



Dirección General de Calidad Ambiental y Recursos Hídricos

Exp: AIRE/0707/2022
Ref: jmi

INFORME DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA RIOJA. 2021

El objeto de este informe es ofrecer una visión global de la calidad del aire de La Rioja en 2021. Igualmente ofrece este informe, una descripción de cómo se realiza la evaluación y la gestión de la calidad del aire en La Rioja desde la Dirección General de Calidad Ambiental y Recursos Hídricos.

La evaluación que se presenta en este informe ha sido elaborada por el personal técnico responsable de la red de calidad del aire de La Rioja adscrito a la Dirección General de Calidad Ambiental y Recursos Hídricos de la Consejería de Sostenibilidad, Transición Ecológica y Portavocía de Gobierno.

Los resultados de la presente evaluación de la calidad del aire en 2021 se realizan con anticipación a los que serán notificados a la Comisión Europea en septiembre de 2022 a través del informe de evaluación nacional del MITERD.

Contenidos

INFORME DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA RIOJA. 2021	1
1 RESUMEN EJECUTIVO	3
2 INTRODUCCIÓN	6
2.1 Marco normativo	6
2.2 Marco competencial y organizativo.....	10
3 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN.....	11
3.1 La red de vigilancia de calidad del aire de la Rioja.....	11
3.2 Criterios de representatividad de las estaciones.....	12
3.3 Evaluación mediante mediciones fijas.....	13
3.4 Evaluación mediante mediciones representativas	14
3.5 Modelización y biomonitorización de metales pesados.....	14
3.6 Predicción de episodios africanos.....	14
3.7 Agencia Europea del Medio Ambiente	17
3.8 Información al público de la calidad del aire en La Rioja	20
3.9 Costes de instalación, mantenimiento y operación.....	20
4 LA RED DE CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE	21
4.1 Descripción de las actividades	21
4.2 Aseguramiento de la Calidad de la Red de Control y Vigilancia	22
5 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA RIOJA.....	23
5.1 Calidad de los datos	24

5.2	Dióxido de azufre	25
5.3	Óxidos de nitrógeno.....	27
5.4	Partículas.....	29
5.5	Ozono.....	31
5.6	Monóxido de carbono.....	33
5.7	Benceno	34
6	EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	35
6.1	Efectos en la salud.....	35
6.2	Efectos en la vegetación.....	39
7	FUENTES DE EMISIÓN.....	40
8	REFERENCIAS	42

Agradecimientos

La evaluación de la calidad del aire de La Rioja, no podría haberse realizado sin la fundamental información y colaboración con el Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico, así como otros organismos y entidades que actúan en la modelización de la contaminación atmosférica como AEMET, CSIC o el Barcelona Supercomputing Center (BSC).

1 RESUMEN EJECUTIVO

Una de las funciones de la Dirección General de Calidad Ambiental y Recursos Hídricos es evaluar la calidad del aire de La Rioja, además, a este cometido se unen las funciones de planificación de actuaciones para la reducción de la contaminación y velar por el cumplimiento de la normativa de limitación de emisiones.

El seguimiento de la calidad del aire se realiza con la medición en continuo de los principales contaminantes atmosféricos desde cinco estaciones distribuidas por el territorio de la Comunidad Autónoma. Los datos de concentración de contaminantes son validados en el centro de gestión de información de calidad del aire ubicado en la Dirección General de Calidad Ambiental, desde donde se transmite prácticamente en tiempo real la información al MITERD, y este a su vez a la Comisión Europea para puesta a disposición de los ciudadanos y a otros organismos como AEMET o el BSC. Igualmente, esta información sobre el estado de la calidad del aire también es puesta a disposición pública a través de la página web del Gobierno de La Rioja.

El seguimiento y evaluación de la calidad del aire pretende el cumplimiento de los objetivos establecidos en la normativa nacional y europea en especial la derivada de:

- Directiva 2008/50/CE relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa.
- Directiva 2004/107/CE relativa al arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente.
- Directiva (UE) 2015/1480 por la que se modifican varios anexos de las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en los que se establecen las normas relativas a los métodos de referencia, la validación de datos y la ubicación de los puntos de muestreo para la evaluación de la calidad del aire ambiente.

Durante el mes de febrero se realiza un primer informe de evaluación del año precedente (Informe de avance) el cual es completado en mayo una vez conocida la información del MITERD sobre los episodios de intrusiones saharianas de partículas PM10, así como los resultados de las modelizaciones de metales pesados e hidrocarburos.

En términos generales, podemos hablar de un cumplimiento de los objetivos de la calidad del aire durante el año 2021 y que a pesar de que durante ese año no ha habido restricciones a la movilidad por la COVID-19, continua con un descenso en las concentraciones de contaminantes especialmente en la aglomeración urbana, posiblemente, debido a las menores emisiones procedentes del tráfico urbano y periurbano.

Sin menos cabo del empeoramiento de la calidad del aire, cabe señalar que los episodios de intrusiones de partículas saharianas, por su carácter natural e inerte, son descontados tanto como

días de superación de valores límite de partículas, así como en la determinación de la media anual de partículas PM10.

En la siguiente tabla se muestran los gráficos representativos de la calidad del aire tanto en periodo medio anual como en los episodios horarios expresados según los umbrales del índice nacional de calidad del aire.

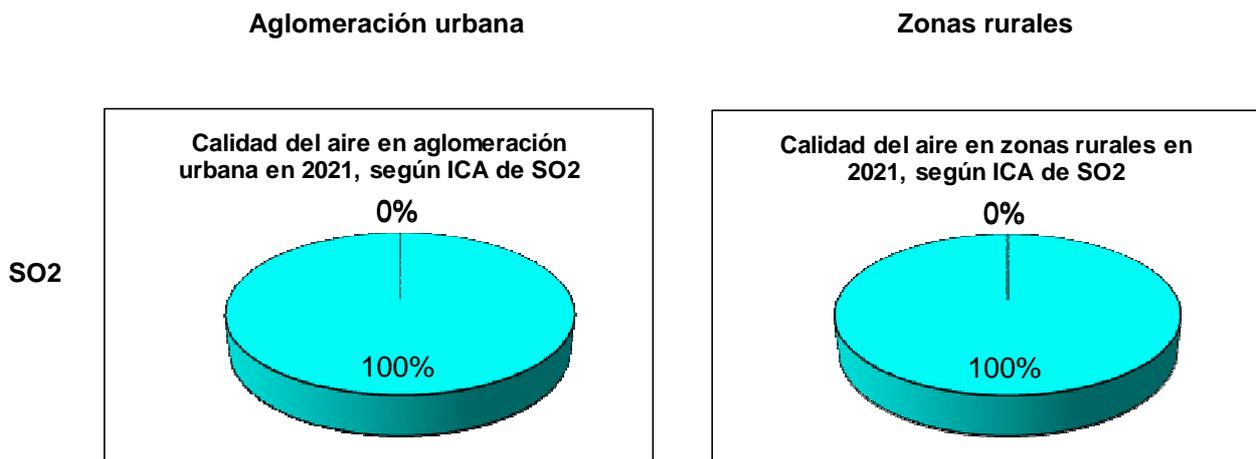
Como podemos observar más del 97% del tiempo la calidad del aire estuvo en una situación buena o razonablemente buena en zonas urbanas mientras que las situaciones desfavorables se quedaron en un 3 % de los casos, concretamente debido a intrusiones de partículas procedentes del Sáhara.

En el entorno rural el porcentaje de situaciones desfavorables fue del 7%, generalmente por episodios de intrusiones saharianas (5%) y partículas inertes procedentes de la actividad agraria, caminos o actividades extractivas (2%). Por otra parte, el tiempo en una situación de buena calidad del aire o razonablemente buena superó el 93 %.

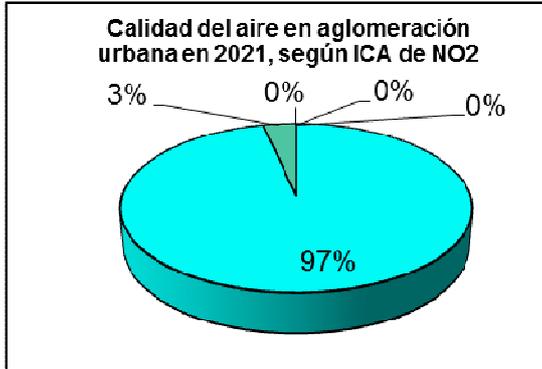
En cuanto a la gestión de la red de vigilancia todos los objetivos de calidad de datos se cumplieron (90 % datos válidos), concretamente los parámetros más desfavorables alcanzaron el 93,8 % de datos válidos en las mediciones en continuo.

Por otra parte, en cuanto a la gestión de la Red se completó la implantación de un sistema de garantía de calidad de la Red Vigilancia y Control de Calidad de Datos basado en la UNE EN ISO 17025: 2017 en la estación de La Cigüeña.

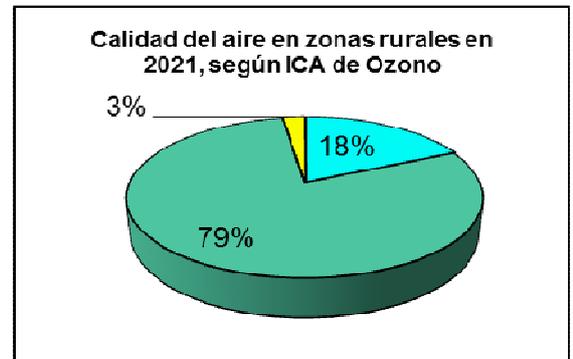
Tabla 1. *Calidad del aire en La Rioja 2021 según Índice Nacional de Calidad del Aire*



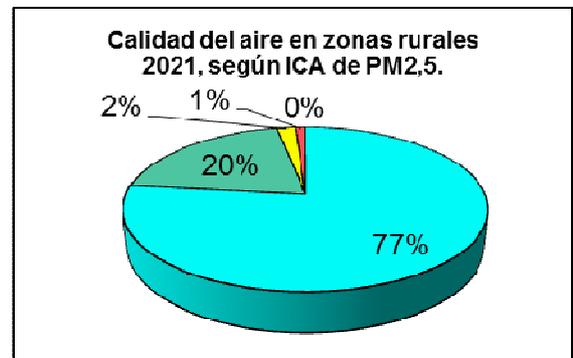
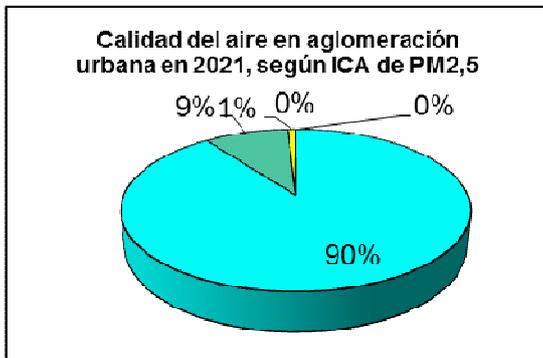
NO2



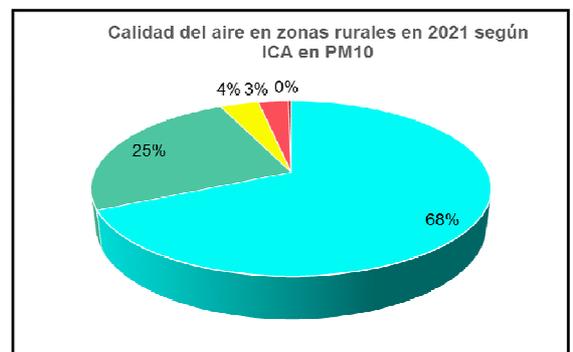
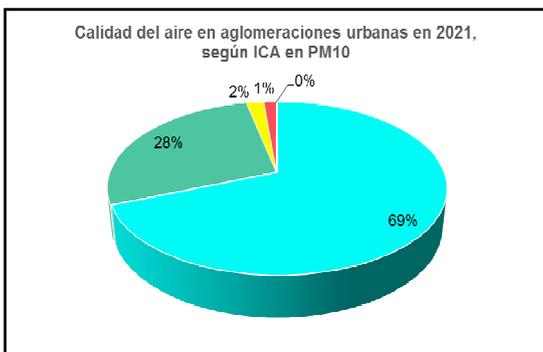
O3



PM2,5



PM10 (*)



(*) sin descuento de intrusiones Saharianas

SO ₂		PM _{2,5}		PM ₁₀		O ₃		NO ₂		CATEGORÍA DEL ÍNDICE
0	100	0	10	0	20	0	50	0	40	BUENA
101	200	11	20	21	40	51	100	41	90	RAZONABLEMENTE BUENA
201	350	21	25	41	50	101	130	91	120	REGULAR
351	500	26	50	51	100	131	240	121	230	DESFAVORABLE
501	750	51	75	101	150	241	380	231	340	MUY DESFAVORABLE
751-1250		76-800		151-1200		381-800		341-1000		EXTREMADAMENTE DESFAVORABLE

Figura 1. Índice nacional de calidad del aire, unidades de rango en µg/m³

2 INTRODUCCIÓN

2.1 Marco normativo

2.1.1 Normativa europea

La normativa europea sobre calidad del aire en vigor viene representada por las siguientes normas:

- **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.

