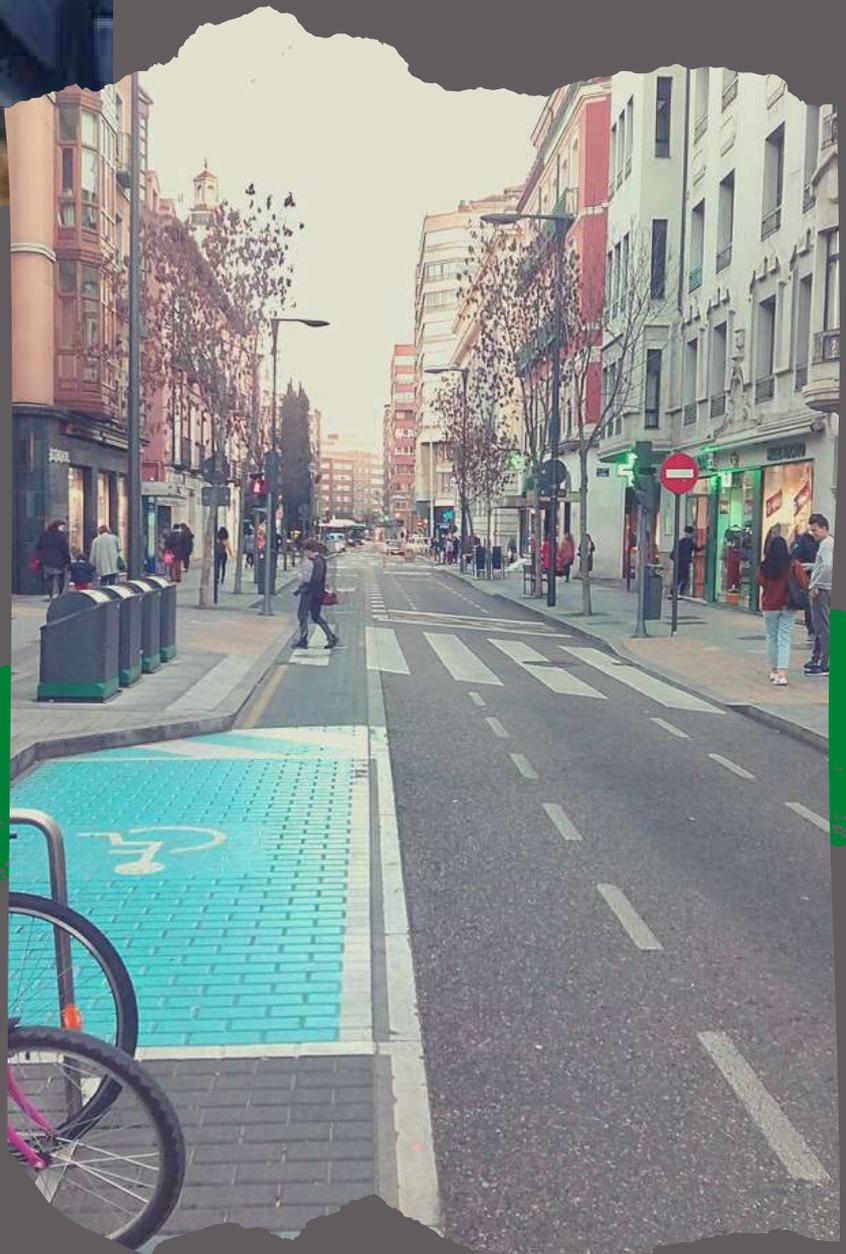




TRÁFICO Y CALIDAD DEL AIRE URBANO EN CASTILLA Y LEÓN

Informe de la campaña de medición de NO₂ realizada en noviembre de 2020



ecologistas en acción

Castilla y León

Coordinadora campaña:
Sara López Pérez
Ingeniera técnica industrial

Enero 2021



Tráfico y calidad del aire urbano en Castilla y León

Informe de la campaña de medición de NO₂
realizada en noviembre de 2020

ÍNDICE

Introducción	1
Tráfico, calidad del aire urbano y NO ₂	1
Efectos del NO ₂ en la salud.....	4
Normativa sobre la calidad del aire.....	6
Calidad del aire en las ciudades de Castilla y León.....	7
Objetivos de la campaña de Ecologistas en Acción.....	9
Desarrollo de la campaña de 2020 en Castilla y León.....	11
Metodología utilizada.....	11
La campaña.....	13
Situación meteorológica durante la campaña.....	16
Incidencias durante la campaña.....	17
Resultados.....	18
Resultados por ciudades.....	18
Gráficos.....	19
Mapas de NO ₂	22
Comparativa con resultados oficiales.....	26
Conclusiones.....	28
Fuentes utilizadas.....	30

Introducción

Tráfico, calidad del aire urbano y NO₂

El aire limpio es indispensable para garantizar salud y bienestar humanos. La contaminación del aire supone una amenaza para la salud en todo el planeta, las enfermedades derivadas de los efectos esta contaminación suponen millones de muertes cada año. Según estimaciones de la OMS en 2016, la contaminación atmosférica en las ciudades y zonas rurales de todo el mundo provoca cada año 4,2 millones de defunciones prematuras¹.

La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) calcula que por esta causa fallecieron en 2018 en Europa hasta medio millón de personas². En el mismo año, en el Estado español se produjeron alrededor de 30.000 muertes prematuras relacionadas con la contaminación atmosférica.

Las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire publicadas en 2005 ofrecen orientación general relativa a umbrales y límites para contaminantes atmosféricos clave que entrañan riesgos sanitarios. Se aplican en todo el mundo y se basan en la evaluación, realizada por expertos, de las pruebas científicas actuales concernientes a cuatro contaminantes principales: las partículas en suspensión, el dióxido de azufre, el ozono troposférico y el dióxido de nitrógeno³.

El origen de cada uno de ellos es diferente, aunque están relacionados entre sí. En este estudio la evaluación se centra en el dióxido de nitrógeno (NO₂), **cuyo origen principal son los vehículos de combustión interna**, por lo que está directamente ligado al **tráfico motorizado**. El valor actual de **40 microgramos por metro cúbico (µg/m³)** de media anual fijado en las Directrices de la OMS para proteger a la población de los efectos nocivos para la salud del NO₂ gaseoso no ha cambiado respecto al recomendado en las directrices anteriores.

El NO₂ es un gas rojizo que se emite en los procesos de combustión. En la combustión de los motores internos de vehículos (en especial de motores diésel)⁴ se emite inicialmente monóxido de nitrógeno (NO) que rápidamente se oxida a NO₂. Se produce en transporte en general y también en instalaciones industriales de alta temperatura y de generación eléctrica.

El NO₂ se emplea como marcador de los óxidos de nitrógeno (NO_x) derivados de la combustión, ya que a su vez puede derivar en otros óxidos de nitrógeno.

1 OMS, 2018. www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-%28outdoor%29-air-quality-and-health.

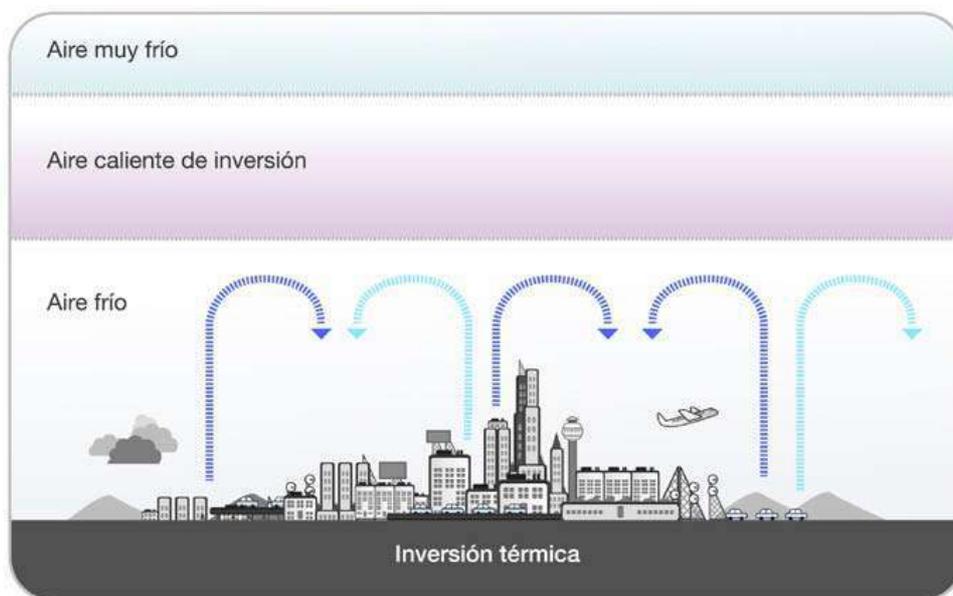
2 417.000 muertes prematuras por exposición a las partículas PM_{2,5}, 55.000 atribuidas al dióxido de nitrógeno y 20.600 causadas por el ozono (el cálculo excluye Rusia y las restantes ex repúblicas soviéticas, salvo Estonia, Letonia y Lituania). AEMA, 2020: *Air quality in Europe - 2020 report*. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2020-report>.

3 OMS, 2006: *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre*. Actualización mundial 2005. Resumen de evaluación de los riesgos. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf.

4 Ecologistas en Acción y Green Budget Europe, 2018: *Mejor sin diésel. Medidas fiscales para mejorar la calidad del aire*. Disponible en www.ecologistasenaccion.org/35912.

En zonas urbanas, la mayor parte del origen del NO₂ es el tráfico rodado (más de un 75%)⁵. Esta contribución es mayor que la que aporta al Inventario Nacional de Emisiones debido a que la población vive muy próxima al tráfico rodado, y aunque en tonelaje las emisiones son inferiores a las de otras fuentes, su contribución a la exposición humana en ciudades es muy superior.

Los niveles más altos de NO₂ se alcanzan en las grandes aglomeraciones urbanas y en sus zonas metropolitanas, así como en el entorno de las vías de comunicación con tráfico más denso. En situaciones de tiempo anticiclónico estable, seco y sin viento, desfavorables para la dispersión y la ventilación, la concentración de contaminantes atmosféricos se eleva por encima de los estándares legales o de la OMS. En el caso del NO₂, los fenómenos meteorológicos más propicios para su acumulación son las inversiones térmicas invernales⁶.



Inversiones térmicas invernales y smog nitroso

Además de las consecuencias propias que acarrea un aumento de la concentración de dióxido de nitrógeno, también hace que se incremente el ozono. Ambas especies reaccionan químicamente provocando una el aumento de la otra⁷. Es difícil, por no decir imposible, desligar completamente los efectos de uno solo de los contaminantes, puesto que se producen sinergias entre sí, consiguiendo un efecto todavía más nocivo en el ambiente y en la salud.

