



# V INFORME DE EVALUACIÓN DEL LDR.

Laboratorio de Despliegue Rápido



Ayuntamiento de  
**Valladolid**

Red de Control de Contaminación Atmosférica del  
Ayuntamiento de Valladolid

# Informe de evaluación

## V campaña de medición del Laboratorio de Despliegue Rápido

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
1.1	LABORATORIO DE DESPLIEGUE RÁPIDO.....	4
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS DE LA CAMPAÑA</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>UBICACIÓN DEL LABORATORIO DE DESPLIEGUE RÁPIDO</b> .....	<b>5</b>
4.1	CRITERIOS DE MACROIMPLANTACIÓN.....	8
4.2	CRITERIOS DE MICROIMPLANTACIÓN.....	9
<b>5</b>	<b>DATOS METEOROLÓGICOS DURANTE LA CAMPAÑA</b> .....	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADO DE LAS MEDICIONES</b> .....	<b>10</b>
6.1	MATERIAL PARTICULADO PM <sub>10</sub> .....	10
	MATERIAL PARTICULADO PM <sub>2,5</sub> .....	12
6.2	DIÓXIDO DE AZUFRE (SO <sub>2</sub> ) .....	13
6.3	AMONIACO .....	14
6.4	º DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO <sub>2</sub> ) .....	15
6.5	BLACK CARBON.....	18
6.6	OZONO (O <sub>3</sub> ) .....	19
6.7	BENCENO .....	22
6.8	BENZO(A)PIRENO .....	23
6.9	METALES PESADOS .....	23
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>24</b>

**Índice de gráficos**

Gráfico 1: Evolución de las medias diarias de PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) en las estaciones de Arco Ladrillo II, Rubia II y LDR. .... 11

Gráfico 2: Evolución de las medias diarias de PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) en las estaciones de Arco Ladrillo II, Puente Poniente y LDR. .... 13

Gráfico 3: Evolución de los valores diarios de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) en las estaciones de Arco Ladrillo II, Michelin I y el LDR..... 17

Gráfico 4: Evolución de los valores máximos diarios de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) en las estaciones de Arco ladrillo II, Michelin I y en el LDR. .... 17

Gráfico 5: Correlación de los valores máximos diarios de NO<sub>2</sub> de la estación de Arco Ladrillo II y el LDR. .... 18

Gráfico 6: Evolución de los valores medios diarios de O<sub>3</sub> en el LDR y las estaciones de Valladolid Sur y Paseo del Cauce. .... 21

Gráfico 7: Correlación de los valores horarios de ozono de la estación de Valladolid Sur y el LDR. .... 21

Gráfico 8: Evolución de los valores diarios de benceno de la estación de Arco Ladrillo II y el LDR. .... 22

## 1 INTRODUCCIÓN

La Red de Control de la Contaminación Atmosférica de Valladolid (RCCAVA) dispone en la actualidad de 5 estaciones de medida fijas instaladas a lo largo de la ciudad. Surge la necesidad de verificar otras zonas de la ciudad, en las que no están instaladas esas estaciones.

Para ello el Ayuntamiento de Valladolid inició el proyecto de adquisición e implementación de una nueva estación con características móviles, denominada (Laboratorio de Despliegue Rápido) LDR que, en realidad, es una “Super-estación” ya que alberga todo tipo de equipos para poder abarcar todos los contaminantes presentes en la atmósfera.

Se trata de un laboratorio móvil dotado de un aislamiento térmico y acústico que garantiza una mayor eficiencia energética y una menor huella de carbono. Integra además equipos específicos que no se encuentran en el resto de las estaciones de la RCCAVA para poder conocer y evaluar el estado de la atmósfera y la contaminación en aquellas zonas del término municipal de Valladolid en las que no hay una presencia física de una estación.

Hay que recordar, que conforme a la legislación vigente, y en función del número de habitantes, en Valladolid sólo es necesario la colocación de 2 estaciones de medida (1 de ozono y otra para el resto de contaminantes), por lo que aunque la dotación existente es muy superior, se considera adecuado realizar este tipo de mediciones y confirmar las evaluaciones que se realizan con las estaciones existentes.

Para este informe se ha incluido el análisis de los datos comparando los valores la **Guía de la OMS del año 2005** y con las **nuevas Directrices de la OMS** sobre calidad del aire del **año 2021**, si bien son recomendaciones a alcanzar en 2030.

## V INFORME de EVALUACIÓN del LDR.

### 1.1 Laboratorio de Despliegue Rápido

El LDR consta de analizadores para la medición de los siguientes contaminantes:

CONTAMINANTE	TÉCNICA ANALÍTICA
PM <sub>10</sub>	Absorción de radiación beta
PM <sub>2,5</sub>	Absorción de radiación beta
Dióxido de azufre	Fluorescencia ultravioleta
Óxidos de nitrógeno	Quimioluminiscencia
Ozono	Absorción ultravioleta
Ozono	Quimioluminiscencia
Black Carbon	Absorción óptica múltiple de longitud de onda
Amoniaco	Quimioluminiscencia
BTX	Cromatografía de gases
B(a)P	Cromatografía de gases
Metales Pesados	Espectrometría de Absorción Atómica

## 2 OBJETIVOS DE LA CAMPAÑA

El objetivo de esta campaña ha sido verificar la calidad del aire de la zona Norte de Valladolid y contrastar los valores con las estaciones de calidad del aire fijas que evalúan esa zona.