Sustituye a la antigua Directiva Marco sobre calidad del aire, así como a las tres primeras Directivas Hijas:

- Directiva 96/62/CE del Consejo, de 27 de septiembre de 1996, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente (antigua Directiva Marco).
- Directiva 1999/30/CE del Consejo de 22 de abril de 1999 relativa a los valores límite de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente (1ª Directiva Hija).

- Directiva 2000/69/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de noviembre de 2000, sobre los valores límite para el benceno y el monóxido de carbono en el aire ambiente (2ª Directiva Hija).
- Directiva 2002/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de febrero de 2002, relativa al ozono en el aire ambiente (3ª Directiva Hija).

La Directiva 2008/50/CE, de 21 de mayo de 2008 introdujo regulaciones para nuevos contaminantes, como las partículas de tamaño inferior a 2,5 µm, así como nuevos requisitos en cuanto a la evaluación y los objetivos de calidad del aire, teniendo en cuenta las normas, directrices y los programas correspondientes a la Organización Mundial de la Salud.

- **Directiva 2004/107/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa al arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente. También conocida como 4ª Directiva Hija, es la única norma derivada de la Directiva Marco original que sigue en vigor. Establece valores objetivo para el arsénico, el cadmio, el níquel y el benzo(a)pireno, en representación de los hidrocarburos aromáticos policíclicos o HAPs, entendidos como la concentración en el aire ambiente fijada para evitar, prevenir o reducir los efectos perjudiciales de dichos contaminantes en la salud humana y el medio ambiente en su conjunto, que debe alcanzarse en lo posible durante un determinado período de tiempo.
- **Directiva 2015/1480/UE**, de la Comisión, de 28 de agosto de 2015, por la que se modifican varios anexos de las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en los que se establecen las normas relativas a los métodos de referencia, la validación de datos y la ubicación de los puntos de muestreo para la evaluación de la calidad del aire ambiente.

Esta Directiva, que modifica los anexos I, III, VI y IX de la Directiva 2008/50, de 21 de mayo de 2008, establece normas relativas a los métodos de referencia, validación de datos y ubicación de los puntos de medición para la evaluación de la calidad del aire ambiente.

- **Decisión de ejecución de la Comisión 2011/850/UE, de 12 de diciembre de 2011**, por la que se establecen disposiciones para las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en relación con el intercambio recíproco de información y la notificación sobre la calidad del aire ambiente.

Establece que los Estados miembros facilitarán a la Comisión Europea la información sobre el sistema de evaluación que debe aplicarse en el año civil siguiente respecto a cada contaminante en zonas y aglomeraciones. Se aplica desde el 1 de enero del 2014, y deroga a partir de esa fecha:

- La Decisión del Consejo 97/101/CE, de 27 de enero de 1997 por la que se establece un intercambio recíproco de información y datos de las redes y estaciones aisladas de medición de la contaminación atmosférica en los Estados miembros,
- La Decisión de la Comisión 2004/224/CE, de 20 de febrero de 2004, por la que se establecen las medidas para la presentación de información sobre los planes o programas previstos en la Directiva 96/62/CE del Consejo en relación con los valores límite de determinados contaminantes del aire ambiente,
- Y la Decisión de la Comisión 2004/461/CE, de 29 de abril de 2004, relativa al cuestionario que debe utilizarse para presentar información anual sobre la evaluación de la calidad del aire ambiente de conformidad con las Directivas 96/62/CE y 1999/30/CE del Consejo y con las Directivas 2000/69/CE y 2002/3/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

2.1.2 Normativa nacional

La normativa estatal española sobre calidad del aire en vigor comprende las siguientes normas:

- **Ley 34/2007**, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera. Esta Ley actualiza la base legal para los desarrollos relacionados con la evaluación y la gestión de la calidad del aire en España y tiene como fin último el de alcanzar unos niveles óptimos de calidad del aire para evitar, prevenir o reducir riesgos o efectos negativos sobre la salud humana, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza. Mediante la misma se habilita al gobierno a definir y establecer los objetivos de calidad del aire y los requisitos mínimos de los sistemas de evaluación de la calidad del aire y sirve de marco regulador para la elaboración de los planes nacionales, autonómicos y locales para la mejora de la calidad del aire.
- **Real Decreto 102/2011**, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire. Esta norma transpone al ordenamiento jurídico español el contenido de la Directiva 2008/50/CE, de 21 de mayo de 2008 y la Directiva 2004/107/CE, de 15 de diciembre de 2004.

La norma tiene como finalidad evitar, prevenir y reducir los efectos nocivos de las sustancias mencionadas sobre la salud humana, el medio ambiente en su conjunto y demás bienes de cualquier naturaleza.

Este Real Decreto fue modificado posteriormente por:

- El **Real Decreto 678/2014**, de 1 de agosto, por el que se modifica el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, para modificar los objetivos de calidad del sulfuro de carbono establecidos en la disposición transitoria única,

- y por el **Real Decreto 39/2017**, de 27 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, para transponer al ordenamiento jurídico español la Directiva 2015/1480, que establece normas relativas a los métodos de referencia, validación de datos y ubicación de los puntos de medición para la evaluación de la calidad del aire ambiente e incorpora los nuevos requisitos de intercambio de información establecidos en la Decisión 2011/850/UE.
- Orden **TEC/351/2019**, de 18 de marzo, por la que se aprueba el Índice Nacional de Calidad del Aire.¹

La Orden configura el Índice Nacional de Calidad del Aire (ICA) siguiendo las directrices del índice europeo («Air Quality Index»), que fue puesto en marcha en noviembre de 2017 por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) y la Comisión Europea. El ICA permite a los usuarios comprobar la calidad actual del aire en ciudades y regiones de toda Europa.

El Índice Nacional ayuda a representar la calidad del aire a nivel nacional de una manera fácilmente entendible por los ciudadanos, por lo que contribuye al acceso del público a dicha información ambiental de una manera clara. Asimismo, permite la comparación de la calidad del aire entre diferentes regiones, por cuanto los indicadores utilizados por los gestores de las redes regionales y locales de España de calidad del aire son muy heterogéneos y, a la vez, puede servir de referencia a dichos gestores para la definición de sus propios índices. Finalmente, el índice también facilita el intercambio de información con la Unión Europea.

El visor de ICA² refleja de una manera sencilla el estado de la calidad del aire con una actualización horaria a medida que la red de calidad del aire de la rioja va reportando datos de las mediciones de sus estaciones. Dicha información es enviada a través de internet a la base de datos del Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO). Los valores del ICA están referido a cinco contaminantes: partículas en suspensión (PM₁₀ y PM_{2,5}), ozono troposférico (O₃), dióxido de nitrógeno (NO₂) y dióxido de azufre (SO₂). Los datos en tiempo real se pueden completar, cuando es necesario, con técnicas de modelización. En función de los valores registrados para cada uno de los contaminantes, se establecen cinco niveles de calidad del aire (bueno, razonablemente bueno, regular, desfavorable, muy desfavorable o extremadamente desfavorable), véase la tabla 2.

¹ Modificado el Anexo de la Orden TEC/351/2019 por resolución de 2 de septiembre de 2020, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental.

² <https://www.ica.miteco.es/>

2.2 Marco competencial y organizativo.

La autoridad competente para evaluar la calidad del aire en La Rioja es la Dirección General de Calidad Ambiental y Recursos Hídricos inscrita en la Consejería de Sostenibilidad, Transición Ecológica y Portavocía de Gobierno en La Rioja. En materia de calidad del aire esta dirección general tiene atribuidas las siguientes funciones:

- Designar los órganos competentes, laboratorios, institutos u organismos técnico-científicos, encargados de la aplicación de las normas sobre calidad del aire ambiente y, en particular, de la garantía de la exactitud de las mediciones y de los análisis de los métodos de evaluación.
- Realizar en su ámbito territorial la delimitación y clasificación de las zonas y aglomeraciones en relación con la evaluación y la gestión de la calidad del aire ambiente; así como la toma de datos y evaluación de las concentraciones de los contaminantes regulados, y el suministro de información al público.
- Adoptar las medidas necesarias para garantizar que las concentraciones de los contaminantes regulados no superen los objetivos de calidad del aire y para la reducción de dichas concentraciones, así como las medidas de urgencia para que las concentraciones de los contaminantes regulados vuelvan a situarse por debajo de los umbrales de alerta y comunicar la información correspondiente al público en caso de superación de éstos (planes de mejora de calidad del aire y planes de acción a corto plazo).
- Determinar los sistemas de medición y evaluación a partir de modelización, mediciones indicativas o sistemáticas y puntos de muestro.
- Colaborar con otras Administraciones y organismos para la reducción de la contaminación en el supuesto de que se sobrepasen los objetivos de calidad del aire fijados en un ámbito territorial superior al de una comunidad autónoma.
- Proponer, en su caso, objetivos de calidad del aire más estrictos que los fijados en la normativa nacional.

A diferencia de otras Comunidades Autónomas, el Gobierno de La Rioja no dispone en la actualidad de una unidad administrativa para la protección de la atmósfera, siendo realizadas las funciones atribuidas a la Comunidad Autónoma por el personal técnico adscrito al Servicio de Gestión y Control de Residuos.

3 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

3.1 La red de vigilancia de calidad del aire de la Rioja

La Red de Vigilancia de la calidad del aire de La Rioja (figura 2) está constituida por:

- La estación de medida de Logroño (**La Cigüeña**), que representa el estado de la calidad del aire en la aglomeración urbana de Logroño y Lardero.
- A la Red se añade desde el año 2003 la estación de **Alfaro**, de titularidad privada, que surge con motivo de la necesidad de vigilancia de la posible influencia en la calidad del aire de La Rioja Baja de las centrales de ciclo combinado situadas en Castejón.
- Bajo la misma finalidad y desde enero del año 2005, se incorporan a la Red las tres estaciones de titularidad privada para la vigilancia de la central de ciclo combinado de Arrúbal. Las estaciones se denominan "**Arrúbal**", "**Galilea**" y "**Pradejón**", de acuerdo con los municipios donde se ubican.

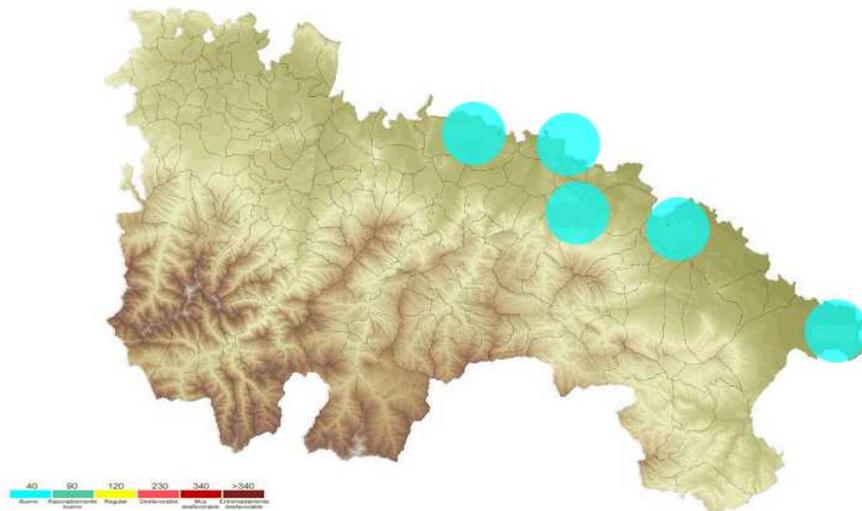


Figura 2. Estaciones de calidad del aire

En la evaluación de la calidad del aire de La Rioja participan dos zonas (figura 3 y tabla 2):

- **Aglomeración Urbana** (ES 1704): Esta zona está representada por la estación de La Cigüeña (ES1602A), ubicada en el término municipal de Logroño y es representativa de las

zonas urbanas contiguas de los municipios de Logroño y Lardero (99.93 Km²)³. La estación de La Cigüeña es una estación urbana de fondo.

- **Zona Rural (ES1705):** Esta zona está representada por las estaciones de Alfaro, Arrúbal, Galilea y Pradejón (ES1649A, ES1779A, ES1746A y ES1753A, respectivamente).