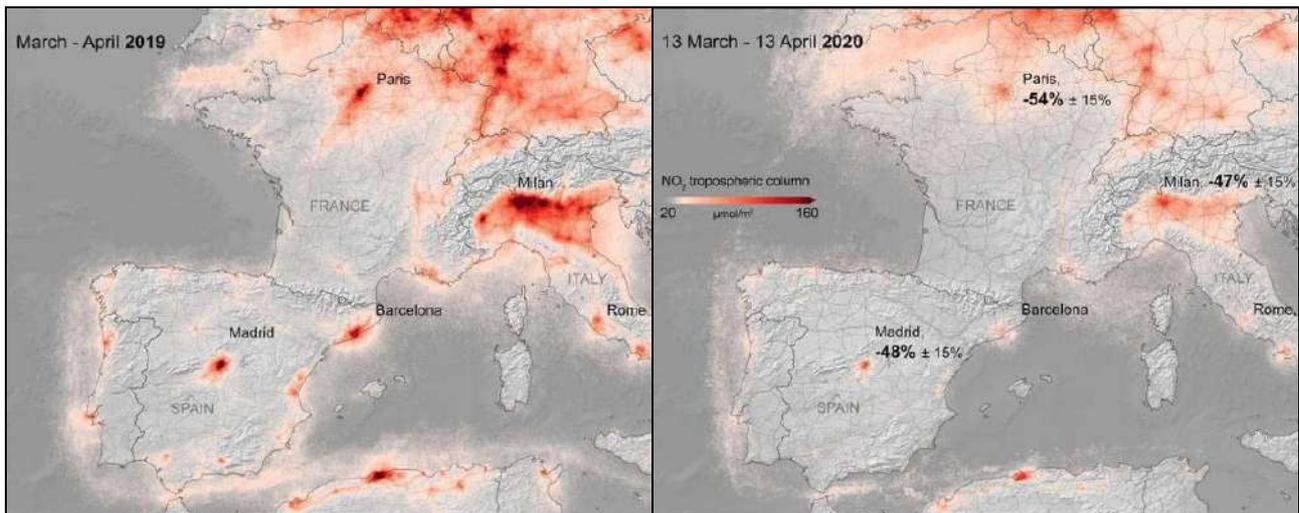
En el año 2020, debido a la crisis sanitaria de la COVID-19 y al confinamiento entre marzo y junio, el tráfico disminuyó considerablemente en toda Europa, y por lo tanto la concentración de NO₂, como se ve en la siguiente imagen de la Agencia Espacial Europea⁸:

5 Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Miterd). www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/oxidos-nitrogeno.aspx

6 Miguel Ángel Ceballos, 2020: *Los protocolos frente a episodios de mala calidad del aire en el Estado español*. Ecologistas en Acción. Disponible en: www.ecologistasenaccion.org/151293.

7 Ecologistas en Acción, 2020: La contaminación por ozono en el Estado español durante 2020. Disponible en: www.ecologistasenaccion.org/154040.

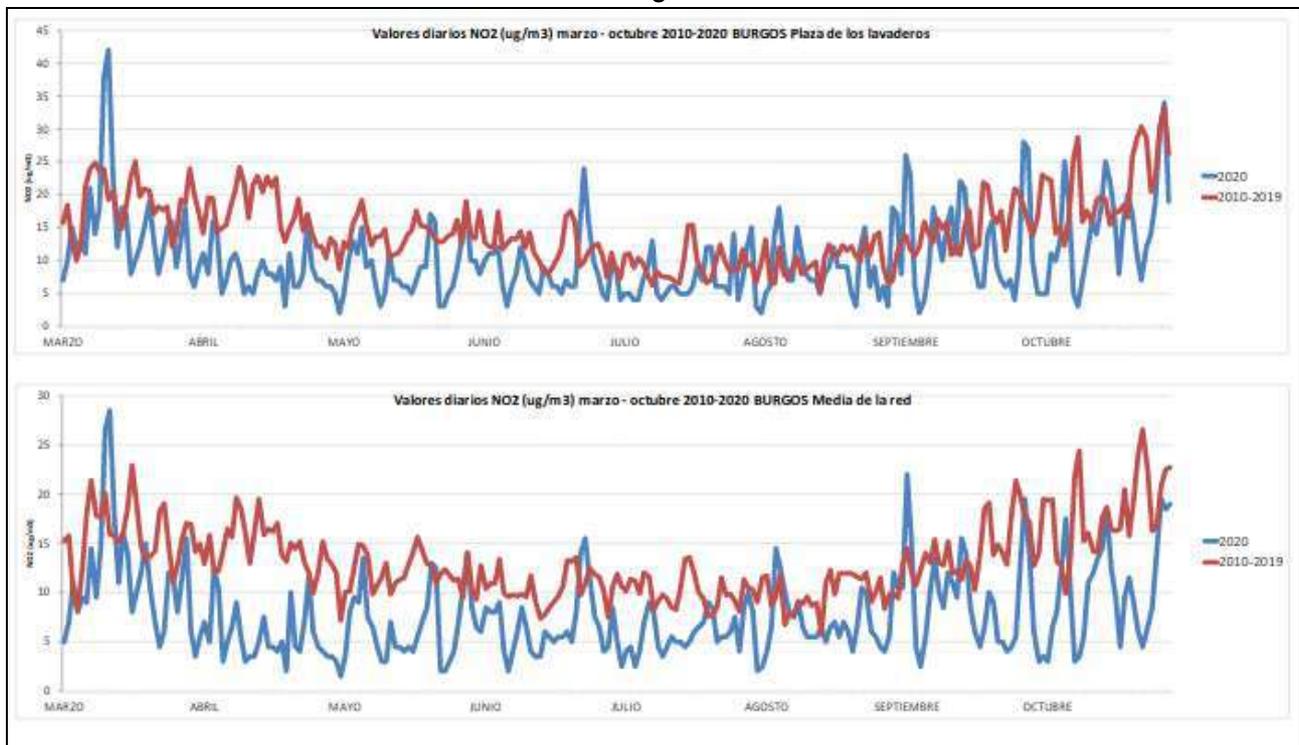
8 Agencia Espacial Europea. La contaminación del aire sigue siendo baja mientras los europeos se quedan en casa. Disponible en: www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Air_pollution_remains_low_as_Europeans_stay_at_home.



Concentraciones de dióxido de nitrógeno en Europa Occidental

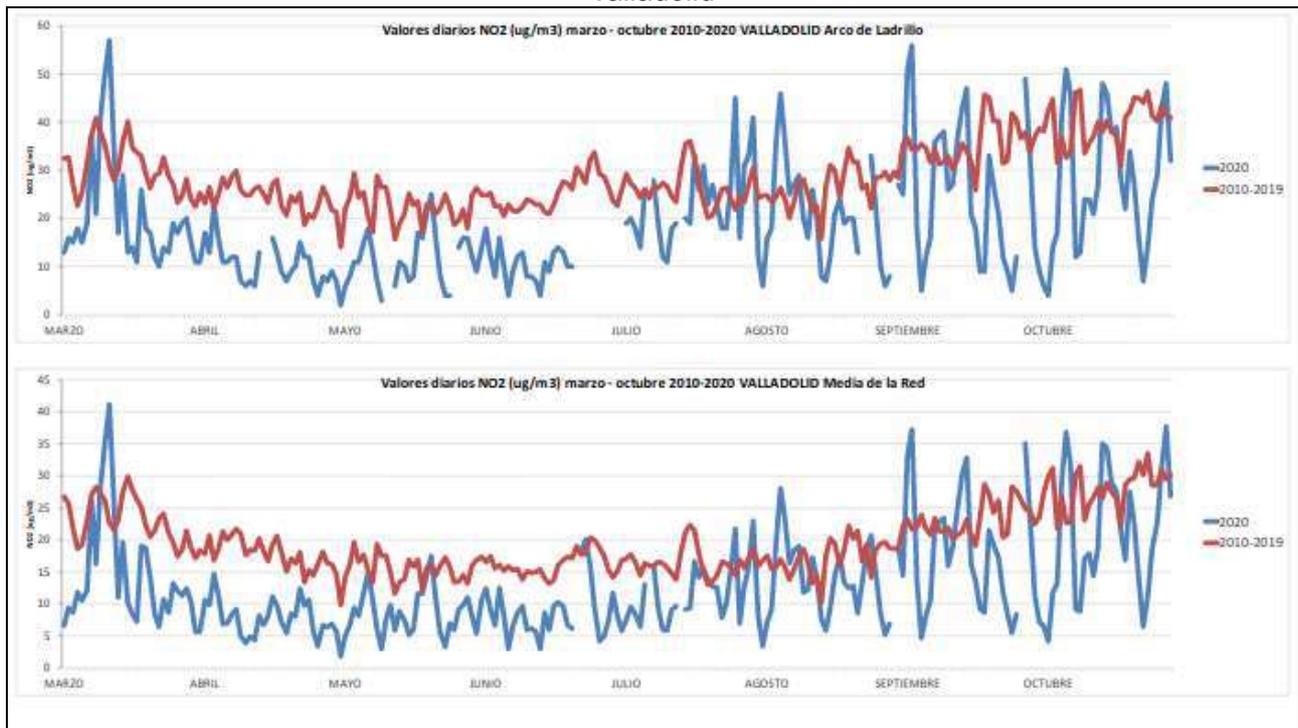
En el caso de las 26 principales ciudades españolas⁹, la disminución media de la contaminación por NO₂ fue del 38% hasta el 31 de octubre de 2020, respecto a las concentraciones promedio de los diez años anteriores en el mismo periodo. Alcanzando la reducción en las ciudades de Burgos y Valladolid el 42% y el 36% de los niveles de contaminación habituales, valores extrapolables al resto de ciudades de Castilla y León.

Burgos



⁹ Ecologistas en Acción, 2020: Efectos de la crisis de la COVID-19 sobre la calidad del aire urbano en España. Propuestas para la "nueva normalidad". Disponible en: www.ecologistasenaccion.org/140177.

Valladolid



La crisis de la COVID-19 demuestra así que la reducción estructural del tráfico motorizado y los cambios en las pautas de movilidad son las mejores herramientas para mejorar la calidad del aire en las ciudades. La dramática situación creada por la pandemia viene a corroborar algo en lo que viene insistiendo desde hace años la comunidad científica: que la reducción del tráfico en las ciudades tiene claros efectos en la disminución de la contaminación, algo que a su vez supone una importante mejora de la salud pública.

Por lo tanto, el tráfico motorizado es el principal responsable de la contaminación atmosférica en las ciudades, al incrementar los niveles de NO₂ en el aire que respiramos sus habitantes.

Efectos del NO₂ en la salud

El dióxido de nitrógeno es un compuesto tóxico para la salud que afecta a la capacidad respiratoria, y tiene efecto directo en personas asmáticas. Su exposición a largo plazo provoca la disminución de la función pulmonar, bronquitis y tos.

El NO₂ afecta a los tramos más profundos de los pulmones, inhibiendo algunas funciones de los mismos, como la respuesta inmunológica, produciendo una merma de la resistencia a las infecciones. Las niñas y niños, y las personas asmáticas son las más afectados por exposición a concentraciones agudas de NO₂. Asimismo, la exposición crónica a bajas concentraciones de NO₂ se ha asociado con un incremento en las enfermedades respiratorias crónicas, el envejecimiento prematuro del pulmón y con la disminución de su capacidad funcional.

Se ha demostrado que su presencia **aumenta la respuesta alérgica al polen**, y no se conoce una concentración bajo la cual no tenga efectos nocivos. La OMS advierte además que la contaminación del aire **empeora el pronóstico de la COVID-19**:

*“La mala calidad del aire es un factor de riesgo importante para las enfermedades respiratorias y cardiovasculares agudas y crónicas. Se cree que las personas que tienen estas afecciones médicas subyacentes tienen un mayor riesgo de desarrollar una enfermedad grave a causa de la infección por Covid-19; por lo tanto, la contaminación del aire es probablemente un factor que contribuye a la carga para la salud causada por Covid-19”.*¹⁰

Según los estudios del equipo de Julio Díaz y Cristina Linares, del Departamento de Epidemiología y Bioestadística del Instituto de Salud Carlos III, la mortalidad atribuible por la exposición a corto plazo al dióxido de nitrógeno (entre otros contaminantes), por causas naturales, respiratorias y circulatorias, ascendería en las capitales de provincia de España a una media de 7.000 muertes anuales¹¹, entre los años 2000 a 2009. La mitad de dichos fallecimientos se habrían producido en un rango de exposición de entre 20 y 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, por debajo de la recomendación anual de la OMS, actualmente en revisión. Pequeñas reducciones en los niveles de este contaminante pueden ser determinantes para salvar vidas, en el corto plazo.

