³
Ni - Valor Objectiu Mitjana anual (VOa)	20 ng/m ³	25 ng/m ³
Pb		
	Valors Límit UE (1) vigents a partir 01/01/2.005	WHO AQG (3)
Valor Límit anual (VLa)	0,5 µg/m ³	0,5 µg/m ³

(1) RD 102/2011 i Directiva 2008/50/CE

(2) Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre (Organización Mundial de la Salud , 2005).

(3) Air Quality Guidelines for Europe, 2n edition (WHO, 2000).

Annex III

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



Mortalitat:

- Funció de dosis-resposta. S'ha utilitzat per $PM_{2.5}$ el RR de mortalitat total (excepte causes externes) en >30 anys que proposa l'AIRQ+ de l'OMS (el RR per cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2.5}$ és de 1,06 (95%CI 1,04-1,08)). Per NO_2 , s'ha utilitzat la última meta-anàlisis disponible (Atkinson et al. 2018), en que el RR de mortalitat total (excloent causes externes) és de 1,02 (95%CI 1,01-1,03) per cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 .
- Taxa de mortalitat. S'ha obtingut del Registre de Mortalitat de l'Agència de Salut Pública de Barcelona. El nombre de residents i de residents de 30 anys o més s'ha obtingut del Padró d'habitants de l'Ajuntament de Barcelona.



Càncer de pulmó:

- Funció de dosis-resposta. S'ha utilitzat el RR obtingut de dues meta-anàlisis que analitzaven la relació entre el càncer de pulmó i la contaminació de l'aire per $PM_{2.5}$ (Hamra et al., 2014) i per NO_2 (Hamra et al. 2015). El RR per cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 a Espanya per l'any 2018 obtinguda del projecte Global Cancer Observatory, de l'Agència Internacional de Recerca en Càncer (IARC) de la OMS (<https://gco.iarc.fr/today/online-analysis-multi-bars>), 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-anàlisi recent (Khreis et al., 2017) 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{2,5}$ 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 2017 obtinguda del projecte Global Burden of Disease (<http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>), que és de 576 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.

Referències

- Agència de Salut Pública de Barcelona. Avaluació de la qualitat de l'aire a la ciutat de Barcelona. Informe 2018. Disponible a: https://www.aspb.cat/wp-content/uploads/2019/09/Informe_qualitat-aire-2018.pdf
- Ajuntament de Barcelona. Pla per la Millora de la Qualitat de l'Aire de Barcelona (2015-2018). Disponible a: <https://bcnroc.ajuntament.barcelona.cat/jspui/handle/11703/83944>
- Atkinson RW, Butland BK, Anderson HR, Maynard RL. Long-term Concentrations of Nitrogen Dioxide and Mortality: A Meta-analysis of Cohort Studies. *Epidemiology*. 2018 Jul;29(4):460-472.
- European Environment Agency. Air quality in Europe — 2019 report. Disponible a: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2019>
- European Environment Agency. Air quality in Europe — 2017 report. Disponible a: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2017>
- Global Cancer Observatory. International Agency for Research on Cancer. World Health Organization. Disponible a: <https://gco.iarc.fr/today/online-analysis-multi-bars>.
- 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.
- [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.

- 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.
- Heather Walton, David Dajnak, Sean Beevers, Martin Williams, Paul Watkiss and Alistair Hunt. Understanding the Health Impacts of Air Pollution in London. King's College London, 2015. Disponible a: https://www.london.gov.uk/sites/default/files/hialondon_kingsreport_14072015_final.pdf
- 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.
- Khreis H, Cirach M, Mueller N, de Hoogh K, Hoek G, Nieuwenhuijsen MJ, Rojas-Rueda D. [Outdoor air pollution and the burden of childhood asthma across Europe](#). Eur Respir J. 2019 Oct 31;54(4).
- King's College London, 2015. Heather Walton, David Dajnak, Sean Beevers, Martin Williams, Paul Watkiss, Alistair Hunt. Understanding the Health Impacts of Air Pollution in London. Disponible a: https://www.london.gov.uk/sites/default/files/hialondon_kingsreport_14072015_final.pdf
- NYC Health. Air Pollution and the Health of New Yorkers: The Impact of Fine Particles and Ozone. Disponible a: <https://www1.nyc.gov/assets/doh/downloads/pdf/eode/eode-air-quality-impact.pdf>
- Pierangeli I, Nieuwenhuijsen MJ, Cirach M, Rojas-Rueda D. Health equity and burden of childhood asthma - related to air pollution in Barcelona. Environ Res. 2020 Jul;186:109067.
- Santé publique France, 2016. Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarii de réduction de la pollution atmosphérique. Disponible a: [file:///C:/Users/lfont.ASPB/Downloads/40016_eqis-impacts-exposition-chronique\(1\).pdf](file:///C:/Users/lfont.ASPB/Downloads/40016_eqis-impacts-exposition-chronique(1).pdf)

- Temam et al. 2017. Socioeconomic position and outdoor nitrogen dioxide (NO₂) exposure in Western Europe: A multi-city analysis. *Environ Int* 2017 Apr;101:117-124.
- Tonne et al. 2018. Socioeconomic and ethnic inequalities in exposure to air and noise pollution in London. *Environ Int* 2018 Jun;115:170-179.
- 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 (VISCAB). 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>
- World Health Organization 2012 i 2016. Monografies IARC sobre avaluació del risk carcinogen per als humans. Diesel and gasoline engine exhaust and nitorarenes. Vol 105. <https://monographs.iarc.fr/wpcontent/uploads/2018/06/mono105.pdf>. Particulate matter in outdoor air pollution. Vol 109. <https://publications.iarc.fr/538>
World Health Organization 2019. Environmental health inequalities in Europe. Second assessment report. Disponible a: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/325176/9789289054157-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 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
- 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-Final-technical-report.pdf

C S B Consorci Sanitari
de Barcelona



Salut ambiental

Connectem
f **t** **y** **in**

www.aspb.cat