Tabla 2. Estaciones de La Rioja

ZONA	ESTACIÓN	CÓDIGO EOI	CÓDIGO LOCAL
Urbana ES1704	La Cigüeña	ES1602A	26089001
Rural ES1705	Alfaro	ES1649A	26011001
	Arrúbal	ES1779A	26019001
	Galilea	ES1746A	26066001
	Pradejón	ES1753A	26117001

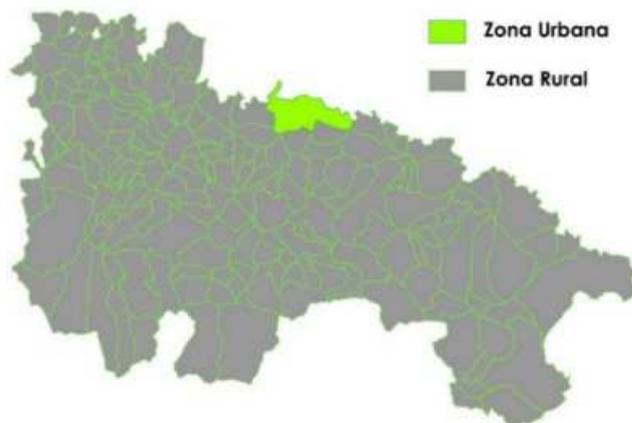


Figura 3. Mapa de La Rioja con la zonificación para la evaluación de la calidad del aire

3.2 Criterios de representatividad de las estaciones.

La aglomeración urbana de Logroño cumple con el número mínimo de puntos de muestreo para la evaluación de aglomeraciones urbanas inferiores a 250.000 habitantes cuando las concentraciones superan el umbral superior de evaluación⁴. En el caso de un solo punto de muestreo la opción óptima para evaluar la calidad del aire en una zona urbana es utilizar el punto de muestreo ubicado en el lugar de mejor representatividad contrastado con mapas de concentración. En zonas abiertas se

³ La superficie de la aglomeración de Logroño corresponde a los términos municipales de Lardero y Logroño.

⁴ De acuerdo con el Anexo IV, a) del Real Decreto 102/2011 cuando PM_{2,5} y PM₁₀ se determinan en la misma estación de medición, esta contará como dos puntos de muestreo separados. En el caso de Logroño, la concentración de partículas PM_{2,5} se sitúa por debajo del umbral de evaluación superior.

pueden encontrar ubicaciones con áreas de representatividad elevadas si se evitan máximos locales de concentración alrededor de determinados edificios.⁵

Por el contrario, la distribución de contaminantes en calles anchas con alta intensidad de tráfico es compleja existiendo máximos locales y poca representatividad.

La evaluación de los puntos de muestreo realizada por el MITECO en 2019 refleja un cumplimiento de la normativa en la aglomeración urbana de Logroño, así como en la zona rural de La Rioja.

Por otra parte, los criterios de macro implantación y micro implantación en la estación de “La Cigüeña” así como de las estaciones rurales fueron estudiados en 2017 donde se demuestra un cumplimiento de criterios, salvo en el caso del ozono en la zona urbana donde se requería un mayor alejamiento de las vías de tráfico.⁶

3.3 Evaluación mediante mediciones fijas

La estación “La Cigüeña” en la aglomeración urbana de Logroño por su ubicación y por la población a la que representa pertenece al tipo de estaciones **urbanas** de fondo. En esta estación se miden los siguientes contaminantes en continuo: **SO₂, NO, NO₂, CO, O₃, PM10, Benceno, Tolueno y Xileno**. El resto de las estaciones (Arrúbal, Galilea, Pradejón y Alfaró) representan áreas **suburbanas** o **rurales** y en ellas se miden los siguientes contaminantes en continuo: **SO₂, NO, NO₂, CO, O₃, PM10 y PM2,5**.

Las técnicas analíticas para la medición de las partículas (PM10 en todas las estaciones y PM2,5 en todas las estaciones menos en “La Cigüeña”) son absorción beta. Los datos de partículas con los que se trabaja deben tener aplicados los factores y descuentos de corrección correspondientes.

Los datos validados de la red son enviados al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, para la inclusión en las redes de vigilancia de la calidad del aire. En cuanto a los valores de referencia de fondo se han utilizado los determinados en la estación de Valderejo (Álava. 01055001_10_47) por ser la estación más próxima que reúne las condiciones de estar lo suficientemente alejada de fuentes de contaminación.

⁵ Santiago JL. Martín F. *Estudio de representatividad espacial de estaciones urbanas de calidad del aire*. CIEMAT. Madrid, 2013

⁶ Verificación de los criterios de ubicación de estaciones de calidad del aire y número mínimo de puntos de medida en La Rioja. Gobierno de la Rioja. 2017, realizado por Proymasa. <https://www.larioja.org/larioja-client/cm/medio-ambiente/images?idMmedia=958210>

3.4 Evaluación mediante mediciones representativas

Desde el año 2009 en la estación de La Cigüeña se ha medido también PM_{2,5} con muestras indicativas, mediante el método de referencia gravimétrico para el cálculo del Indicador Medio de Exposición 2,5 (IME 2,5). Las mediciones se hacen 1 de cada 3 días, obteniendo un total de 108 muestras diarias válidas.

3.5 Modelización y biomonitorización de metales pesados

El plomo y los metales pesados se evalúan a partir de los datos de la red de biomonitorización de metales pesados y mediante modelizaciones del Ministerio realizadas por el CIEMAT. No obstante, desde el órgano ambiental autonómico también se han utilizado en años anteriores la biomonitorización de metales pesados e hidrocarburos aromáticos policíclicos como técnicas de contraste con la modelización.

3.6 Predicción de episodios africanos

Se consideran episodios africanos las intrusiones saharianas o masas de aire que llegan a nuestro espacio geográfico desde África. Su origen generalmente está en las tormentas de arena formadas en el Sáhara que dan lugar a la suspensión de grandes cantidades de polvo y arena en la atmósfera que pueden moverse hasta llegar a Europa u otros lugares del planeta. Gran parte de este polvo sahariano es material particulado que se encuentra en fracciones superiores a 10 micras e inferiores PM₁₀, incluso PM_{2,5} afectando a las mediciones de estos contaminantes.

Para ver la contribución de las aportaciones procedentes de fuentes naturales a los niveles de material particulado, el MITERD, junto con el Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e desenvolvimento Regional de Portugal y la colaboración de las comunidades autónomas elaboraron una metodología para la identificación de estos episodios y el cálculo de dichas aportaciones. Dicha metodología se ha incluido en las directrices elaboradas por la Comisión Europea para la demostración y posterior sustracción de las superaciones atribuibles a fuentes naturales, según la obligación recogida en el artículo 20 de la Directiva 2008/50/CE. Por lo que, a efectos de cumplimiento de la legislación vigente, podrán descontarse las superaciones de los valores límite (anual y diario) siempre que se demuestre que dichos valores son sobrepasados por la influencia de aportaciones procedentes de fuentes naturales, que se definen, según el artículo 2.15 de la Directiva 2008/50/CE.

Como se ha visto previamente, estos episodios deben por lo tanto ser considerados en el estudio y evaluación de la contaminación atmosférica. Por ello, se realiza de forma periódica, mediante acuerdo por parte del actual MITECO con la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones

Científicas, el envío de informes⁷ con la predicción de episodios africanos que puedan afectar a los niveles de partículas en suspensión medidas en las redes de calidad del aire como el envío de informes actualizados confirmando los episodios ocurridos durante el presente año. Con ello se logra elaborar un informe anual con las aportaciones naturales que permite al Ministerio y a las Comunidades Autónomas aplicar la metodología citada en el caso de episodios de intrusiones saharianas. Para la predicción de estos episodios se utilizan diferentes modelos de simulación sobre niveles de partículas en Europa, siendo estos:

- El modelo BSC-DREAM8b v2.0 (© Barcelona Supercomputing Center)
- El modelo NMMB-MONARCH (© Barcelona Dust Forecast Center)
- El modelo SKIRON (© Universidad de Atenas)
- El modelo NAAPs (©Naval Research Laboratory (NRL), Monterey, CA.)

Es importante destacar que, España se ve en gran parte afectada por este tipo de episodios naturales debido a su cercanía al territorio africano y por ello generalmente se presentan niveles altos de partículas, que contribuyen a empeorar la calidad del aire por causas no antropogénicas. Aunque uno de los aspectos naturales más relevantes son las intrusiones de polvo del Sáhara, como se ha comentado previamente, también hay otros factores naturales como puedan ser incendios forestales (mayor repercusión en verano) o aerosoles marinos (cornisa atlántica, Canarias), entre otros.

Es el Consejo Superior de Investigaciones Científicas el encargado de identificar los episodios de aportes naturales en las diferentes regiones en las que se divide el territorio español. Estas regiones se observan en la siguiente figura:

⁷ https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/evaluacion-datos/fuentes-naturales/Prediccion_episodios_2021.aspx



Figura 4. Áreas geográficas para la identificación de episodios naturales. Fuente: MITECO

Esta identificación de intrusiones saharianas se lleva a cabo a partir de las mediciones realizadas por las estaciones de la red española EMEP/VAG/CAMP, que determinan los niveles de partículas PM10 de fondo regional, y con lo que posteriormente se realiza el procedimiento de descuento de episodios naturales por las intrusiones de masas de aire africano.

En el caso de La Rioja se toman como referencia los datos de la Estación de Valderejo (Álava) como fondo regional. Revisando los episodios ocurridos durante el año 2021 en la estación de fondo regional, cabe destacar un fuerte episodio que se dio durante el mes de febrero. A lo largo de este mes se identificaron varios eventos de intrusión de polvo africano, en los que llegaron a alcanzarse concentraciones diarias de PM10 de aproximadamente 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en algunas estaciones de medida del territorio español.

Como ejemplo claro de previsión de intrusiones saharianas y posterior confirmación por parte de los modelos de simulación, se observa para el territorio español el día 19/02/2021, con el modelo BSC-DREAM8b v2.0, el siguiente escenario

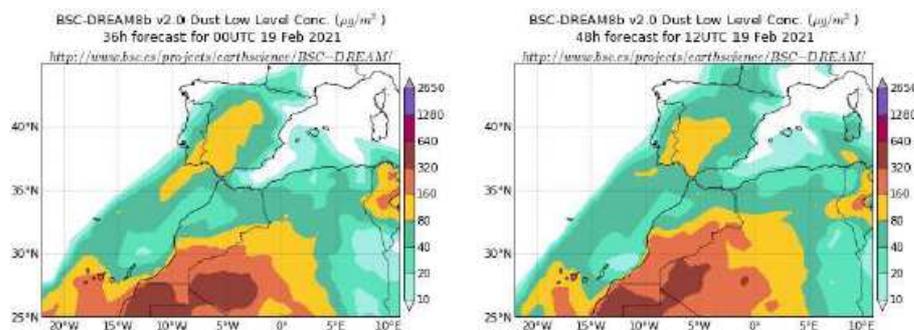


Figura 5. Concentración de polvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) predicha por el modelo BSC-DREAM8b para el día 19 de febrero de 2021. © Barcelona Supercomputing

El modelo BSC-DREAM8b v2.0 preveía la presencia de masas de aire africano sobre las islas Canarias, la Península y las islas Baleares para el día 19 de febrero. El modelo estimó concentraciones de polvo en superficie en los rangos 10-40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el noroeste de la Península y las islas Baleares, 10-80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el este y noreste peninsular, 10-160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el suroeste, sureste, centro y norte y 10-320 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para las islas Canarias.

A modo de comprobación de la previsión por el modelo, podemos ver las concentraciones reales en algunas de las estaciones de la Red de Calidad de la Rioja durante ese día en la siguiente figura. En concreto se observan concentraciones de hasta aproximadamente 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con lo que se puede verificar cierta fiabilidad de los modelos de predicción utilizados.



Figura 6. Concentraciones medidas en la Red de Calidad del Aire de La Rioja (19/02/2021)

A lo largo de este informe se tendrán en cuenta estos episodios naturales de intrusiones saharianas en los datos registrados en la Red de Calidad del Aire, descontándose las desviaciones producidas por ellos, para posteriormente comprobar si se ha producido en el año 2021 alguna superación del valor límite diario (VLD) de PM10 (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

3.7 Agencia Europea del Medio Ambiente

El Portal Europeo de Calidad del Aire (AQ)⁸ está dedicado al sistema de informes electrónicos de calidad del aire establecido por la Comisión Europea (CE) y administrado por la Agencia Ambiental

⁸ <https://eeadmz1-cws-wp-air02.azurewebsites.net/>

Europea (EEA). Contiene detalles técnicos y servicios que facilitan la notificación de información oficial sobre la calidad del aire de los Estados miembros de la UE y otros países miembros y cooperantes del EEE. También proporciona acceso a diferentes herramientas que permiten visualizar los datos y estadísticas recopilados, así como descargarlos.

Entre las opciones y funcionalidades que ofrece el portal de la Agencia Europea de Medio Ambiente en materia de calidad del aire se encuentra la ficha informativa del país sobre la contaminación atmosférica⁹.

Por ejemplo, se puede observar a lo largo de los años el porcentaje de población urbana expuesta a concentraciones de contaminantes atmosféricos por encima de los estándares europeos:

		2015	2016	2017	2018	2019	≡
BaP	annual mean	18,7	16,0	7,4	11,2	7,3	
NO2	annual mean	14,8	6,5	11,6	3,6	0,8	
O3	percentile 93.15	33,1	17,6	22,2	15,3	20,3	
PM2.5	annual mean	19,5	17,0	20,0	12,0	11,2	
PM10	percentile 90.41	7,0	1,7	2,6	0,1	1,9	
	annual mean	34,4	20,4	30,3	21,5	24,0	

Figura 7. Porcentaje población urbana expuesta a concentraciones de contaminantes atmosféricos superiores a las estandarizadas en España. Fuente: European Environment Agency.