En las ciudades de Castilla y León, el Instituto de Salud Carlos III estima las muertes prematuras anuales atribuibles al NO₂ en una media de 562, siendo la mortalidad media total ocasionada por los episodios de contaminación de 940 fallecimientos anuales, en el periodo considerado.

2000-2009 (ISCI)	Muertes estimadas por contaminante			N.º total muertes
	PM ₁₀	NO ₂	O ₃	
Ávila		460	90	550
Burgos		1128		1128
León	1247		170	1417
Palencia				0
Salamanca	1244		204	1448
Segovia		1199	237	1436
Soria				0
Valladolid		1913	335	2248
Zamora	247	924		1171
Castilla y León	2738	5624	1036	9398

Fuente: ISCI, elaboración propia

Un reciente estudio liderado por el **Institut de Salut Global de Barcelona (ISGlobal)**¹², publicado en enero de 2021, ha estimado la carga de mortalidad atribuible a la contaminación del aire en

10 OMS, 2020. www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/news/news/2020/9/a-new-international-day-to-celebrate-clean-air-and-a-sustainable-recovery-from-covid-19.

11 Ministerio de Sanidad, 2019: *Impacto sobre la salud de la calidad del aire en España*. Disponible en: www.msbs.gob.es/ca/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/PLAN_AIRE_Medida_5_19_12_27.pdf.

12 ISGlobal, 2021: *Premature mortality due to air pollution in European cities: a health impact assessment*. The Lancet. Disponible en: www.isglobal.org/-/un-estudio-muestra-las-ciudades-europeas-con-mayor-mortalidad-relacionada-con-la-contaminacion-del-aire.

cerca de 1.000 ciudades europeas y sitúa a Madrid la primera y a Barcelona la sexta en el 'ranking' de mortalidad asociada al **dióxido de nitrógeno (NO₂)**. En el caso de las ocho ciudades analizadas de Castilla y León, el número de muertes evitables alcanzando niveles de NO₂ por debajo de los que recomienda la OMS sería 345, en el año 2015, siendo la mortalidad total ocasionada por la contaminación atmosférica de 800 fallecimientos, en el año considerado.

AÑO 2015 (ISGlobal)	Muertes estimadas por contaminante		N.º total muertes
	PM _{2.5}	NO ₂	
Ávila	10	13	23
Burgos	64	51	115
León	56	50	106
Palencia	36	24	60
Ponferrada	23	14	37
Salamanca	74	58	132
Segovia	0	0	0
Soria	0	0	0
Valladolid	164	116	280
Zamora	28	18	46
Castilla y León	455	344	799

Fuente: ISGlobal, elaboración propia

La alta concentración de dióxido de nitrógeno en el aire es responsable de muchas muertes prematuras; afecta principalmente al sistema respiratorio, y es un factor que aumenta la gravedad de la enfermedad COVID-19.

Normativa sobre la calidad del aire

La normativa básica por la que se rige la calidad del aire en el Estado español incluye la Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa, la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera y el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

En relación con el NO₂, el valor límite anual establecido por la normativa vigente es de 40 µg/m³, considerado el valor máximo compatible con una adecuada protección de la salud. Además, existe un valor límite horario de 200 µg/m³, que no debería superarse más de 18 veces al año.

Finalmente, para la protección de la vegetación se establece un nivel crítico de 30 µg/m³ de óxidos de nitrógeno (NO_x) como promedio anual, para cuya evaluación solo se tomarán en consideración los datos obtenidos en determinadas estaciones de medición.

Los valores legislados para el dióxido de nitrógeno (NO₂) se muestran en la tabla siguiente¹³:

Valores legislados para NO₂ y NO_x

Valor legislado	Valor límite	Periodo
Valor límite horario (VLH) para la protección de la salud humana (fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2010)	200 µg/m ³	Valor medio en 1 h No debe superarse en más de 18 ocasiones por año civil
Valor límite anual (VLA) para la protección de la salud humana (fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2010)	40 µg/m ³	Año civil
Valor límite (nuevo nivel crítico para la protección de la vegetación, según la Directiva 2008/50/CE y el RD 102/2011) de NO_x para la protección de los ecosistemas	30 µg/m ³	Año civil

En el caso del NO₂, los estándares europeos de calidad del aire establecidos para la protección de la salud humana por la Directiva de Calidad del Aire Ambiente coinciden con las directrices de calidad del aire establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Son estos valores los que tomaremos en este estudio como referencia para el análisis.

El valor límite anual de la concentración de dióxido de nitrógeno para la protección de la salud humana está establecido en 40 microgramos por metro cúbico (µg/m³).

Calidad del aire en las ciudades de Castilla y León

El análisis de la contaminación del aire en Castilla y León se realiza mediante la *Red de Control de la Calidad del Aire de la Junta de Castilla y León*. La Red autonómica permite obtener datos de concentración de contaminantes a través de 22 estaciones fijas repartidas por todo el territorio de la Comunidad y una estación móvil. Estas estaciones cumplen con la certificación ISO 9001 sobre el sistema de gestión de los datos registrados de concentración de contaminantes¹⁴.

Además de esta red está la *Red de Control de Contaminación Atmosférica del Ayuntamiento de Valladolid* (RCCAVA), formada por cinco estaciones sujetas a las condiciones de implantación que describen tanto la Directiva Europea como el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la calidad del aire. En el entorno de algunas instalaciones industriales, existen además diversas redes de medición privadas, que en Valladolid, por ejemplo, tienen estaciones urbanas.

¹³ Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Miterd). www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/oxidos-nitrogeno.aspx.

¹⁴ Página Web de calidad de la Junta de Castilla y León: <http://servicios.jcyl.es/esco/index.action>.

No todas las estaciones son iguales, sino que en cada una de ellas se realizan mediciones de diferentes contaminantes, aunque todas las urbanas están equipadas para la medición de dióxido de nitrógeno mediante quimioluminiscencia, siguiendo la Norma UNE EN 14211:2013.

La regulación sobre la ubicación de las estaciones está recogida en los Anexos III y IX del Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, modificado por el Real Decreto 39/2017, de 27 de enero.

En dicho Real Decreto se especifican los criterios de macro y microimplantación que tienen que cumplir las estaciones para dar un servicio óptimo. Es, en base a estos criterios, de vital importancia el lugar donde se ubican las estaciones, ya que, situarlas en una calle con mayor o menor densidad de tráfico, darán resultados muy diferentes, pudiendo ser poco realistas. Si se ubican en lugar inadecuado es posible que muestren valores de contaminación más bajos de los reales, lo que daría a entender que estamos respirando aire limpio cuando en realidad no es así.

Desde hace tiempo, Ecologistas en Acción viene advirtiendo que los datos que proporcionan las redes de la Junta de Castilla y León y del Ayuntamiento de Valladolid no son representativos de la contaminación atmosférica de las ciudades de la región, precisamente por el incumplimiento que muchas de ellas tienen de la normativa, fundamentalmente en el primer criterio de ubicación.

Así, el Real Decreto deja claro que existe una obligación de colocar al menos una parte de los medidores (los orientados al tráfico) en “las áreas situadas dentro de las zonas y aglomeraciones que registren las concentraciones más altas a las que la población puede llegar a verse expuesta”. Esto se incumple de manera frecuente colocando las estaciones en áreas de bajo flujo de tráfico.

Concretamente, la única estación urbana de Burgos se ha desplazado en dos ocasiones en la primera década de siglo; anteriormente se encontraba en la calle Vitoria, gran avenida de tráfico, y actualmente en una plazuela sin apenas tráfico directo. Ocurre lo mismo con otras estaciones, como la única existente en la ciudad de Palencia, que anteriormente se encontraba en la Avenida Manuel Rivera, una de las vías más congestionadas de la ciudad, y actualmente está en el Parque de la Carcavilla.

En la ciudad de Salamanca, después de mover la estación de la Avenida de Portugal a una zona residencial de la periferia sin apenas tráfico, en 2007 se trasladó también a la periferia la estación de la Avenida de Alemania, cuyos datos de dióxido de nitrógeno superaban el límite constantemente. La realidad es que en Salamanca actualmente no existe ninguna estación en calles con tráfico.

En León se trasladó en 2006 la estación Barrio Pinilla 150 metros por el “aumento espectacular del tráfico en las inmediaciones” (Informe de 5 de julio de 2006 de la Junta de Castilla y León), a una calle de menor tráfico, y en 2009 se suprimió la estación Plaza de Toros que también venía superando los límites de concentración de NO₂. En Ponferrada se desplazaron en 2005 los medidores del Paseo de San Antonio y la Avenida de Huertas Sacramento, y actualmente sólo uno está activo, en una zona periurbana sin apenas tráfico motorizado.

En Valladolid, en 2002 se suprimieron las estaciones de tráfico de la Avenida de Salamanca y de la Calle Real de Burgos, y se desplazó la que estaba en el cruce entre la Calle Arco de Ladrillo y el

Paseo del Hospital Militar, las cuales registraban valores de NO₂ por encima del límite legal. En 2009 se desconectaron además dos estaciones, en la Calle Labradores y en la Avenida de Santa Teresa, ambas con alta densidad de tráfico, y se desplazó, por segunda vez, la estación del barrio de La Rubia, alejándola de la vías principales en las que estaba (Carretera de Rueda y Paseo de Zorrilla).

En Ávila, Aranda de Duero, Segovia y Zamora, también se han alejado sus respectivas estaciones de las calles con tráfico próximas, de forma que actualmente la estación urbana de Soria es la única ubicada en un eje principal de tráfico motorizado, siendo por ello curiosamente la capital más pequeña de Castilla y León la que suele registrar niveles más elevados de NO₂.

Si la ubicación de las estaciones no es la correcta, la disminución de las concentraciones de contaminante se deberá a una mala medición, no a una menor contaminación. Por ello, en esta campaña se evalúan las mediciones de los emplazamientos de las estaciones oficiales de forma que este análisis nos indique si los datos que suministran las administraciones públicas son representativos, ya que de no serlo se está perjudicando a la ciudadanía y a la salud pública.

Por otra parte, además, vemos que las medidas para reducir el tráfico rodado son escasas, y se sigue dando prioridad a los coches en todos los municipios.

Las estaciones urbanas de medición de calidad del aire de la Junta de Castilla y León y del Ayuntamiento de Valladolid incumplen con algunos criterios legales de ubicación, dando lugar a resultados de concentración de dióxido de nitrógeno poco representativos, lo cual va en contra de la salud pública.

Objetivos de la campaña de Ecologistas en Acción

En base a la preocupación existente desde Ecologistas en Acción por la calidad del aire, que afecta directamente a la salud pública, y tal como viene demandando desde años a las administraciones competentes es que se plantea esta campaña con dos objetivos fundamentales:

- Conocer los valores de dióxido de nitrógeno, directamente relacionados con el tráfico motorizado, en distintas ciudades de la región; gas tóxico que en el cambio de siglo registraba en las ciudades de Castilla y León niveles muy elevados, por encima de los límites legales entonces vigentes.
- Evaluar la ubicación de las estaciones oficiales de medición de calidad del aire, y su grado de cumplimiento de los criterios de la normativa vigente.

Ambos objetivos son uno mismo en realidad: analizar si el aire que se respira en las ciudades de Castilla y León es perjudicial, y hasta qué punto. Con esta campaña se pretende además **informar y concienciar a la población** acerca de la calidad del aire y de cómo afecta a la salud, más importante aún si cabe en tiempos de pandemia, y también demandar a las administraciones

competentes que se **tomen las medidas adecuadas para garantizar una calidad del aire saludable** para la ciudadanía y para el medioambiente.

Estas medidas pasan, no solo por cumplir la legislación, si no por hacer **políticas de movilidad** que lleven a una reducción del uso de vehículos a motor e implantar en las ciudades **zonas de bajas emisiones**¹⁵, que no solo ayuden a mejorar la salud pública sino también a combatir el **cambio climático**.

La campaña de Ecologistas en Acción, mediante mediciones de la concentración de dióxido de nitrógeno en las principales ciudades, pretende informar y sensibilizar a la población de Castilla y León acerca de la calidad del aire y su relación con el tráfico motorizado. Así mismo esta campaña llama a las administraciones a tomar medidas para mejorar la salud pública y combatir el cambio climático.

¹⁵ Nuria Blázquez, 2019: Zonas de Bajas Emisiones, herramienta contra la contaminación y el calentamiento del planeta. Ecologistas en Acción. Disponible en: www.ecologistasenaccion.org/117023.

Desarrollo de la campaña de 2020 en Castilla y León

Metodología utilizada

Para determinar la concentración de dióxido de nitrógeno en el aire, se ha utilizado un método de captación pasiva, utilizando “medidores pasivos” que se han adquirido a **4Sfera**, consultoría especializada en calidad del aire, contaminación atmosférica y cambio climático, con gran experiencia adquirida en proyectos realizados en España, Reino Unido y Europa. Ubicada en Girona, dispone de laboratorio acreditado que cumple la Norma ISO/IEC 17025:2017.

El método utilizado es de dosimetría pasiva. Específicamente tubos de difusión de NO₂ del tipo Palmes. Este método está establecido como método indicativo por la Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa. Según la misma, las mediciones indicativas podrán complementar las mediciones fijas (estaciones automáticas) con el fin de aportar información adecuada sobre la distribución espacial de la calidad del aire ambiente.

Los medidores, tubos, o dosímetros, pasivos son una herramienta ampliamente utilizada en este tipo de estudios. Los dosímetros pasivos consisten, generalmente, en un pequeño contenedor, en este caso con forma de tubo, que tiene un extremo abierto, expuesto al ambiente, y otro cerrado que contiene una sustancia o reactivo que recoge el contaminante a medir (en este caso, los tubos utilizados son específicos para dióxido de nitrógeno). El gas presente en el ambiente, el aire, es transportado por difusión molecular desde la parte abierta hasta la parte cerrada, donde queda absorbido el contaminante.



Dosímetro ya colocado para la medición

El principio de funcionamiento de los dosímetros se basa precisamente en este transporte del gas por difusión molecular a través de un medio (el aire del interior de un tubo), hasta que queda "atrapado" por el reactivo captador situado al final del mismo, que es capaz de retener el compuesto gaseoso (NO₂), bien por absorción o bien por reacción química con el mismo.

Los dispositivos consisten en un pequeño aro de polipropileno (10 mm de altura 20 mm de diámetro interno y 25 mm de diámetro externo), cerrado por un lado con un tapón de polietileno sobre el que se coloca un filtro de 25 mm de diámetro impregnado con una solución captadora del gas contaminante (para el caso del dióxido de nitrógeno se emplea una solución de trietanolamina que lo capta en forma de nitrito).

Una malla de acero inoxidable (0,08 mm de diámetro de malla, 0,125 mm de medida de malla y 38,5% de porosidad), se coloca en el otro extremo del tapón de polietileno, y una membrana de teflón se deja sobre la malla de acero galvanizado que encaja en una ranura de la pared. El aro posee una apertura de 20 mm de diámetro, por la cual entrará el aire atmosférico por difusión molecular. Este aro se coloca junto al tubo de captación, que finaliza en otro tapón.

El dispositivo se “destapa” del extremo por donde entrará el aire en el momento de colocarlo y se vuelve a tapar inmediatamente después del tiempo de exposición, que usualmente para este tipo de medidas está entre 2 y 4 semanas.

De esta forma se establece una relación entre el periodo de muestreo y la cantidad de masa del contaminante acumulada, y mediante cálculos se obtiene la concentración.

El caudal difusivo en estos dispositivos, determinado por el lento proceso de difusión molecular, hace que sea necesario un tiempo de muestreo tan alto.

Las ventajas de este tipo de dispositivos para la medición de contaminantes en el aire son:

- no necesitan fuente de alimentación eléctrica, ni protección externa, por lo que pueden utilizarse en lugares donde no sirven otros métodos
- son fáciles de manejar, de colocar y de almacenar
- son fáciles de analizar
- no necesitan calibración en terreno
- pueden utilizarse muchos dispositivos a la vez, en varios emplazamientos, permitiendo una gran cobertura
- son económicos

Algunos de los inconvenientes de estos medidores son:

- necesitan largos periodos de tiempo, dando concentraciones promedio
- puede haber errores derivados de las fluctuaciones en las concentraciones del contaminante en la atmósfera, y debido a las condiciones meteorológicas
- requieren analizarlos en laboratorio especializado, por lo que los resultados no son inmediatos
- son de un solo uso
- al colocarlos en espacio público, son susceptibles de sufrir sustracciones
- requieren despliegue de varias personas para colocarlos y retirarlos

Para el estudio que nos ocupa se adquirieron un total de **150 tubos pasivos específicos de NO₂**, que se repartieron entre los distintos municipios. Para colocarlos se han tenido en cuenta los criterios de ubicación que marca la normativa vigente y las especificaciones del fabricante:

- se colocaron en calles representativas del tráfico en más de 100 m de longitud
- a más de 25 metros de los grandes cruces, y a menos de 10 metros de la acera
- evitando obstáculos a la entrada de aire (árboles, edificios), lejos de fuentes de emisión
- a una altura de entre 1,5 y 4 metros del suelo. Casi todos se colocaron en farolas a unos 3 metros del suelo, sujetos mediante bridas de plástico para no dañar el mobiliario urbano

Se han realizado medidas de concentración de NO₂ mediante 150 dispositivos de medición pasiva específicos para este contaminante.

La campaña

La campaña se ha realizado en **7 ciudades de Castilla y León**, León, Palencia, Burgos, Zamora, Valladolid, Salamanca y Segovia, con diferente número de puntos de muestreo en función del tamaño del núcleo urbano, principalmente.

Así, se han colocado 30 medidores en Valladolid, 25 en León, Burgos y Salamanca, y 15 en Palencia, Zamora y Segovia. Las personas encargadas de realizar la colocación y retirada han sido voluntarias y voluntarios de Ecologistas en Acción en cada uno de los grupos locales.

Mediante la máxima coordinación posible, los grupos han colocado los dosímetros siguiendo las mismas pautas el mismo día y a la misma hora. Tan solo el grupo de Palencia ha tenido un desfase de un día, por falta de personal.

Previamente a la instalación de los tubos se solicitaron los correspondientes permisos a los respectivos ayuntamientos, indicando los motivos del estudio y acreditando que se trata de un método no invasivo y temporal, no dañando en ningún caso el mobiliario urbano.

Han participado aproximadamente unas **50 personas** las cuales han recibido formación acerca de la propia campaña y de la metodología para la colocación y retirada de los tubos, mediante un taller específico online realizado el 17 de octubre de 2020, con la participación de José Manuel Felisi, experto de la **Plataforma Valencia per l'aire**¹⁶, que lleva realizando campañas de este tipo desde 2017 en la ciudad de Valencia y cuenta por ello con gran experiencia.

Ha habido una gran participación e implicación por parte de todas las personas voluntarias de Ecologistas en Acción Castilla y León. La coordinación se ha realizado desde Valladolid y en todo momento, en cada grupo local, ha habido una persona de referencia y responsable con el fin de facilitar la coordinación y la comunicación con el resto.

La elección de los emplazamientos, es decir, de los **puntos de muestreo**, se ha hecho teniendo como referencia del tráfico urbano reflejado por los mapas estratégicos de ruido de cada ciudad.

16 <https://valenciaperlaire.org>

Basándose sobre todo en ese criterio, cada grupo local ha seleccionado los puntos de las vías de tráfico más congestionadas. También se han considerado zonas peatonales y de apenas circulación de vehículos a motor para poder tener una buena comparativa.



Mapa de ruido de la ciudad de Valladolid¹⁷

En cada una de las ciudades se han colocado medidores **lo más cerca posible a las estaciones oficiales de la Junta de Castilla y León**, en concreto en Valladolid se ha contado con la colaboración del Ayuntamiento de la ciudad, que ha facilitado, mediante su equipo responsable y de mantenimiento de las estaciones oficiales, la colocación de los dosímetros junto al tubo de aspiración de las propias estaciones.

- **Se han realizado mediciones en 7 ciudades de Castilla y León**
- **Han participado unas 50 personas voluntarias de Ecologistas en Acción coordinadas y previamente formadas**
- **Los puntos de muestreo se han distribuido teniendo en cuenta las zonas de mayor tráfico de las ciudades y al lado de las estaciones de calidad del aire**
- **El Ayuntamiento de Valladolid ha colaborado en la colocación de los medidores en las estaciones oficiales de esta ciudad**

¹⁷ <http://sicaweb.cedex.es/ume-fase1.php?id=423>



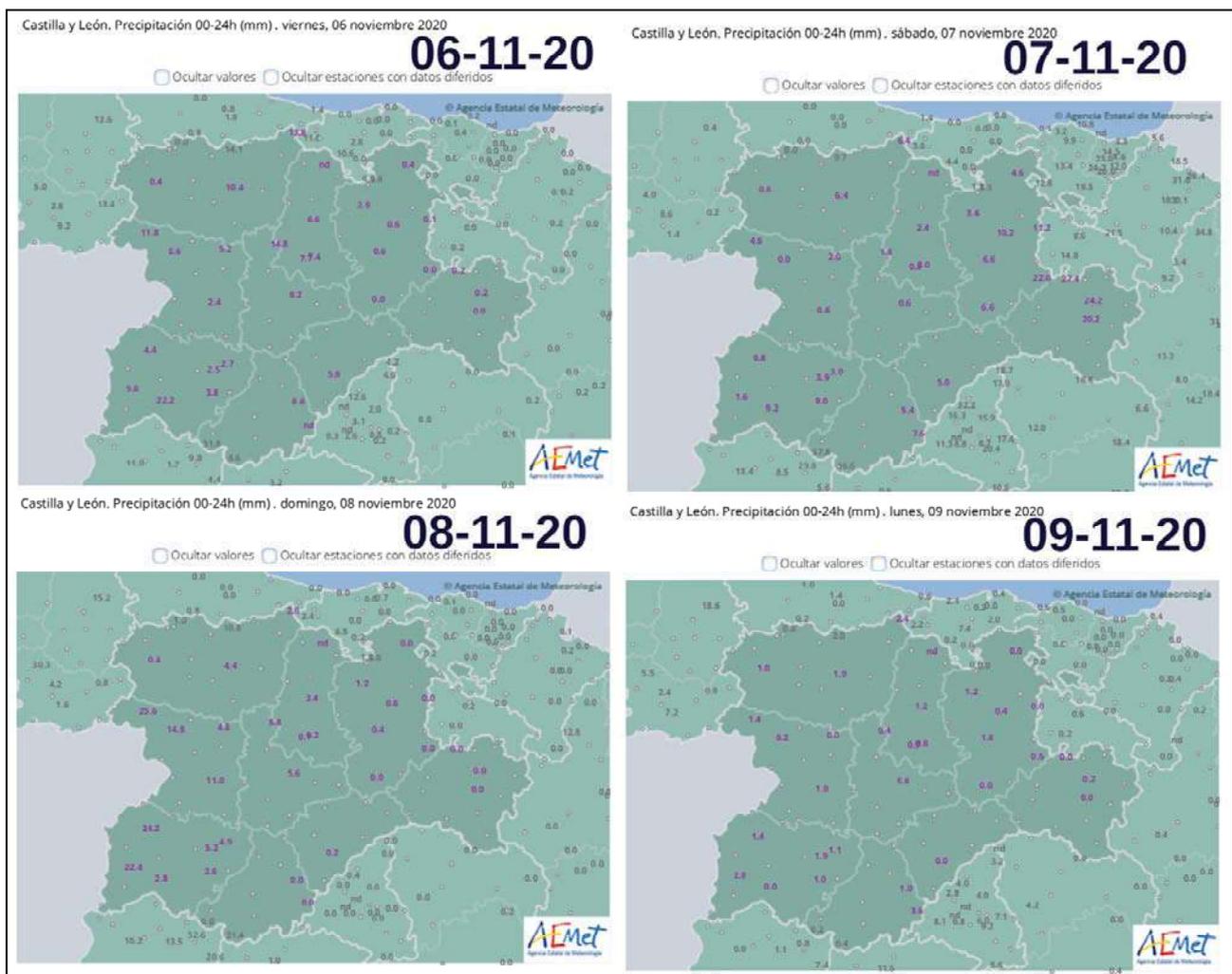
Algunos lugares donde se colocaron los tubos medidores en distintas ciudades, la última en una estación de Valladolid.