También proporciona la oportunidad de ver en el mapa las estaciones de monitoreo de calidad del aire y las concentraciones de los contaminantes en ellas, además por colores según el Índice Europeo de Calidad del Aire, así como, gráficos representando las tendencias de las concentraciones en comparación con los valores límite establecidos.

Por ejemplo, para el caso del ozono que es uno de los contaminantes más preocupantes y que más nos afecta como se puede observar en la Figura 8, a la derecha, se ve que los valores medios registrados de ozono son muy próximos al límite (línea roja) en todos los tipos de estaciones a lo largo de los años.

⁹ <https://www.eea.europa.eu/themes/air/country-fact-sheets/2021-country-fact-sheets/spain>

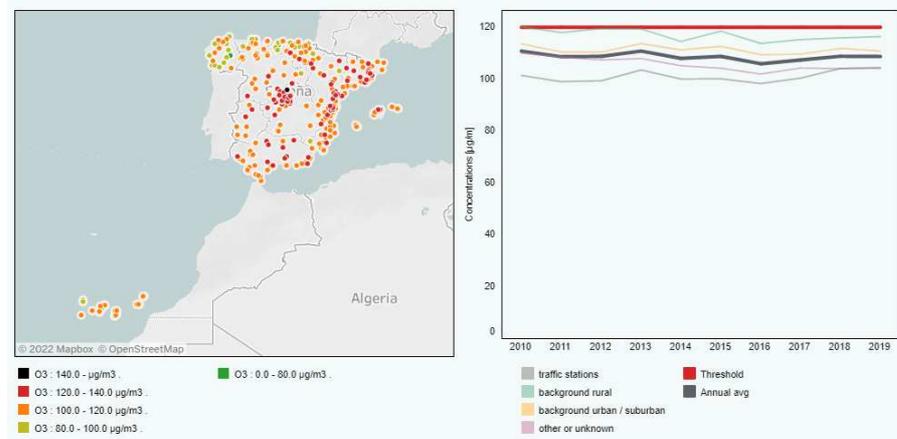


Figura 8. Mapa de estaciones de medición y gráfico evolución de concentraciones medias en España. Fuente: European Environment Agency

También es de interés, la posibilidad de poder observar la tendencia de las concentraciones medias de los contaminantes atmosféricos a lo largo de los años para distintos países de la UE como para ciudades de estos. A continuación, se disponen las gráficas de algunos de los contaminantes, representando estas tendencias en la ciudad de Logroño y en España en su conjunto.

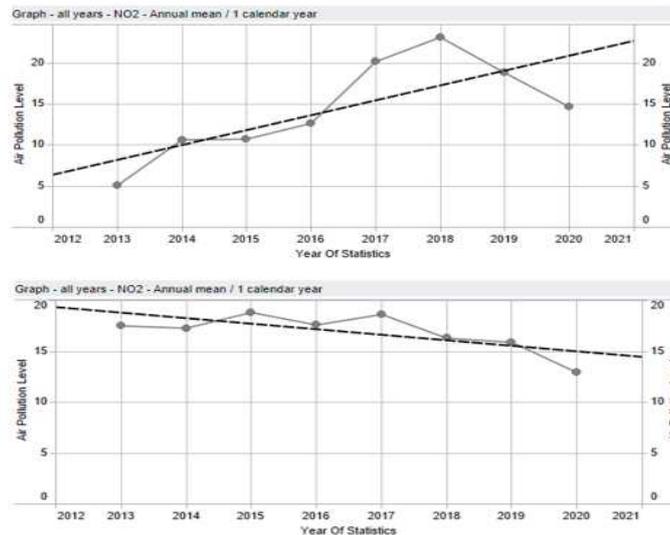


Figura 9. Comparativa de gráficos, de las medias anuales de concentración de NO₂ durante los últimos años, de Logroño respecto a España respectivamente. Fuente: European Environment Agency.

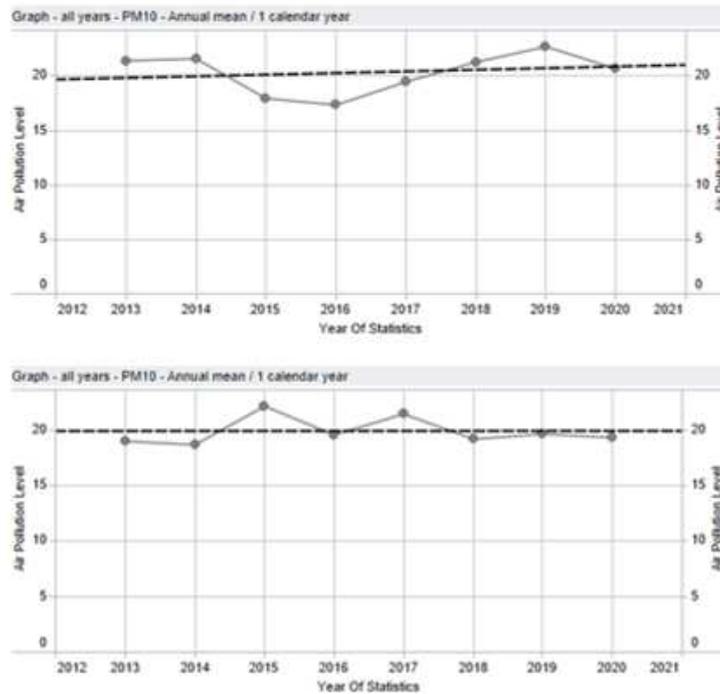


Figura 10. Comparativa de gráficos, de las medias anuales de concentración de PM10 durante los últimos años, de Logroño respecto a España respectivamente. Fuente: European Environment Agency.

Además de lo visto anteriormente, esta herramienta permite poder hacer comparativas entre países miembro de los niveles de calidad del aire según contaminantes, siendo de gran interés esta información para estudios e informes comunes, ofreciendo gran cantidad de datos.

3.8 Información al público de la calidad del aire en La Rioja

Los distintos niveles de concentración de contaminantes en La Rioja, así como las series históricas de años anteriores están a disposición del público en la web del Gobierno de La Rioja (<https://www.larioja.org/medio-ambiente/es/calidad-aire-cambio-climatico>). En este espacio de la red se puede consultar los resultados sobre las concentraciones no sólo de partículas sino también de ozono y óxidos de nitrógeno, entre otros contaminantes que se miden en la aglomeración urbana de Logroño y en resto de La Rioja.

3.9 Costes de instalación, mantenimiento y operación.

Los costes de mantenimiento y operación de una estación urbana como “La Cigüeña” se sitúan próximos a: 20.000 € / año. Un segundo punto de muestro con analizadores de SO₂, NO_x, CO, O₃, PM₁₀ además de PM_{2,5}, implicaría además de duplicar los costes de mantenimiento, una inversión inicial próximo a los a: 115.000 euros.

Teniendo en cuenta un periodo de vida de los equipos de 15 años y los costes de amortización anuales podemos considerar que los costes totales para la administración que suponen la instalación de una estación de calidad del aire en todo su ciclo de vida asciende a: 410.000 euros.

En la actualidad las mediciones de PM 2,5 se realizan de forma manual de acuerdo con el método de referencia. La evaluación por mediciones indicativas de PM2,5 parece suficiente, no obstante, dado que se incurren en unos costes de operación y un retardo en el conocimiento de las mediciones, cabría sopesar para próximos ejercicios adoptar un sistema de mediciones en continuo de PM2,5.

4 LA RED DE CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE

4.1 Descripción de las actividades

Los niveles de concentración de gases contaminantes son determinados cada 15 minutos en cada una de las estaciones. En cuanto al material particulado son analizados automáticamente mediante determinación de la masa por radiación beta con frecuencia horarias; no obstante, en el caso de la estación urbana las partículas PM2,5 son analizadas por métodos gravimétricos acorde con el método de referencia con un periodo de muestreo de un día de cada tres.

Los datos de las mediciones automáticas son enviados de en tiempo real al centro de control de datos situado en la Dirección General de Calidad Ambiental y Recursos Hídricos, donde serán validados o anulados en el supuesto de que se detecte alguna anomalía o fallo técnico en la medición.

La validación de datos se produce con carácter general de lunes a viernes, a pesar de ello, los datos temporales también puede consultarse en la página de Internet de información de calidad ambiental de La Rioja: <https://www.larioja.org/medio-ambiente/es/calidad-aire-cambio-climatico>,



Figura 11. Esquema de la Red de Medición de la calidad del aire de La Rioja

El centro de control (figura 11) de las estaciones, cuenta con un sistema informático que almacena indefinidamente los datos generados por los analizadores de las estaciones (públicas o privadas), así como las incidencias registradas en el funcionamiento. La información conjunta de las estaciones se remite de forma periódica (horaria) desde el centro de control de la Dirección General de Calidad Ambiental y Recursos Hídricos a la base de datos del MITERD.

El control de la calidad de los datos es básico para el buen funcionamiento del sistema y se lleva a cabo a través de los siguientes procesos:

- Mantenimiento preventivo y correctivo de la red, que además conlleva:
 - La reparación inmediata de las anomalías
 - La revisión y calibración periódicas de los equipos.
- La calibración y verificación de los equipos.
- La implantación de un sistema de aseguramiento de la calidad basado en las UNE- EN ISO 17025: 2017.

La revisión de los datos se realiza por los técnicos de calidad ambiental manualmente donde se tienen en cuenta para la validación o anulación de los mismos:

- Los periodos de mantenimiento, calibrado o problemas técnicos en los analizadores.
- Las condiciones ambientales de la estación.
- Los valores obtenidos fuera de rango o con variación nula.
- Las variaciones excesivas o producidas de forma muy rápida.
- La comparación de resultados entre estaciones.
- Las influencias climáticas o meteorológicas.

Por otra parte, el almacenamiento de datos permite también la detección de mediciones erróneas a través de técnicas como las comparativas, el análisis de la desviación estándar o el contraste con modelización.

4.2 Aseguramiento de la Calidad de la Red de Control y Vigilancia

Los responsables de las redes de calidad del aire tienen la obligación de disponer de un Sistema de control y garantía de calidad que asegure la exhaustividad, la coherencia, transparencia, comparabilidad y confianza en todo el proceso comprendido desde las mediciones o estimaciones de los contaminantes hasta la elaboración de los informes relativos a esos contaminantes, así como la implantación de las recomendaciones derivadas de la aplicación del Sistema de Control y Garantía de Calidad.

De acuerdo a la normativa de desarrollo de la Ley 34/2007 las instituciones responsables del funcionamiento de las Redes de Vigilancia de la Calidad del Aire deben disponer de un sistema de

garantía y control de la calidad, que incluya un mantenimiento periódico dirigido a asegurar la exactitud constante de los instrumentos de medición.

El modelo de aseguramiento de la calidad utilizado por la Red de Calidad del Aire de La Rioja está basado en la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025: «Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración» de acuerdo a la recomendación del instituto de Salud Carlos III, órgano encargado de la supervisión de la calidad.

5 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA RIOJA

En las zonas y aglomeraciones nombradas anteriormente se evalúa la calidad del aire para los siguientes contaminantes: dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno (NO₂, NO_x), partículas (PM₁₀ y PM_{2,5}), benceno (C₆H₆), monóxido de carbono (CO) y ozono troposférico (O₃).

La evaluación determina la situación con respecto a distintos niveles de concentración de acuerdo con la legislación:

- **Valores límite** (objetivos para la protección de la salud): definidos para SO₂, NO₂, partículas PM₁₀ y PM_{2,5}, C₆H₆ y CO. Referidos al valor límite se han definidos unos umbrales de evaluación, el umbral superior y el umbral inferior, de los que dependerá el tipo de medición o cálculo que se podrá utilizar para dichos contaminantes.
- **Valor objetivo y objetivo a largo plazo** (objetivos para la protección de la salud): definidos para partículas PM_{2,5}, y O₃.
- **Niveles críticos** (objetivos para la protección de los ecosistemas naturales y de la vegetación): definidos para SO₂ y NO_x. Para estos niveles se toman en consideración solo las estaciones de medición que estén situadas a una distancia superior de 20 km de las aglomeraciones o a más de 5 km de otras zonas edificadas, instalaciones industriales o carreteras. La estación de medición de La Rioja que más se aproxima a estas características es la situada en Galilea, por lo que a modo de semejanza se tomarán como referencia los valores obtenidos en dicha estación.

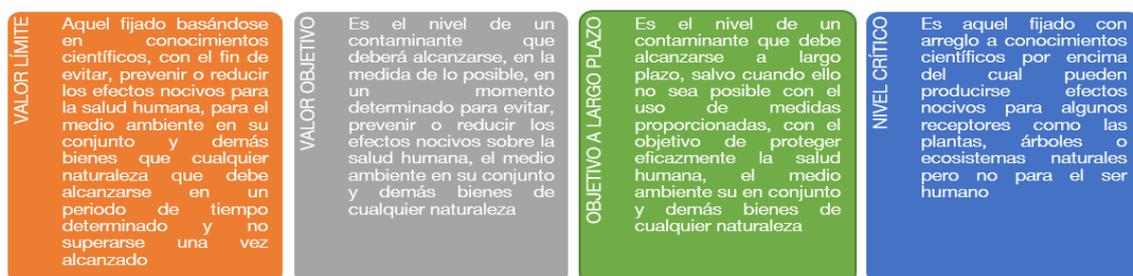


Figura 12. Esquema de los objetivos de calidad y sus definiciones

La calidad del aire se evalúa en su totalidad respecto a los contaminantes mencionados anteriormente, pero se hará especial inciso en partículas en suspensión (PM₁₀ y PM_{2,5}), óxidos de nitrógeno (NO₂ y NO_x), ozono troposférico (O₃) y dióxido de azufre (SO₂), ya que el **Índice de Calidad del Aire Nacional** se basa en estos contaminantes atmosféricos.

Los datos evaluados de la zona urbana se corresponden a los valores medios de la estación de La Cigüeña, mientras que los datos de la zona rural son los valores más desfavorables de las estaciones rurales (Alfaro, Arrúbal, Galilea o Pradejón)

5.1 Calidad de los datos

En 2021, en la red de vigilancia de la calidad del aire de La Rioja se han alcanzado ratios muy aceptables de datos válidos por encima de los objetivos de calidad. Según la Directiva 2008/50/CE, en mediciones fijas, se exige para el cumplimiento de los objetivos de calidad de los datos para la evaluación de la calidad del aire ambiente, una recogida de datos mínima como la que se indica (tabla 3):

Tabla 3. *Objetivos de calidad de los datos*

CONTAMINANTE	INCERTIDUMBRE	RECOGIDA MÍNIMA DE DATOS VÁLIDOS
NO _x	15%	90%
PM10	25%	90%
SO ₂	15%	90%
O ₃	15%	90% (75% en invierno)
CO	15%	90%
Benceno	25%	90%

En la estación de La Cigüeña además de objetivos de cobertura de datos e incertidumbre se tiene también en cuenta objetivos referidos al intervalo de evaluación, veracidad, precisión y linealidad.

Los ratios de recogida de datos válidos (tabla 4) y como se puede observar se han alcanzado y superado los umbrales mínimos de recogida de datos válidos.

Tabla 4. Datos válidos en La Rioja 2021 (%).

CONTAMINANTE		LA CIGÜEÑA	ALFARO	ARRÚBAL	GALILEA	PRADEJÓN
DATOS HORARIOS	NO ₂	98,47%	96,85%	98,94%	96,66%	98,88%
	PM ₁₀	97,73%	95,59%	97,29%	96,28%	95,91%
	SO ₂	95,74%	93,78%	98,94%	96,66%	98,88%
	O ₃	98,31%	97,98%	98,94%	96,66%	98,88%
	CO	96,96%	95,61%	98,94%		
	Benceno	97,73%				
DATOS DIARIOS	NO _x	99,45%	97,53%	98,90%	96,99%	99,73%
	PM ₁₀	97,26%	95,62%	97,26%	96,44%	96,71%
	SO ₂	96,44%	93,97%	98,90%	96,99%	99,73%
	O ₃	99,18%	98,90%	98,90%	96,99%	99,73%
	CO	98,08%	96,16%	98,90%		
	Benceno	98,36%				

5.2 Dióxido de azufre

El SO₂ es principalmente de origen antropogénico, es un gas que se origina sobre todo durante la combustión de carburantes fósiles que contienen azufre (petróleo, combustibles sólidos). Desde 2008 se ha producido un descenso acusado de estas emisiones debido a diversos factores como el *Plan 2007 de Reducción de emisiones de Grandes Instalaciones de Combustión*, que obligó a la introducción de tecnologías de desulfuración.

5.2.1 Protección de la salud

El valor límite horario (VLH) es de 350 µg/m³, que no deberá superarse en más de 24 ocasiones por año civil. Para zona urbana no ha habido ninguna superación del VLH, el máximo horario ha sido de 8,5 µg/m³ y el percentil 99,73 (correspondiente al valor 24º más alto) fue de 7,8 µg/m³.

En la zona rural tampoco ha habido ninguna superación del VLH, el máximo horario ha sido de 6,4 µg/m³ y el percentil 99,73 (correspondiente al valor 24º más alto) fue de 5,2 µg/m³.

El valor límite diario (VLD) es de 125 µg/m³ que no deberá superarse en más de 3 ocasiones por año civil. Para zona urbana no ha habido ninguna superación del VLD, el máximo diario ha sido de 6,9 µg/m³ y el percentil 99,2 (correspondiente al 3º valor más alto) fue de 5,7 µg/m³. Para zona rural tampoco ha habido ninguna superación del VLD, el máximo diario ha sido de 5 µg/m³ y el percentil 99,2 (correspondiente al 3º valor más alto) fue de 4,7 µg/m³.



Figura 13. Índice Nacional de Calidad de Aire para SO₂ en 2021

Según el Índice Nacional de Calidad de Aire (figura 13) nos encontramos en una situación buena por completo (100% del tiempo) tanto en la zona urbana como en la zona rural.

5.2.2 Protección de la vegetación

El valor límite del dióxido de azufre para la protección de la vegetación es 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ determinado como media durante el periodo del 1 de octubre al 31 de marzo. En este aspecto, no ha habido superación de este valor como se puede observar en la figura 8, donde se presentan las medias de ese periodo desde el 2010 hasta el 2021. También se puede observar que nos encontramos en una situación muy buena con unos valores muy por debajo del valor límite y de los umbrales tanto superior como inferior (2,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

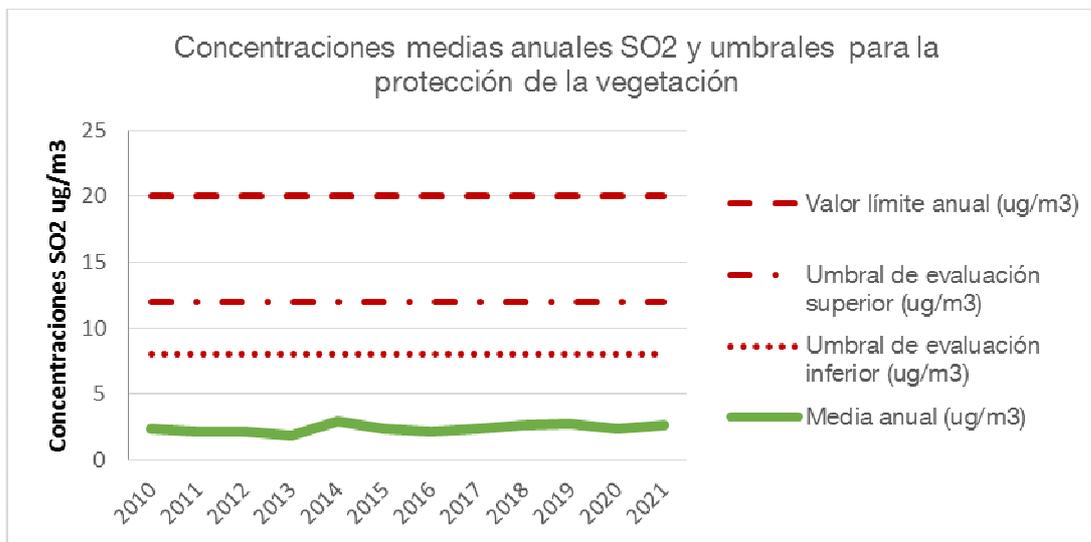


Figura 14. Evolución anual SO₂ para la protección de la vegetación

5.3 Óxidos de nitrógeno

Los denominados óxidos de nitrógeno engloban tanto al monóxido de nitrógeno (NO) como al dióxido de nitrógeno (NO₂) tienen un origen principalmente antropogénico. De los dos, es ésta última la principal forma química con efectos adversos sobre la salud; además, el NO se oxida con facilidad, dando lugar a NO₂ rápidamente una vez está presente en la atmósfera. Como contaminantes, son gases que se emiten en los procesos de combustión que se llevan a cabo en relación con el tráfico (sobre todo vehículos automóviles, y en especial de motores diésel) y con el transporte en general, así como en instalaciones industriales de alta temperatura y de generación eléctrica.

También contribuyen de forma secundaria a la formación de partículas inorgánicas por ser precursores del ácido nítrico, HNO₃, y por tanto del nitrato, NO₃⁻ en partículas. Por otra parte, actúan como precursores de la formación de ozono (O₃) y de otros contaminantes fotoquímicos al reaccionar con compuestos orgánicos volátiles.

5.3.1 Protección de la salud

El valor límite horario (VLH) es de 200 µg/m³, que no deberá superarse en más de 18 ocasiones por año civil. Para zona urbana no ha habido ninguna superación del VLH, el máximo horario ha sido de 96,1 µg/m³ y el percentil 99,80 (correspondiente al valor 18º más alto) fue de 67,9 µg/m³. Para zona rural tampoco ha habido ninguna superación del VLH, el máximo horario ha sido de 37 µg/m³ y el percentil 99,80 (correspondiente al valor 18º más alto) fue de 28,7 µg/m³.

El valor límite anual (VLA) es de 40 µg/m³ como media anual. Nos encontramos en una situación muy buena sin superaciones, tal como muestra la figura 16 con unos valores por debajo del valor límite y de los umbrales tanto superior como inferior tanto en zona urbana como en zona rural.

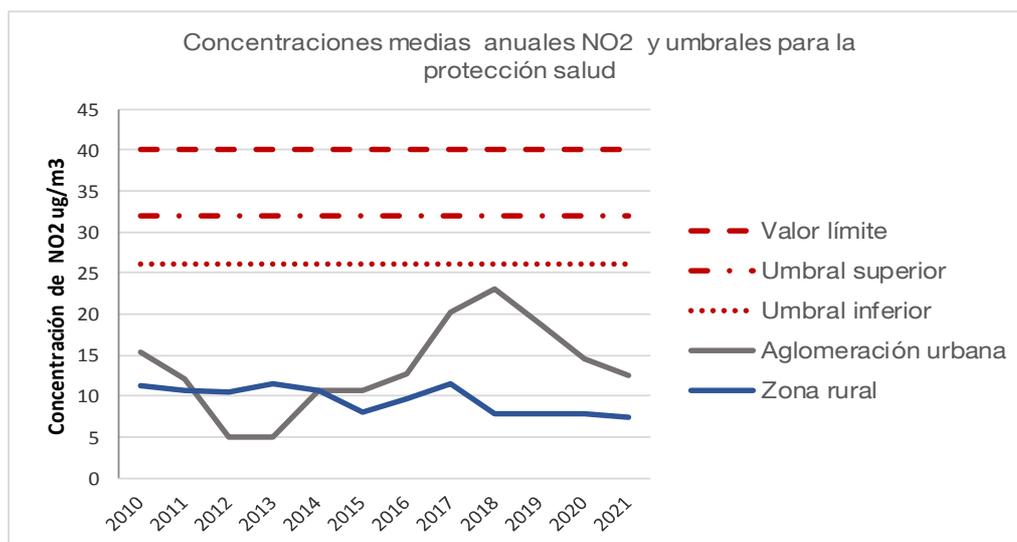


Figura 15. Evolución anual del NO₂ para la protección de la salud

Según el Índice Nacional de Calidad de Aire (figura 16) nos encontramos en una situación buena (97%) o razonablemente buena (3%) en la zona urbana. En la zona rural nos encontramos por completo en una situación buena (100%).



Figura 16. Índice Nacional de Calidad de Aire para NO₂ en 2021

5.3.2 Protección de la vegetación

El valor límite es de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como media anual de NO_x (expresado como NO₂). No ha habido superación de este valor como se puede observar en la figura 17, donde se presentan las medias de ese periodo desde el 2010 hasta el 2021. Se puede observar que nos encontramos en una situación muy buena con unos valores por debajo del valor límite y de los umbrales tanto superior como inferior.