El periodo de medición ha tenido lugar durante el **mes de noviembre de 2020**, del **3 al 23 de noviembre (excepto en Palencia, del 4 al 24 de noviembre)**. Inicialmente el periodo de muestreo iba a ser de dos semanas, pero se decidió alargar una más debido a la meteorología, ya que la primera semana de noviembre fue muy lluviosa en toda la comunidad autónoma.

Salvo los cinco puntos de las estaciones oficiales de Valladolid, que han sido colocados y retirados a las 10:00 de los días 3 y 24 de noviembre, el resto han sido colocados en una horquilla horaria entre las 19:00 y las 20:00, y retirados a la misma hora de su colocación. Tras su recogida por cada uno de los grupos locales los tubos se han enviado para su análisis en laboratorio a 4Sfera.

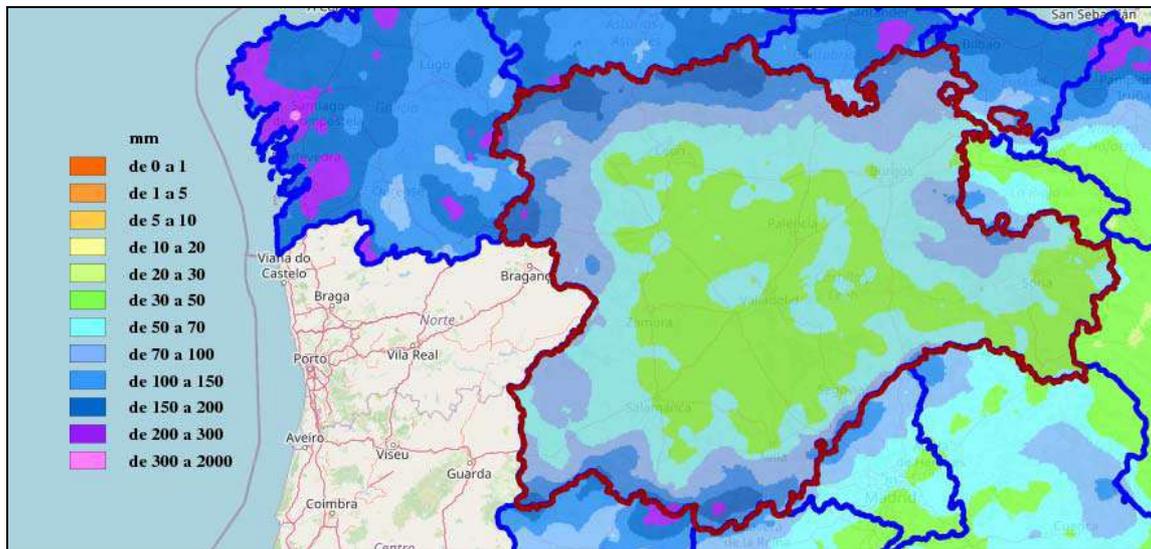
Situación meteorológica durante la campaña

En este tipo de mediciones y con el método utilizado, de medidores pasivos, es imprescindible tener en consideración la meteorología acaecida, ya que tiene una notable influencia. Durante la primera semana del muestreo se han registrado precipitaciones en casi todas las ciudades del estudio. Se muestran los mapas de precipitaciones de los días 6, 7, 8 y 9 de noviembre de 2020¹⁸:



18 <http://www.aemet.es/>

El resumen gráfico para el mes de noviembre en Castilla y León se muestra a continuación.



Precipitaciones durante noviembre de 2020 en Castilla y León

A pesar de que en conjunto noviembre haya sido un mes seco en lo que a la climatología regional se refiere, como se muestra en los mapas, se han producido precipitaciones durante varios días consecutivos, haciendo obviamente que la concentración de contaminantes en el aire fuese más baja. Es por este motivo, por lo que se decidió alargar el tiempo de exposición una semana más y así tener otro ciclo semanal completo y un resultado más amplio para evaluar los datos.

Otro factor con gran influencia en esta campaña es la situación inusual en la que se ha desarrollado, derivada de la crisis sanitaria. Desde el 24 de octubre se impuso en Castilla y León **toque de queda en toda la comunidad de 22:00 a 6:00**, lo cual tiene una notable influencia, ya que durante esas horas se produce una importante reducción del tráfico rodado y, por tanto, las concentraciones de NO₂, con alta probabilidad, son inferiores respecto a las que habría en condiciones habituales para la época del año.

La campaña ha tenido lugar entre el 3 y el 24 de noviembre de 2020. La primera semana del muestreo se produjeron precipitaciones en la mayoría de las ciudades, que estuvieron sujetas a un toque de queda a las 22:00 horas por la COVID-19.

Incidencias durante la campaña

En general la campaña ha transcurrido sin incidencias importantes. Todos los grupos locales se han coordinado bien. Aún así, hubo un par de pérdidas de algunos de los tubos: en Palencia el personal de la Junta de Castilla y León retiró el dosímetro colocado en la estación de la ciudad, y además desapareció uno de los tubos colocado, probablemente debido a una acción vandálica. En Burgos cinco de los dosímetros fueron colocados de manera incorrecta, por lo que no han podido ser analizados posteriormente.

Resultados

Tras las tres semanas de exposición, los tubos se recogieron, y se mandaron inmediatamente al laboratorio, que devolvió los resultados al mes y medio. Como ya se comentó en el apartado anterior, no ha sido posible analizar la totalidad de los mismos, algunos fueron sustraídos y otros no se pudieron analizar debido a un error en la colocación.

La medida del NO₂ se realiza en microgramos por metro cúbico, teniendo en cuenta el tiempo de exposición, obteniendo una media del periodo de muestreo al igual que se han recopilado también en las estaciones oficiales. El valor anual recomendado por la OMS, que coincide con el límite de la legislación vigente, indica que no se deben superar los **40 µg/m³**.

Resultados por ciudades

En el **anexo 1** se adjuntan las tablas con los puntos de muestreo y los resultados obtenidos.

Analizando los resultados se ve que aproximadamente un 20% de los puntos evaluados tuvieron valores superiores al límite de 40 microgramos por metro cúbico durante el mes de noviembre.

El nivel más alto de contaminación obtenido se encuentra en **Salamanca**, en el Paseo de Canalejas, con un valor de 69 µg/m³, más que doblando el valor reflejado por el medidor colocado en la estación oficial, con 27 µg/m³. 14 de las 25 medidas obtenidas han superado el valor límite anual de NO₂ situándose en ese periodo como la ciudad con más contaminación de Castilla y León. En la Avenida de Mirat se han alcanzado 60 µg/m³, 53 µg/m³ en las avenidas de los Maristas y de Alemania (ubicación de la anterior estación oficial), y 52 µg/m³ en el Paseo de Torres Villarroel y en la Calle Peña de Francia.

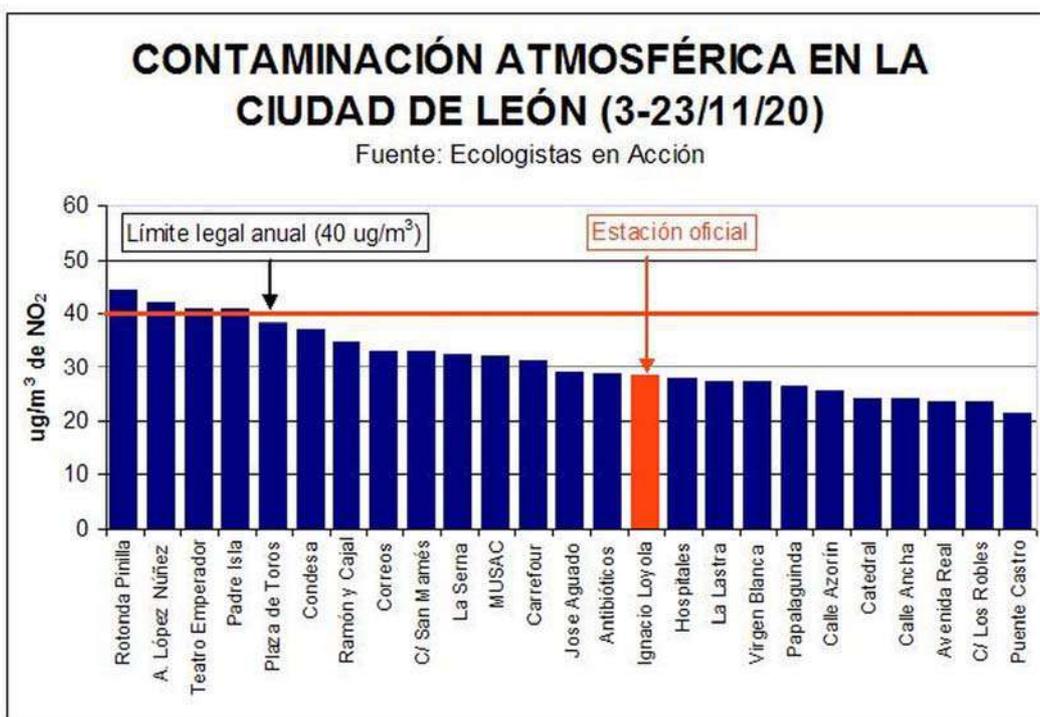
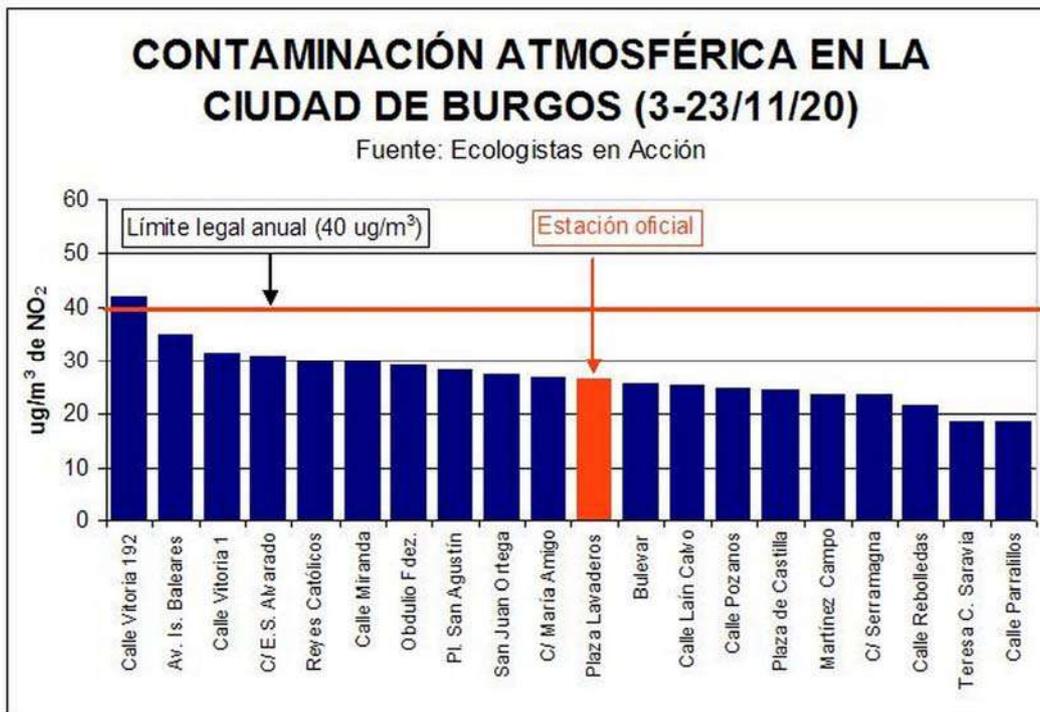
Valladolid es la segunda ciudad con valores más altos registrados. El valor más elevado es el correspondiente al medidor situado en la calle Nicolás Salmerón, con 64 µg/m³. En total, se ha superado el límite legal en 10 ubicaciones de las 30 analizadas: los paseos del Hospital Militar, de Isabel la Católica y de Zorrilla, las calles Don Sancho, Cebadería, Miguel Íscar y Hernando de Acuña y las avenidas de Palencia y de Gijón. Los valores más bajos han correspondido a las zonas peatonales, como la Plaza Mayor o la calle Cadenas de San Gregorio.