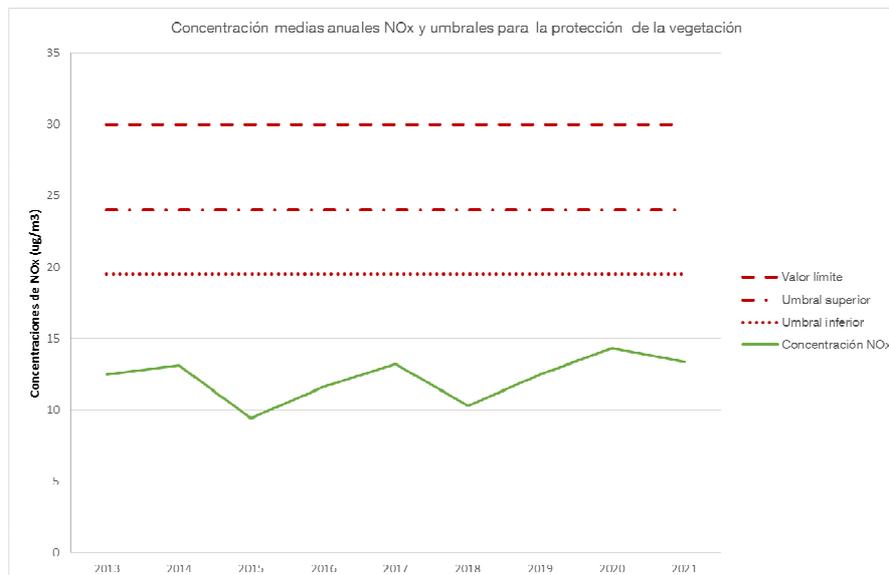


Figura 17. Evolución anual NO_x para la protección de la vegetación

5.4 Partículas

Las partículas se componen de una mezcla heterogénea y compleja de sustancias orgánicas e inorgánicas de tamaño y composiciones químicas muy variables; sólidas y/o líquidas, de origen tanto naturales como antropogénico. Las partículas incluyen tanto la fracción de PM10 (aquellas con un diámetro aerodinámico igual a 10 micras o inferior) y las PM2,5 (aquellas con uno igual a 2,5 micras o inferior). Estas partículas tienen un origen primario o secundario:

- **Primario:** Partículas emitidas directamente a la atmósfera, ya sea de manera natural (polvo, partículas salinas marinas, pole...), o como consecuencia de la actividad humana (tráfico rodado, procesos de combustión industriales, calefacción de edificios, quemas de restos agrícolas...).
- **Secundario:** Cuando se producen en la atmósfera como resultado de reacciones químicas a partir de gases precursores: SO₂, NO_x, NH₃ (esparcimiento de purín en fincas agrícolas), compuestos orgánicos volátiles, etc.

5.4.1 Protección de la salud en partículas PM10

El valor límite diario (VLD) es de 50 µg/m³ el cual no deberá superarse en más de 35 ocasiones por año civil. Para zona urbana el máximo diario ha sido de 45,1 µg/m³ y el percentil 90,14 (correspondiente al valor 36º más alto) fue de 24,3 µg/m. Además, hubo cinco superaciones del VLD a lo largo del año debido a intrusiones Saharianas, puesto que al descontar estos episodios no se ve superado ese valor.

En el caso de zona rural, el máximo diario en Alfaro ha sido de 60 µg/m³ y el percentil 90,14 (correspondiente al valor 36º más alto) fue de 28,7 µg/m³. Hubo once ocasiones en las que se superó el VLD en la zona de Alfaro, (mayoritariamente originado por intrusiones saharianas), que una vez descontados estos episodios, el VLD es superado en dos ocasiones.

El valor límite anual (VLA) es de 40 µg/m³ como media anual. Nos encontramos en una situación buena sin superaciones del VLA tanto en zona urbana como en zona rural, tal como muestra la figura 18.

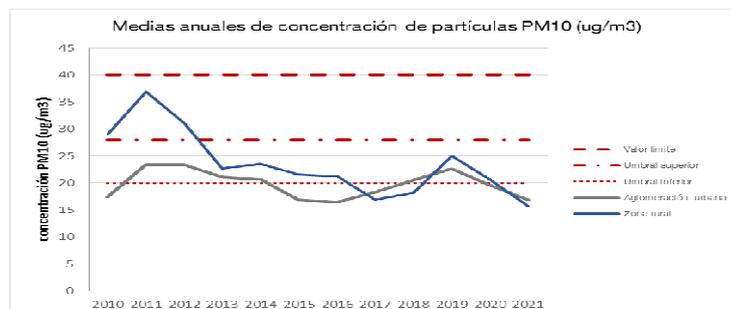


Figura 18. Evolución anual PM₁₀ para la protección de la salud

Según el Índice Nacional de Calidad de Aire (figura 19), durante el año 2021, nos encontramos en una situación buena el 69% de las ocasiones o razonablemente buena el 28% en las aglomeraciones urbanas. Las intrusiones saharianas contribuyeron en el empeoramiento de la situación en el 3% del año.

En la zona rural nos encontramos durante el 2021 en una situación buena el 68 % de las ocasiones o razonablemente buena del 25% del tiempo mientras que la situación fue regular y desfavorable en un 7 % del tiempo total siendo debido las mismas a intrusiones saharianas (5%).



Figura 19. Índice Nacional de Calidad de Aire para PM10 en 2021

(*) Sin descuentos de partículas de episodios saharianos.

5.4.2 Protección de la salud en partículas PM2,5

El valor límite anual (VLA) es de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como media anual. Nos encontramos en una situación buena sin superaciones del VLA tanto en zona urbana como en zona rural, tal como muestra la Figura 20.

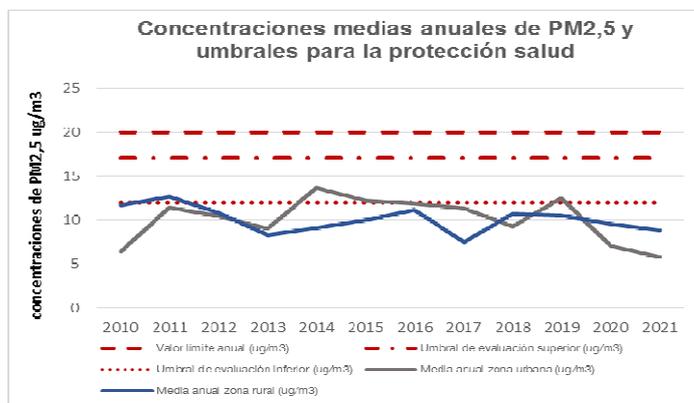


Figura 20. Evolución anual $\text{PM}_{2,5}$ para la protección de la salud

Según el Índice Nacional de Calidad de Aire (figura 21) durante el año 2021, sin contar con intrusiones saharianas, nos encontramos en una situación buena (90%) o razonablemente buena (9%) la mayor parte del tiempo y apenas hay episodios de situaciones regulares (1%) y desfavorables en la zona urbana. En la zona rural nos encontramos en una situación buena (77%), o razonablemente buena (20%) y solo un 2% y 1% en situaciones desfavorables y muy desfavorables respectivamente.

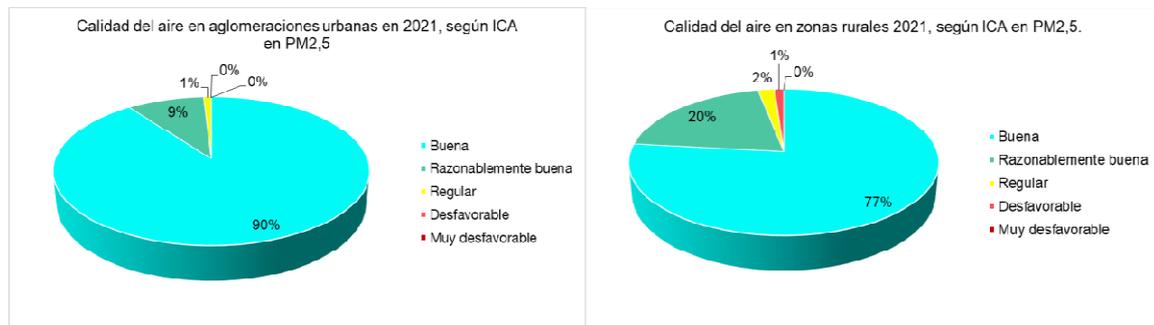


Figura 21. Índice Nacional de Calidad de Aire para PM_{2,5} en 2021

5.5 Ozono

El gas ozono tiene un efecto positivo en la estratosfera (a unos 10-15 km de la superficie terrestre), ya que protege de la radiación ultravioleta. Sin embargo, a cotas inferiores, en la troposfera (la capa de la atmósfera en contacto con la tierra), se convierte en un contaminante que actúa como un potente y agresivo oxidante.

5.5.1 Protección de la salud

El valor límite diario (VLD) es de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (máxima diaria de las concentraciones móviles octohorarias¹⁰), que no deberá superarse en más de 25 ocasiones por año civil de promedio en un período de 3 años. Para zona urbana no hubo superación del VLD, el máximo octohorario ha sido de 102,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el percentil 93,20 (correspondiente al valor 26º más alto) fue de 86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

¹⁰ La concentración máxima diaria de las medias móviles octohorarias se determina examinando las medias octohorarias móviles, calculadas a partir de datos horarios y actualizados cada hora. Cada media octohoraria así calculada se asigna al día en que termina el periodo, es decir, el primer periodo de cálculo para un día cualquiera será el comprendido entre las 17 h. del día anterior y la 1 h. de dicho día; el último periodo de cálculo para un día cualquiera será el comprendido entre las 16:00 h. y las 24 h. de dicho día.

En la zona rural ha habido 9 superaciones del VLD (tabla 5), siendo el máximo octohorario de 138,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y el percentil 93,20 (correspondiente al valor 26º más alto) fue de 110,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

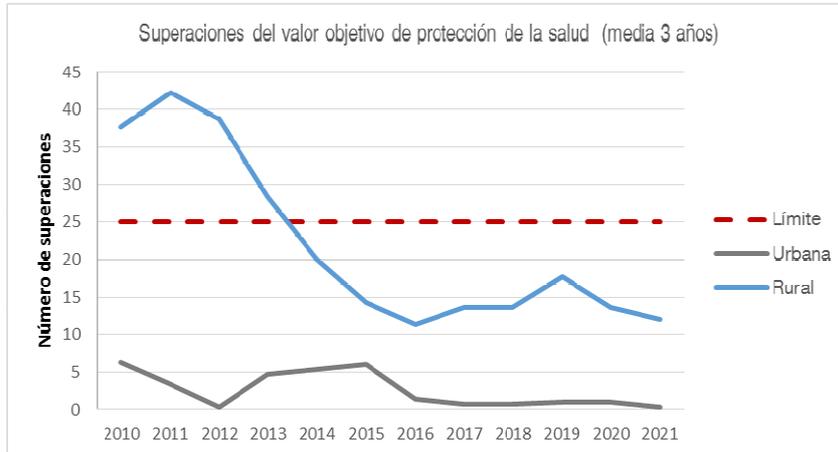


Figura 22. Evolución anual O_3 de las superaciones para la protección de la salud

Según el Índice Nacional de Calidad de Aire (figura 23) nos encontramos en una situación buena (49%) o razonablemente buena (51%) en la zona urbana y en la situación regular apenas un 1%. En la zona rural nos encontramos en una situación buena (18%) o razonablemente buena el (79%) del tiempo, mientras que los días en situación regular constituyeron un 5% del total.

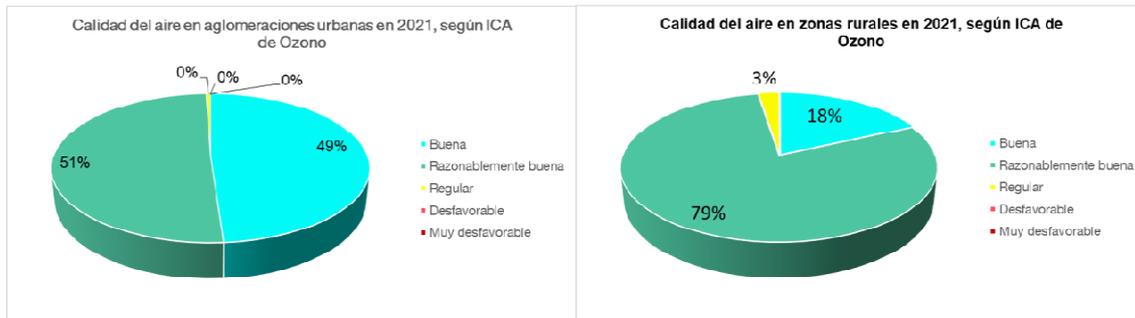


Figura 23. Índice Nacional de Calidad de Aire para O_3 en 2021

Tabla 5. Superaciones del VLD para el ozono en zona rural

MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
			14/06	20/07 21/07 22/07 23/07	13/08 14/08	04/09 05/09

5.5.2 Protección de la vegetación

Existen dos objetivos del ozono para la protección de la vegetación, el primero es el valor objetivo de un AOT40¹¹ de 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$, que es un valor acumulado de mayo a julio (la temporada de mayor crecimiento de la vegetación) de promedio en un periodo de 5 años. En la Figura 24 se observa que no llegamos a sobrepasar este umbral a lo largo de las medias de cinco años. También existe un objetivo a largo plazo de un AOT40 de 6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$ calculado únicamente con los datos de mayo a julio del año. Este umbral a largo plazo sí que ha sido superado, pero cercano al límite, en los últimos años.

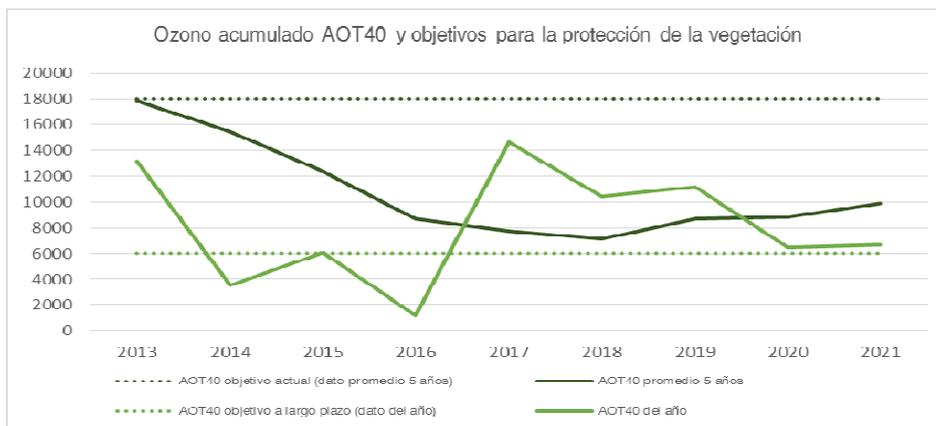


Figura 24. Evolución O₃ para la protección de la vegetación

5.6 Monóxido de carbono

El CO es un gas sin color ni olor emitido como consecuencia de la combustión incompleta o mala combustión de carburantes fósiles y de biocombustibles. En general, cualquier combustible que contenga carbono (gas, petróleo, carbón, madera...) y que sea quemado sin suficiente oxígeno como para formar CO₂ es una fuente potencial de CO.

¹¹AOT40 (expresado en $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$) es la suma de las diferencias entre las concentraciones horarias superiores a los 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (40 partes por mil millones) y 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a lo largo de un periodo dado utilizando únicamente los valores horarios medidos entre las 8 h y las 20 h, Hora de Europa Central (HEC), cada día.

5.6.1 Protección de la salud

El valor límite es de 10 mg/m^3 como máximo diario octohorario anual. Como muestra la Figura 25, nos encontramos en una muy buena situación respecto al CO, no llegando a superar ni el valor límite, ni los umbrales superior o inferior en ninguna de las zonas consideradas urbanas y rurales.

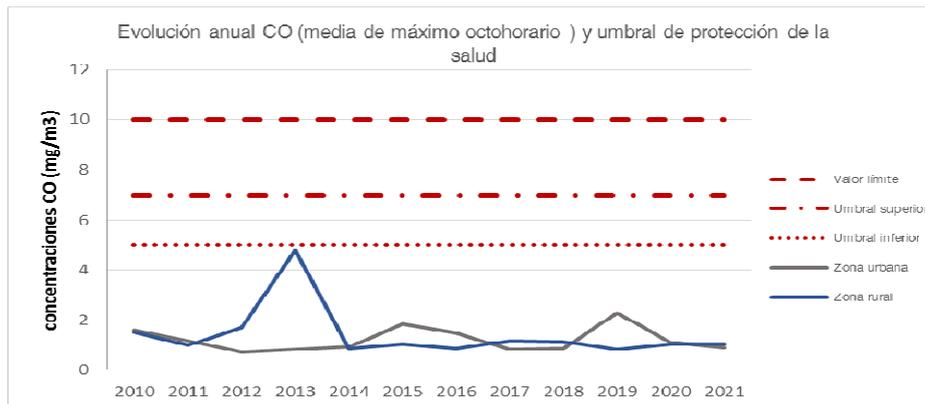


Figura 25. Evolución anual CO para la protección de la salud

5.7 Benceno

Este contaminante procede sobre todo de fuentes de tipo antropogénica que se libera básicamente como consecuencia de procesos de combustión incompleta y por evaporación de determinados combustibles como las gasolinas.

5.7.1 Protección de la salud

El valor límite es de $5 \mu\text{g/m}^3$ como máximo diario octohorario anual. Como muestra la figura 26, nos encontramos en una muy buena situación respecto al C_6H_6 , no llegando a superar ni el valor límite, ni los umbrales superior o inferior.

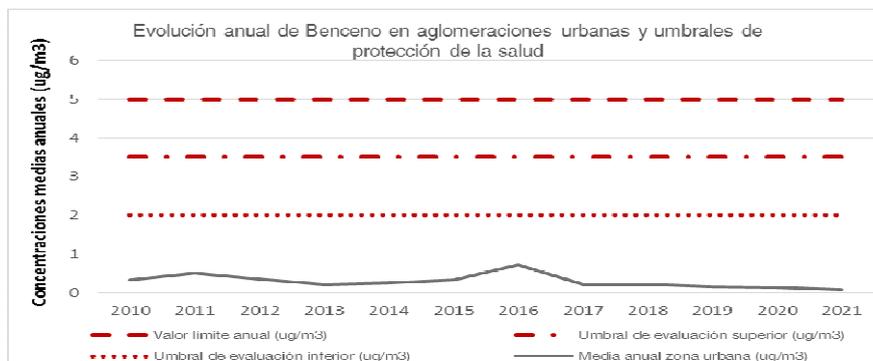


Figura 26. Evolución anual C_6H_6 para la protección de la salud en zona urbana

En la estación de La Cigüeña, se miden además del benceno, los niveles de tolueno y xileno (BTX), completando de esta manera la evaluación de los compuestos orgánicos volátiles en el aire por el uso de disolventes, pinturas y adhesivos (*figura 27*). No obstante, hasta el momento, solo el benceno tiene establecido un valor límite de concentración de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

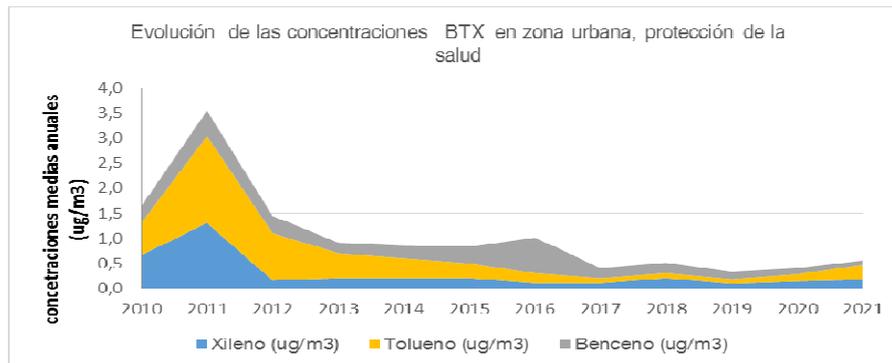


Figura 27. Evolución anual BTX para la protección de la salud en zona urbana

6 EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

6.1 Efectos en la salud

6.1.1 Los óxidos de nitrógeno

Los óxidos de nitrógeno pueden producir inflamación de las vías aéreas, afecciones de órganos, como hígado o bazo, o de sistemas, como el sistema circulatorio o el inmunitario, que proporcionan a su vez afecciones pulmonares e insuficiencias respiratorias. Los estudios experimentales realizados con animales y con personas indican que el NO_2 , en concentraciones de corta duración superiores a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, es un gas tóxico con efectos importantes en la salud. En cuanto a la exposición prolongada todavía no se cuenta con una base sólida que permita establecer un valor guía medio anual para el NO_2 mediante cualquier efecto tóxico directo. Sin embargo, se han obtenido pruebas que hacen aumentar la preocupación por los efectos en la salud asociados con mezclas de contaminación del aire de espacios abiertos que contienen NO_2 .

6.1.2 Las partículas

Las partículas pueden ser inhaladas y penetrar en el sistema respiratorio, las de menor tamaño pueden alcanzar incluso los alveolos pulmonares. Lo que les permite de este modo llevar sustancias nocivas a zonas muy sensibles y agravar patologías que pueden conducir incluso a una muerte prematura. De este modo, las partículas (en especial las $\text{PM}_{2,5}$) pueden estar implicadas en el incremento de la mortalidad y de la morbilidad por causas respiratorias y cardiovasculares. Se ve

afectada toda la población, pero la susceptibilidad a la contaminación puede variar con la salud o la edad. El proceso de fijación de normas debe orientarse más bien a alcanzar las concentraciones más bajas posibles teniendo en cuenta las limitaciones, la capacidad y las prioridades en materia de salud pública en el ámbito local.

6.1.3 El ozono troposférico

La exposición a elevados niveles origina problemas respiratorios sobre la salud humana (irritación, inflamación, insuficiencia respiratoria, asma) y puede contribuir la mortalidad prematura. Los últimos estudios de series cronológicas han demostrado que se producen efectos en la salud con concentraciones de ozono por debajo del valor guía anterior de la OMS de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pero no se dispone de pruebas claras de un umbral. Estos resultados, junto con las pruebas obtenidas en estudios tanto de laboratorio como de campo que indican que hay una variación individual considerable en la respuesta al ozono, que ilustran bien la reducción de la Guía de Calidad del Aire (GCA) de la OMS para el ozono, pasando del nivel de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como media máxima diaria de ocho horas. Posteriormente se muestran los valores de la GCA de la OMS y el objetivo intermedio para el ozono en concentraciones a corto plazo de ocho horas.

Niveles altos (240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como media máxima diaria de ocho horas): Efectos significativos en la salud; proporción sustancial de la población vulnerable afectada.

Objetivo intermedio-1 (160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como media máxima diaria de ocho horas): Efectos importantes en la salud; no proporciona una protección adecuada de la salud pública. La exposición a este nivel está asociada con:

- Efectos fisiológicos e inflamatorios en los pulmones de adultos jóvenes sanos que hacen ejercicio expuestos durante periodos de 6,6 horas;
- Efectos en la salud de los niños (basados en diversos estudios de campamentos de verano en los que los niños estuvieron expuestos a niveles ambientales de ozono);
- Aumento estimado de un 3-5% de la mortalidad diaria² (basado en los resultados de estudios de series cronológicas diarias).

Guía de calidad del aire (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como media máxima diaria de ocho horas): Proporciona una protección adecuada de la salud pública, aunque pueden producirse algunos efectos en la salud por debajo de este nivel. La exposición a este nivel de ozono está asociada con:

- Un aumento estimado de un 1-2% de la mortalidad diaria¹² (basado en los resultados de estudios de series cronológicas diarias);
- La extrapolación a partir de estudios de laboratorio y de campo, basada en la probabilidad de que la exposición en la vida real tienda a ser repetitiva y en que se excluyen de los estudios de laboratorio las personas muy sensibles o con problemas clínicos, así como los niños;
- La probabilidad de que el ozono ambiental sea un marcador para los oxidantes relacionados con él.

6.1.4 Otros contaminantes:

Los estudios de exposiciones a corto plazo de **óxidos de azufre** realizados con asmáticos que hacían ejercicio indican que algunos de ellos experimentaron cambios en la función pulmonar y los síntomas respiratorios tras periodos de exposición al SO₂ de apenas 10 minutos. Tomando como base estas pruebas, se recomienda que no se supere una concentración de SO₂ de 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante periodos con una duración media de 10 minutos. En cuanto a exposiciones más prolongadas (más de 24 horas) se ha observado que una reducción importante del contenido de azufre de los combustibles durante un periodo muy breve de tiempo, se ha vinculado con una reducción sustancial de los efectos en la salud (por ejemplo, enfermedades respiratorias en la infancia y mortalidad en todas las edades).

Las concentraciones de **monóxido de carbono** (CO) en el medio ambiente son bastantes bajas en comparación con las concentraciones que tienen que ver con los efectos más adversos del CO. Dado que la importancia para la salud del monóxido de carbono presente en el aire ambiente se debe fundamentalmente al hecho de que se une mediante un enlace fuerte a la molécula de la hemoglobina para formar carboxihemoglobina, que limita la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre. Según la GCA, en los estudios de laboratorio no se observó ninguna interacción después de una exposición combinada a monóxido de carbono y contaminantes comunes del aire ambiente, como el dióxido de nitrógeno o el dióxido de azufre. Sin embargo, se observó un efecto aditivo tras la exposición combinada a concentraciones elevadas de monóxido de carbono y óxido nítrico y un efecto sinérgico después de la exposición combinada a monóxido de carbono y ozono. Los valores indicativos de la OMS son: 100 mg/m^3 durante 15 min, 60 mg/m^3 durante 30 min, 30 mg/m^3 (26 ppm) durante una hora y 10 mg/m^3 durante ocho horas.

¹² Muertes atribuibles al ozono. Los estudios de series cronológicas indican un aumento de la mortalidad diaria del orden del 0,3-0,5% por cada incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las concentraciones de ozono durante ocho horas por encima de un nivel de referencia estimada de 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

El **amoniaco** (NH_3) es un compuesto de nitrógeno gaseoso altamente reactivo, alcalino, con efectos acidificadores y eutrofizadores, que favorece la generación de partículas secundarias PM10 y PM25 (reacciona con el ácido nítrico HNO_3 , gaseoso, y forma nitrato amónico NH_4NO_3 , particulado; también con el SO_2 , lo que origina sulfato amónico $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) y sus correspondientes efectos para la salud.