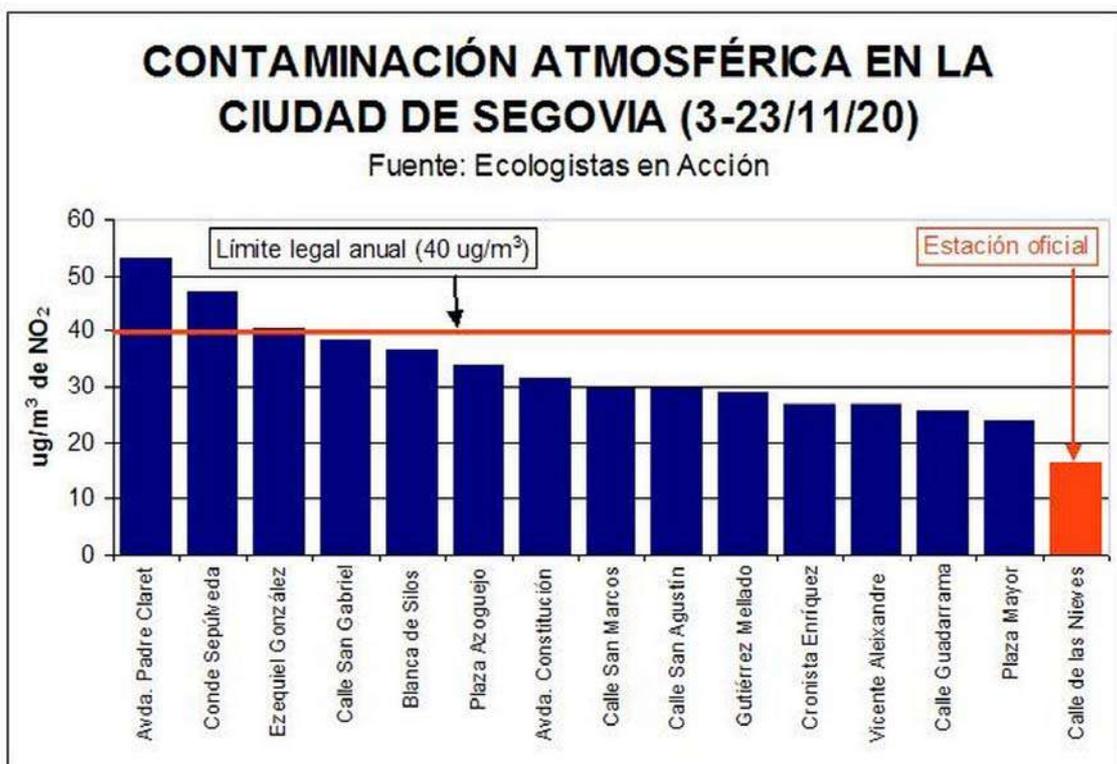
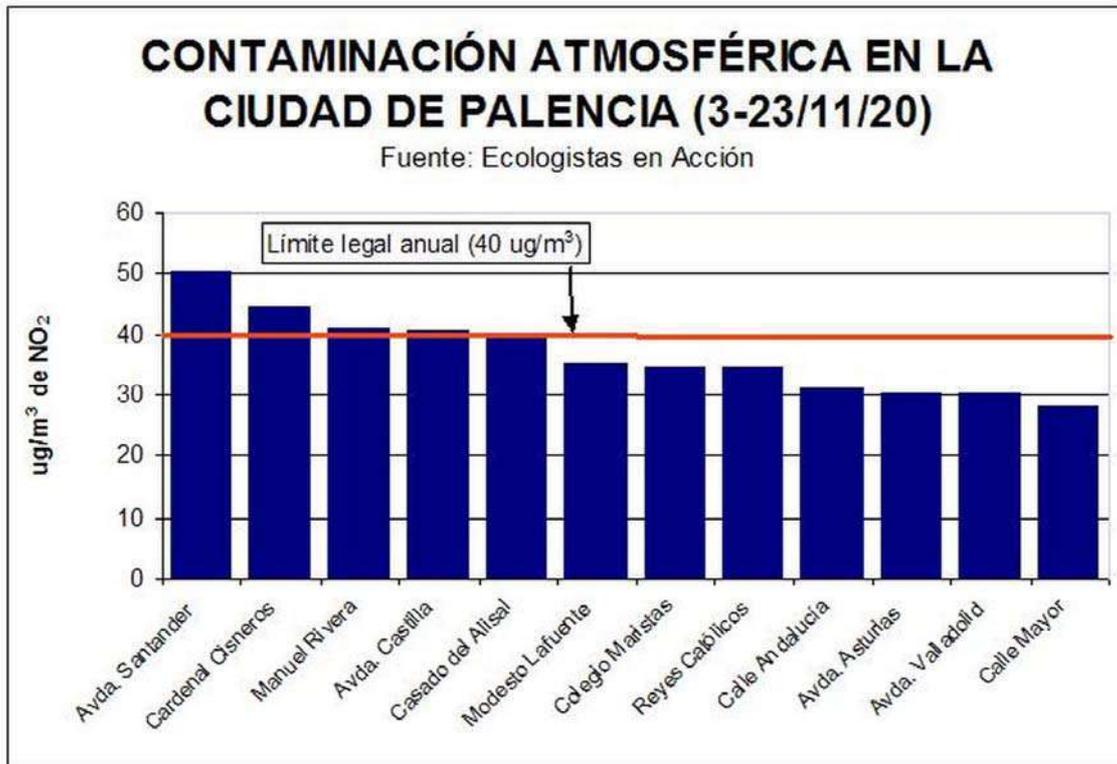
En **Burgos, León, Palencia y Segovia** también se ha rebasado el valor límite anual. Se han registrado 53 µg/m³ en la Avenida Padre Claret de Segovia, 51 µg/m³ en la Avenida de Santander de Palencia, 44 µg/m³ en la Glorieta de Pinilla de León (desde donde en 2008 se desplazó la estación oficial a su ubicación actual) y 42 µg/m³ en la Calle Vitoria de Burgos (donde hasta 2006 estuvo instalada la estación oficial).

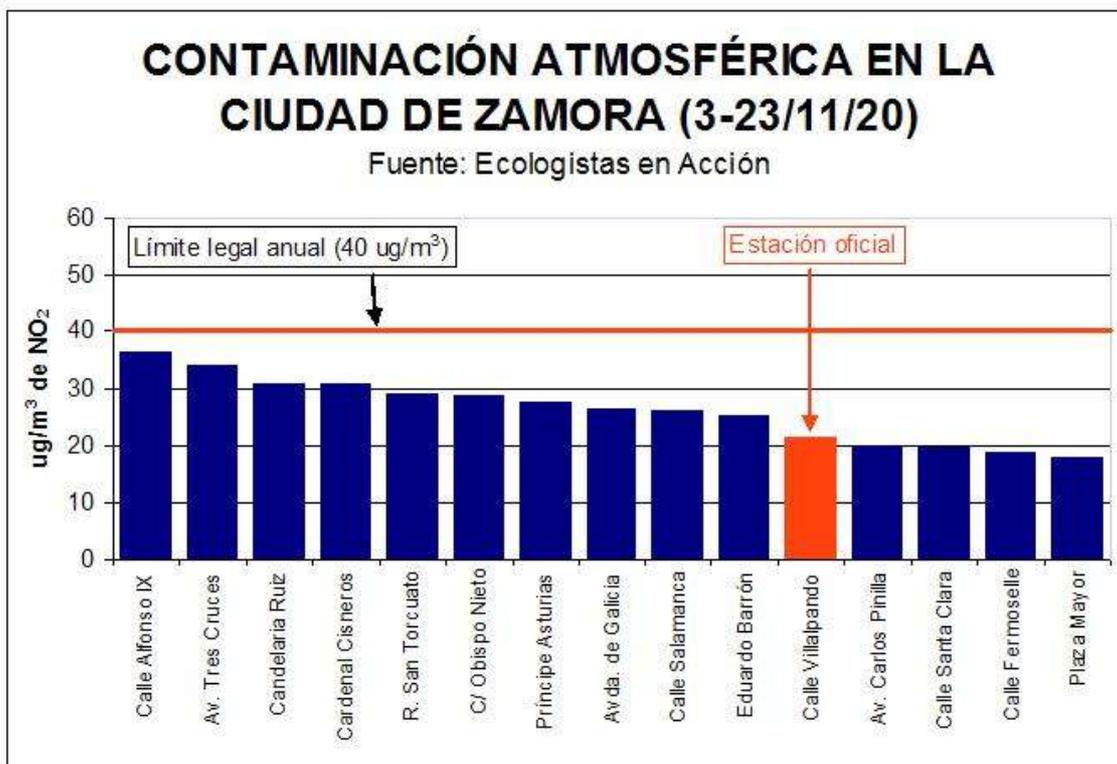
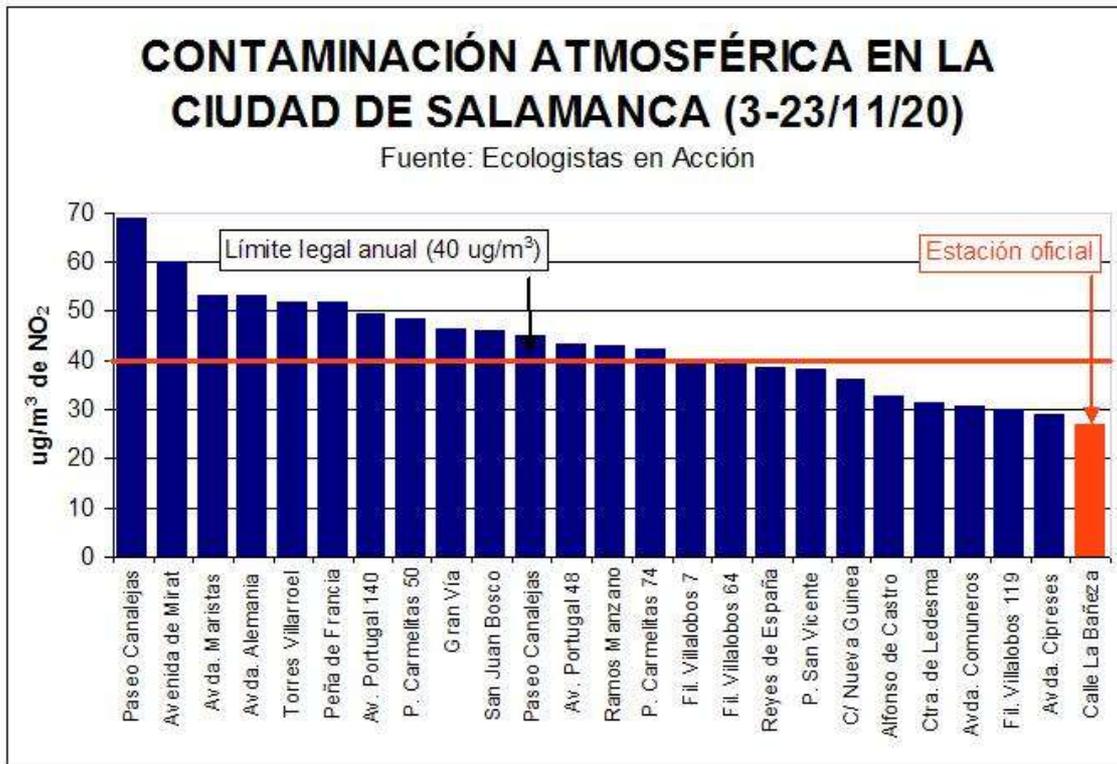
La ciudad de **Zamora** es la única de las analizadas donde ninguno de los puntos ha superado 40 µg/m³. Su valor más alto se registra en la Calle Alfonso IX, con 36 µg/m³, frente a los 21 µg/m³ del medidor de la estación oficial, situado en la Calle Villalpando, que apenas tiene tráfico motorizado.