El **benceno** es un compuesto orgánico potencialmente carcinogénico que, tras ser inhalado y después de exposiciones prolongadas, puede ocasionar graves efectos sobre la salud humana, ya que afecta al sistema nervioso central y a la normal producción de células sanguíneas, puede deteriorar el sistema inmunitario y dañar el material genético celular, lo que a su vez puede originar determinados tipos de cáncer (leucemia) así como malformaciones congénitas. Desde la OMS no se ha desarrollado ningún valor de referencia específico para el benceno en el aire. El benceno es cancerígeno para los humanos y no se puede recomendar un nivel seguro de exposición. Para orientación general, las concentraciones de benceno en el aire asociadas con un exceso de riesgo de leucemia son de 10^{-4} , 10^{-5} y 10^{-6} son 17, 1,7 y 0,17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.¹³

Los efectos adversos para la salud también están relacionados con las concentraciones de **metales pesados** en el aire. El plomo (Pb) y otros metales como el arsénico (As), el cadmio (Cd), y el níquel (Ni) constituyen contaminantes que frecuentemente se asocian a las partículas, y que por tanto no sólo contaminan el aire, sino que también pueden depositarse en suelos y aguas y acumularse en ellos (por tanto, en las cadenas alimenticias), con una elevada persistencia. Estos contaminantes pueden producir efectos muy dispares entre sí:

- El **Pb** potencialmente puede afectar a todos los órganos y sistemas del cuerpo, y en especial al sistema nervioso, originando retraso mental, nacimientos prematuros y retrasos en el crecimiento. Sobre el medio ambiente, puede producir malformaciones y cambios en el comportamiento de los organismos tanto acuáticos como terrestres, por bioacumulación en sus respectivos ecosistemas.
- El **As** inorgánico resulta carcinogénico para el ser humano, es irritante para las vías respiratorias y puede producir daños sanguíneos, cardíacos, hepáticos y renales, además de alterar el sistema nervioso periférico. Sobre el medio ambiente, es altamente tóxico para la fauna tanto terrestre (incluidas aves) como acuática, y en elevadas concentraciones en los suelos disminuye el crecimiento vegetal.
- El **Cd**, y en especial el óxido de cadmio, es igualmente carcinogénico para el hombre, y afecta especialmente a los sistemas respiratorio, renal y reproductivo. También es muy tóxico para los organismos que viven en ecosistemas acuáticos.

¹³ Un riesgo de cáncer de 10^{-4} , 10^{-5} y 10^{-6} significa que hay un nuevo caso de cáncer por encima de los niveles normales por cada 10.000, 100.000 o 1 millón de personas, respectivamente.

- Diversos compuestos de **Ni** se encuentran también considerados como carcinogénicos. Puede provocar reacciones alérgicas cutáneas y afectar a la defensa inmune y a los sistemas respiratorio y renal, y reducir la fertilidad, con consecuencias similares para humanos y animales.

El **benzo(a)pireno** (B(a)P) pertenece al grupo de los **hidrocarburos aromáticos policíclicos** (HAPs), estos se originan principalmente como consecuencia de las actividades agropecuarias (sobre todo por combustión de compuestos orgánicos, como ocurre durante la quema de rastrojos). La segunda contribución en importancia se corresponde con los procesos industriales con combustión, tanto de combustibles fósiles como no fósiles (acerías, altos hornos, valorización de residuos), con una tendencia mantenida a lo largo de los últimos años. Son nocivos para la salud humana por su efecto bioacumulativo y cancerígeno, de los que constituye un buen trazador. Además de su elevada potencialidad para inducir tumores (sobre todo, de pulmón) también resultan irritantes para las vías aéreas y para los ojos.

6.2 Efectos en la vegetación

Los **óxidos de nitrógeno** afectan principalmente a la acidificación y eutrofización de ecosistemas, afecciones metabólicas y limitaciones del crecimiento vegetal.

Las **partículas ultrafinas** (inferiores a 0,1 micras) en suspensión pueden tener efectos muy diversos sobre el medio ambiente y el clima, dependiendo de su tamaño y composición; en líneas generales pueden afectar al crecimiento vegetal, a la fauna (de modo similar a lo ya visto para el caso humano), reducen la visibilidad, influyen en los cambios de temperatura netos (ya sea incrementándola o disminuyéndola) e incluso pueden alterar los patrones de precipitación y la relación entre la radiación reflejada y la incidente (albedo superficial).

El **ozono** puede afectar al crecimiento de cultivos y bosques, reducir la absorción de CO₂ por las plantas, alterar la estructura de los ecosistemas y reducir la biodiversidad. Además, es un gas de efecto invernadero, que contribuye al calentamiento de la atmósfera.

Los **óxidos de azufre** pueden ocasionar daños en la vegetación, sobre la biodiversidad, los suelos y los ecosistemas acuáticos y forestales. Pueden degradar la clorofila, reduciendo la fotosíntesis y la consiguiente pérdida de especies. Una vez emitido, reacciona con el vapor de agua de modo que su oxidación en el aire da lugar a la formación de ácido sulfúrico. Con lo que a través de procesos de acidificación puede dañar gravemente la vegetación

El **monóxido de carbono** posee consecuencias sobre el clima, ya que contribuye a la formación de gases de efecto invernadero: su vida media en la atmósfera es de unos tres meses, lo que permite su lenta oxidación para formar CO₂, proceso durante el cual también se genera O₃.

Los efectos nocivos del **benceno** se dejan igualmente sentir sobre el medio ambiente, ya que resulta marcadamente tóxico para los organismos acuáticos y, en especial, sobre los invertebrados, en los que puede producir cambios genéticos (problemas reproductivos, malformaciones) y de

comportamiento. Afecta también a la vegetación (puede llegar a provocar la muerte de la planta afectada, lo que adquiere además un matiz económico cuando se trata de cultivos), así como al clima, ya que se trata de un gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento de la atmósfera y a la formación de O₃ y de aerosoles orgánicos secundarios.

7 FUENTES DE EMISIÓN.

El Sistema Nacional de Inventario de Emisiones realiza un estudio regionalizado para cifrar las emisiones contaminantes atmosféricos cada año. El último realizado fue el correspondiente al año 2020 en el que se recoge que en La Rioja se emitieron: 4976 toneladas de óxidos de nitrógeno (NOx), 4110 toneladas de compuestos orgánicos volátiles no metálicos (COVNM), 399 toneladas de óxidos de azufre (SOx), 3104 toneladas de amoníaco (NH₃) y 1231 toneladas de material particulado (PM2.5).

Las **emisiones de NOx** en 2020 registraron un descenso respecto al año anterior (-11%). La principal fuente de emisión sigue siendo el transporte (31,7%) seguido de las quemas agrícolas y restos forestales (14,7%) y la combustión en calderas y similares para uso residencial, comercial o sanitario. Las emisiones de la industria son un 11,9% en tanto que las procedentes de la generación de energía eléctrica como la central de ciclo combinado de Arrúbal suponen el 4,7% de las emisiones totales. El considerable descenso en emisiones en el transporte (-22,5%) debido a las medidas de limitación por la pandemia la COVID-19.

Las **emisiones de COVNM** en 2020 disminuyeron un -2,7% a nivel regional. Las emisiones de COVNM están fundamentalmente dominadas por el uso de disolventes (48,3% del global de las emisiones), donde este grupo de actividades experimentó una disminución de sus emisiones del -14,6% respecto al año previo debido a la menor actividad industrial. Además, se estiman descensos de las emisiones debidas al consumo de combustibles en los sectores industriales (-5,4%), en el sector de producción de energía y debido a otras fuentes.

Las **emisiones de SOx** en 2020 también se redujeron las emisiones un -13 %. Este descenso se atribuye principalmente a un menor uso de combustibles sólidos y gasóleos en actividad en industrial (-32%) y grupos electrógenos (-36,7%), no obstante, se incrementaron ligeramente en el sector doméstico (+4,4%) nuevamente debido al mayor uso de la calefacción y estancia en los hogares debido a las limitaciones de la movilidad.

Las **emisiones de NH₃** en 2020 fueron generadas en un 96% por las actividades agrícolas, estas incrementaron un 4,1 % a nivel regional respecto al año anterior. Su incremento se debió fundamentalmente a un mayor uso de fertilizantes nitrogenados inorgánicos (incluye la fertilización con urea) y sobre todo a la aplicación de purines en el campo. En el resto de actividades se registraron niveles menores, donde destaca una reducción del 21,4% en el transporte.

Las **emisiones de PM2,5** en 2020 disminuyeron -2,8 % como consecuencia de las disminuciones registradas en la movilidad por carretera y actividad industrial.

Tabla 6. Valores de emisiones y objetivos 2030 aplicados de la directiva techos

Contaminante	PM2,5	NOx	NH3	SO2	COV
Emisión 2005 (t)	1539	9736	3979	976	6757
Emisión 2020 (t)	1231	4976	3104	399	4110
Reducción en el 2020 respecto del 2005	20%	49%	22%	59%	39%
Objetivo reducción 2030 (*)	50%	62%	16%	88%	39%

(*) *Traslación del objetivo nacional en la Directiva de techos a una escala regionalizada.*

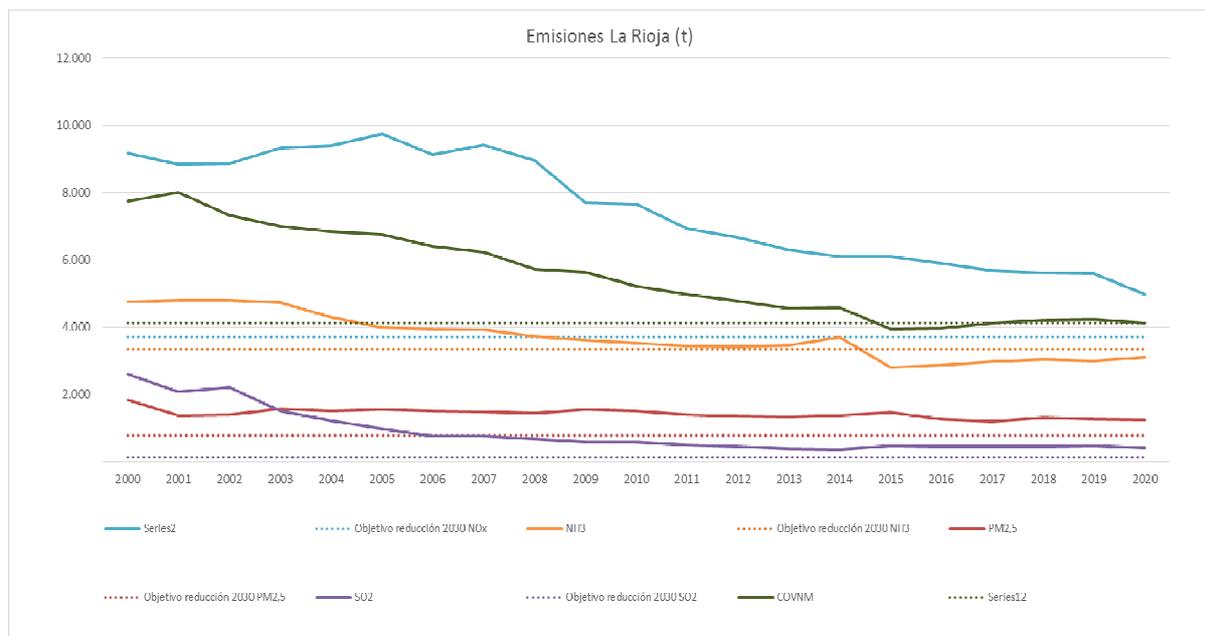


Figura 28. Evolución relativa de las emisiones de SOx, NOx COVNM, NH3 y PM2,5. Tomando como referencia el primer año de la serie (1990 para los primeros y 2000 para PM2,5). Elaboración propia a partir de la fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2021).

8 REFERENCIAS

Consejería de Sostenibilidad, Transición Ecológica de La Rioja y Portavocía de Gobierno. Calidad del Aire y Cambio Climático. Disponible en: <https://www.larioja.org/medio-ambiente/es/calidad-aire-cambio-climatico>

Organización Mundial de la Salud . (2021). Directrices globales de calidad del aire de la OMS: material particulado (PM2.5 y PM10), ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329> . Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO

Organización Mundial de la Salud (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: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf?sequence=1

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2014). Análisis de la calidad del aire en España. Evolución 2001-2012. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/analisisdelacalidaddelaireenespanaevolucion2001-2012web_tcm30-185073.pdf

Ministerio Para la Transición Ecológica (2021). Evaluación de la Calidad del Aire en España 2020. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/informeevaluacioncalidadaireespana2020_tcm30-529210.pdf

Ministerio Para la Transición Ecológica (2021). Inventario Nacional de emisiones a la atmósfera. Emisiones de contaminantes atmosféricos serie 1990-2020. Informe resumen. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/resumen_inventario_gei-ed_2022_tcm30-534394.pdf

Organización Mundial de la Salud (2019). Exposure to benzene: A major public health concern. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/329481/WHO-CED-PHE-EPE-19.4.2-eng.pdf?ua=1>