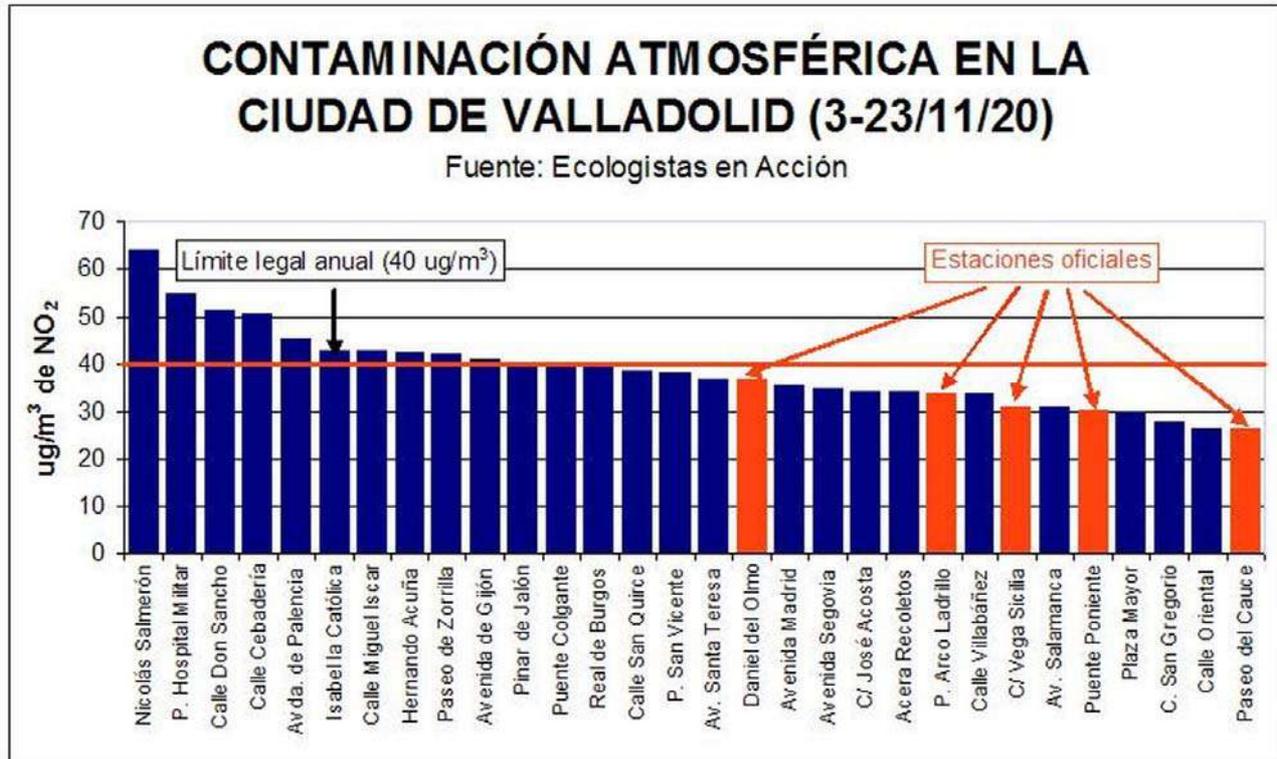
Gráficos

A continuación se muestran los gráficos desgranados por ciudades, destacando el valor límite anual y el nivel registrado en las estaciones de medición oficiales.









Mapas de NO₂

En los mapas de cada ciudad quedan reflejadas las zonas de mayor y menor contaminación, por NO₂, indicadas por el código de colores y los umbrales mensuales manejados por el visor de calidad del aire del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico¹⁹.

¹⁹ <https://sig.miteco.gob.es/calidad-aire/>.









Comparativa con resultados oficiales

Salvo en la ciudad de Palencia, donde el tubo de la estación oficial fue retirado, en la tabla se ven los datos de las estaciones oficiales, correspondientes al mismo periodo de tiempo, del 3 al 23 de noviembre de 2020, comparados con los obtenidos en el laboratorio de 4Sfera:

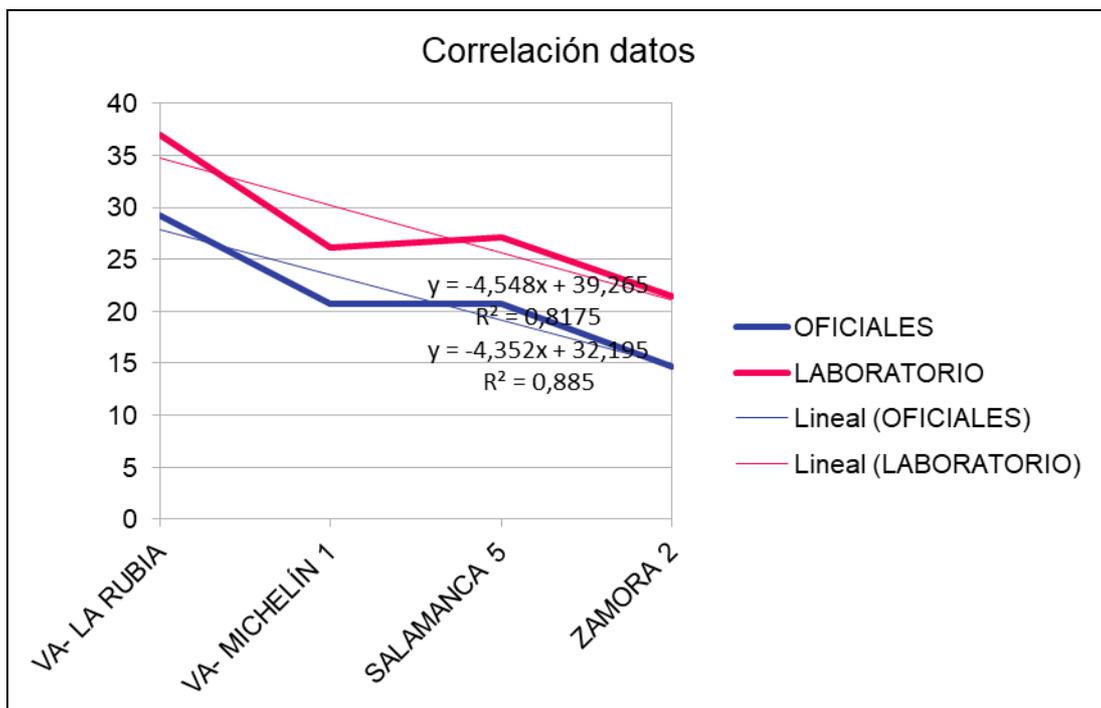
ESTACIONES	DATOS OFICIALES	DATOS LABORATORIO	DESVIACIÓN
	NO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	%
BURGOS 1	20,03	26,29	31,25
LEÓN 1	26,54	28,36	6,86
PALENCIA 3	12,20	Sin dato	-
SALAMANCA 5	20,75	27,06	30,43
SEGOVIA 2	12,41	16,17	30,28
VALLADOLID 11	33,11	33,81	2,12
VALLADOLID 15	29,18	36,91	26,49
MICHELÍN 1 (VA)	20,68	26,16	26,50
VALLADOLID 14*	30,68	30,16	Datos insuficientes
VALLADOLID 13*	39,45	31,06	Datos insuficientes
ZAMORA 2	14,65	21,45	46,40
MEDIA VALLADOLID	27,66	32,29	16,67

* porcentaje de datos horarios válidos inferior al 90% en el periodo considerado

La media para Valladolid se ha calculado teniendo en cuenta las 3 estaciones con más del 90% de datos horarios oficiales disponibles en el periodo considerado.

Los valores obtenidos en los medidores pasivos tienen una incertidumbre habitual del -5% al +[10-15]%. En esta ocasión no se han ajustado los datos recogidos, porque aunque sí es visible que hay una sobreestimación ésta es bastante constante en los puntos donde podemos comparar.

En el gráfico inferior se refleja la correlación de datos, considerando únicamente los valores de las estaciones con más de 90% de datos horarios oficiales válidos y en las que los dosímetros se colocaron a distancia inferior a un metro del tubo de aspiración.



Conclusiones

1. Es fundamental **reducir la contaminación** atmosférica en las ciudades de Castilla y León, ya que la misma causa cada año cerca de un millar de muertes por exposición al dióxido de nitrógeno, las partículas y el ozono, según demuestran los estudios del Instituto de Salud Carlos III (ISCIII) y el Instituto de Salud Global (ISGlobal).
2. Resulta necesaria una **mejora de la información** sobre la calidad del aire que respiramos, complementando la proporcionada por las estaciones oficiales de medición con **mapas** de concentración y con **campañas** de medición específicas, como la realizada por Ecologistas en Acción, que deberían estar desarrollando las Administraciones públicas.
3. A pesar de a) las condiciones meteorológicas del periodo muestreado, con precipitaciones durante varios días que hacen que se limpie el aire y b) el toque de queda impuesto en la Comunidad, que disminuye el tráfico motorizado, los valores obtenidos rebasan el valor límite anual de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 en varios puntos de seis de las ciudades del estudio. **Por lo tanto, la calidad del aire en las principales ciudades de Castilla y León no es adecuada, perjudicando la salud de su millón de habitantes²⁰.**
4. Los valores de concentración de dióxido de nitrógeno medidos en las estaciones oficiales están entre los más bajos de los puntos analizados, situándose como los menores en tres ciudades. En Palencia no se pudo medir el punto correspondiente a su estación, pero el dato oficial arroja un valor muy inferior al resto de puntos ($12,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Esto demuestra que **la ubicación de las estaciones incumple** con el primer y principal criterio marcado por la Directiva 2008/50/CE y el Real Decreto 102/2011 que obliga a colocar los medidores oficiales en “las áreas situadas dentro de las zonas y aglomeraciones que registren las concentraciones más altas a las que la población puede llegar a verse expuesta”.
5. La reubicación de las estaciones de medición que se produjo en la primera década de este siglo no se justificaba a la vista de los resultados obtenidos, ya que los emplazamientos teóricamente orientados al tráfico dan valores de contaminación más bajos respecto a las vías con más circulación analizadas. **Los valores oficiales de concentración de dióxido de nitrógeno registrados por Junta de Castilla y León y Ayuntamiento de Valladolid no reflejan la contaminación más elevada a la que se ve expuesta la población.**
6. Existe una clara correlación entre los niveles de contaminación por NO_2 y las zonas de más tráfico de las ciudades analizadas, pudiendo por lo tanto atribuir en ellas **el origen principal de este contaminante a la emisión de gases de combustión de vehículos a motor**, de manera coherentes con los estudios realizados sobre tráfico y calidad del aire.

20 935.725 habitantes empadronados en las ciudades de estudio a 1 de enero de 2020. <https://ine.es/>

7. Muchos de los puntos que registran altos valores de **contaminación** se corresponden con **zonas sensibles**, como centros educativos y sanitarios, situados cerca de vías con alta densidad de tráfico, lo que hace más perentoria la adopción de medidas de reducción drástica del tráfico en el entorno de estos lugares para preservar la salud de las niñas y niños y de las personas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares. En contraste, las zonas con mejor calidad del aire corresponden a espacios peatonalizados o con baja circulación de automóviles, demostrando que el margen de mejora es muy elevado.

8. Por todo lo expuesto, es necesario que la Junta de Castilla y León y los ayuntamientos tomen medidas para, primero, **reflejar de forma fiable la calidad del aire** que se respira en las ciudades de Castilla y León, y, segundo, promover sistemas de movilidad como el tránsito peatonal, la bicicleta y el transporte público que **restringan el tráfico motorizado** urbano con el fin de disminuir la contaminación que se deriva del mismo. La obligación legal de que todas las ciudades de más de 50.000 habitantes implanten antes de 2023 zonas de bajas emisiones para reducir la circulación de vehículos contaminantes es una oportunidad de mejora de la calidad del aire y de la vida ciudadana.

Fuentes utilizadas

- Ecologistas en Acción <https://www.ecologistasenaccion.org/>
- Organización Mundial de la Salud (OMS/WHO) <https://www.who.int/>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico <https://www.miteco.gob.es>
- Agencia Europea de Medioambiente (AEMA) www.eea.europa.eu/
- Instituto de Salud Global Barcelona <https://www.isglobal.org/>
- World Economic Forum <https://es.weforum.org>
- Red de Estaciones de la Junta de Castilla y León <http://servicios.jcyl.es/esco/index.action>
- Red de Control de la Contaminación Atmosférica del Ayuntamiento de Valladolid (RCCAVA) <https://www.valladolid.es/es/rccava>
- https://www.umad.de/infos/cleanair13/pdf/full_480.pdf
- Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo <http://www.ceam.es>
- Instituto de Salud Carlos III <https://www.isciii.es>
- Boletín Oficial del Estado <https://www.boe.es>
- 4Sfera <http://4sfera.com/>
- Plataforma València per l'aire <https://valenciaperl'aire.org/>
- Sistema de información sobre contaminación acústica <http://sicaweb.cedex.es/>
- Atlas Climático <http://agroclimap.aemet.es/#>
- Instituto Nacional de Estadística <https://ine.es/>

ANEXO 1: TABLAS DE RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO EN CASTILLA Y LEÓN

BURGOS			
Lugar	Concentración $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Lugar	Concentración $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Plaza Lavaderos (Estación)	26,29	C/ Felipe de Abajo	-
C/ Vitoria 192	41,88	Plaza del Cid	-
C/ San Juan de Ortega, 20	27,23	C/ Laín Calvo	25,46
C/ María Amigo (biblio)	26,81	C/ Miranda	29,54
C/ Vitoria, 1	31,46	Parque San Agustín (C/ Madrid)	28,22
C/ Esteban S. de Alvarado	31,07	Bulevar	25,58
Avda. Islas Baleares (HUBU)	34,8	C/ Martínez del Campo	23,36
C/ Pozanos	24,79	Paseo de la Isla, Glorieta Plaza Castilla	24,45
Avda. Reyes Católicos	29,71	C/ Serramagna	23,36
C/ Obdulio Fernández	28,87	C/ Teresa de Cartagena Saravia	18,48
Avda. Cantabria – C/ Victoria	-	Puente C/ Las Rebolledas	21,29
La Quinta (Ctra Madrid-Irún)	-	C/ Parralillos	18,31
Avda. Del Cid	-		

* No se pudieron analizar los dosímetros por error en su colocación.

LEÓN			
Lugar	Concentración µg/m³	Lugar	Concentración µg/m³
Carrefour	31,26	La Lastra	27,41
Plaza de toros	38,31	Puente Castro	21,59
Rotonda Pinilla	44,2	Papalaguinda	26,34
Antibióticos	28,54	Correos	33,04
Palomera C/ Los Robles	23,42	La Serna, Villaobispo	32,51
Hospitales	27,79	Padre Isla, FEVE	40,79
Catedral (trasera)	24	Avda San Ignacio de Loyola, ESTACIÓN	28,36
C/ Ramón y Cajal (frente parada taxis)	34,86	San Mamés 48	33,01
C/ Ancha	23,98	C/ Azorín 10	25,49
Condesa	37,28	A López Núñez	41,99
Teatro Emperador	40,82	Avda Real	23,43
C/ Virgen Blanca	27,39	MUSAC	32,35
Jose Aguado	29,16		

PALENCIA			
Lugar	Concentración µg/m³	Lugar	Concentración µg/m³
Parque Cacaravilla (Estación)	-	Avda. C. Cisneros, 29	44,59
Avda Asturias, 23	30,46	C/ Andalucía, 36	31,33
Avda. Valladolid (LECRAC)	30,22	Avda. Reyes Católicos	34,64
Avda Santander, 34	50,56	Avda. Cuba, 30	-
Avda. Casado del Alisal	39,77	Avda. Castilla 47-49	40,76
Manuel Rivera, 3	41,21	Avda. M Lafuente 9	35,18
C/ Burgos, 4	-	C/ Mayor, 10	28,14
Colegio Marista	34,71		

* dosímetros no analizados

SEGOVIA			
Lugar	Concentración µg/m³	Lugar	Concentración µg/m³
C/ de las Nieves (CEIP Martín Chico) ESTACIÓN OFICIAL	16,17	Avda Vicente Aleixandre (Barrio Nueva Segovia)	26,56
C/ San Marcos	29,76	C/ Cronista Enríquez (Albuera)	26,78
Ezequiel González (Estación Bus)	40,38	Avda. Padre Claret	52,9
C/ Conde Sepúlveda (Santo Tomás)	47,07	C/ San Gabriel (Cuesta de la Zorra)	38,41
C/ Blanca de Silos (UVa)	36,61	Plaza Azoguejo	33,9
C/ Gral Gutiérrez Mellado (CEIP Villalpando)	29,1	C/ de San Agustín (Quintanar)	29,59
Avda Constitución (CEIP San José)	31,69	Plaza Mayor	23,97
C/ Guadarrama (Polígono El Cerro)	25,63		

SALAMANCA			
Lugar	Concentración µg/m³	Lugar	Concentración µg/m³
Paseo Canalejas, 169 (Facultad Educación)	68,85	Gran Vía, 24	46,48
Paseo Canalejas, 139 (Calasanz)	44,81	Avda. Dr. Ramos del Manzano (facultad Derecho)	43,14
Paseo Canalejas, 38-54 (San Juan Bosco)	46,07	Ctra. De Ledesma 32-52	31,43
Avda de Portugal, 140	49,76	Avda. De los Comuneros, 27	30,89
Paseo Carmelitas, 50 (CEIP Juan Jaén)	48,63	C/ de la Nueva Guinea s/n (CEIP)	36,3
Paseo Carmelitas 74, (Hospital Santísima Trinidad)	42,32	Avda de los Cipreses s/n (CEIP)	28,94
Paseo San Vicente 182 (hospital Universitario)	38,1	C/ Alfonso de Castro, 10	32,65
Avda. De los Maristas, 12- 16	53,23	Avda. De Portugal 48-58	43,3
Avda. Filiberto Villalobos, 119 (Facultad ciencias ambientales)	30,19	Paseo del Dr. Torres Villarreal 42-44 (cines Van Dick, antigua estación)	53,01
Paseo de Torres Villarreal, 16	52,06	Av de los Reyes de España, 3	38,61
C/ Peña de Francia, 46 (Escuela oficial idiomas)	51,8	C/ La Bañeza, 2 (Salamanca 5)	27,06
Avda. Filiberto Villalobos, 64 (centro de salud)	39,56	Avda. De Mirat, 28	59,83
Avda. Filiberto Villalobos, 7 (Escuela arte)	39,77		

VALLADOLID			
Lugar	Concentración µg/m³	Lugar	Concentración µg/m³
Avda Zamora, 2-4, pinar jalón	40,09	Avda. Gijón 14	41,12
Arco ladrillo, 75 (AV MADRID)	35,47	Acera Recoletos	34,02
Avda Segovia, 133	34,57	C/ Miguel Iscar, 2	43,09
Paseo San Vicente, 21	38,38	Plaza Mayor	29,83
Calle Villabáñez 27	33,67	C/ Cebadería	50,61
Calle Don Sancho, 15	51,37	C/ San Quirce, 7	38,68
Calle Nicolás Salmerón, 12	63,91	Sta Teresa (convento)	37,05
Calle del Puente Colgante	39,98	Cadenas de San Gregorio	27,9
Paseo del Hospital Militar	54,93	C/ Real de Burgos, 8	39,38
Calle Oriental	26,23	Avenida Palencia, 33	45,44
Avenida Salamanca	30,91	Estación Arco Ladrillo II	33,81
Calle José Acosta	34,21	Estación Vega Sicilia	31,06
C/ Hernando de Acuña 6	42,47	Estación la Rubia	36,91
Paseo de Zorrilla 15	42,26	Estación Poniente	30,16
Avda. Isabel la Católica	43,11	Estación Michelín 1	26,16

ZAMORA			
Lugar	Concentración µg/m³	Lugar	Concentración µg/m³
Cardenal Cisneros, 33	30,7	Ronda de San Torcuato, 14	29,06
Avda Carlos Pinilla	19,84	Príncipe de Asturias, 8	27,47
C/ Candelaria Ruiz del árbol	30,82	Plaza Eduardo Barrón (antigua estación)	25,32
C/ de Salamanca	26,22	C/ Santa Clara, 18	19,43
C/ Feroselle, 13	19,02	Plaza Mayor	17,77
C/ Obispo Nieto, 29	28,7	Alfonso IX, 7	36,4
Avda. Galicia, 61	26,41	Avda Tres Cruces, 19	34,29
C/ Villalpando (ESTACIÓN)	21,45		