En esa zona existen en la proximidad varias actividades potencialmente contaminadoras de la atmosfera, cuyo efecto en la calidad del aire va a ser evaluado. Se trata de las instalaciones:

- Michelin
- Cogeneradora Energyworks
- Lingotes especiales
- Tradema

## 3 METODOLOGÍA

El equipamiento del LDR se muestra en la siguiente tabla así como las técnicas de medida.

CONTAMINANTE	TÉCNICA ANALÍTICA Y NORMA UNE-EN
SO <sub>2</sub>	Fluorescencia de ultravioleta UNE EN 14212:2013
PM <sub>10</sub> /PM <sub>2,5</sub>	Atenuación de la absorción β UNE EN 16450:2017
NO/NO <sub>2</sub>	Quimioluminiscencia UNE EN 14211:2013
O <sub>3</sub>	Fotometría Ultravioleta UNE EN 14625:2013
O <sub>3</sub>	Quimioluminiscencia
Black Carbon	Absorción óptica múltiple de longitud de onda
Amoniaco	Quimioluminiscencia
BTX	Cromatografía de gases - PID UNE EN 14662-3:2016
B(a)P	Método normalizado para la medición de la concentración de benzo(a)pireno en el aire ambiente. UNE-EN 15549:2008.
Metales Pesados	Espectrometría de Absorción Atómica-Laboratorio Regional de Calidad Ambiental (LARECA)

Todos los métodos se han utilizado conforme al Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

La ubicación precisa del laboratorio se ha realizado teniendo en cuenta las facilidades eléctricas y los criterios de macro y micro implantación detallados en los apartados 4.1 y 4.2 de este informe.

#### 4 UBICACIÓN DEL LABORATORIO DE DESPLIEGUE RÁPIDO

Se situó el laboratorio en el término municipal de Valladolid, en calle Jardín Botánico nº 8, entre los días 13 de julio de 2020 hasta el 16 de septiembre de 2021.

Las coordenadas de esta ubicación son 41°40' 10,3'' N y 4° 43' 55,7'' W.



En esta ubicación, las emisiones que más van a influir en los valores de calidad del aire son:

- Emisiones industriales de los focos industriales: Michelin, Energyworks, Lingotes Especiales y Tradema. Emisiones de los sistemas de cogeneración (NOx y partículas), de la fabricación de neumáticos, de la fabricación de tableros y de la fabricación de discos de freno (partículas), respectivamente. Todas estas instalaciones están sometidas al régimen de autorización ambiental y su control es competencia de la Junta de Castilla y León.
- Emisiones de los sistemas de calefacción y agua caliente de los edificios. Sobre todo en invierno. Se trata de una zona residencial de nueva implantación y los sistemas son de gas natural.
- Emisiones del tráfico. Se trata de una zona residencial, con muy poco tráfico, si bien está próximo a una ronda, y podría estar en gran medida afectado por esta.

Distancias en línea recta:

- Lingotes especiales, 940m
- Michelin, España y Portugal, 1480m
- Tradema, 1650m
- Energyworks Vit Vall, 1840m
- Ronda VA-20, 1180m
- Avenida de Salamanca, 480m

Los criterios de macro y micro implantación están recogidos en el RD 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, en el anexo III, apartado II. Macroimplantación de los puntos de muestreo y III.

## V INFORME de EVALUACIÓN del LDR.

Microimplantación de los puntos de medición y para el ozono el anexo IX, criterios para clasificar y ubicar los puntos de medición para la evaluación de las concentraciones de ozono.

4.1 Criterios de Macroimplantación

CRITERIOS DE MACROIMPLANTACIÓN		
1	Se encuentra situada de tal manera que se evita la medición de microambientes muy pequeños en sus proximidades.	SI
2	El punto de muestreo es representativo del tipo de estación: <b>Suburbana</b>	SI
3	Evita que se midan microambientes muy pequeños en su proximidad, lo que significa que la ubicación del punto de muestreo es representativo de la calidad del aire de un segmento de calle no inferior a 100 m de longitud, para emplazamientos de tráfico y de al menos 250m x 250m en los emplazamientos industriales.	SI
4	Si es estación de fondo urbano se encuentra ubicada de forma que su nivel de contaminación refleje la contribución procedente de todas las fuentes situadas a barlovento de la estación con respecto a los vientos dominantes.	-
5	Si es estación de fondo urbano, no está dominada por una sola fuente salvo en el caso de que tal situación sea característica de una zona urbana más amplia.	-
6	Si es estación de fondo urbano, es representativa de varios kilómetros cuadrados.	--
7	Si el punto de muestreo evalúa fuentes industriales, éste está situado a sotavento de la fuente con respecto a la dirección o direcciones predominantes del viento en la zona residencial más cercana.	SI
8	El punto de muestreo es representativo de ubicaciones similares que no estén situadas en su proximidad inmediata.	SI
CRITERIOS DE MACROIMPLANTACIÓN PARA EL OZONO		
9	Lejos de la influencia de las emisiones locales debidas al tráfico, las gasolineras, etc; localizaciones ventiladas donde puedan medirse una mezcla adecuada de sustancias. Ubicaciones como zonas residenciales y comerciales urbanas, parques lejos de los árboles, grandes calles o plazas de tráfico escaso o nulo, espacios abiertos característicos de las instalaciones educativas, deportivas o recreativas.	SI

## 4.2 Criterios de Microimplantación

Nº	CRITERIOS DE MICROIMPLANTACIÓN	
10	No existe restricciones al flujo de aire alrededor del punto de entrada del sistema, ni obstáculos que afecten al flujo de aire en la vecindad del equipo de medición/captación (en general, libre en un arco de al menos 270° o de 180° en el caso de los puntos de medición de la línea de edificios.	SI
11	El punto de entrada de la toma de muestra está a varios metros de edificios, balcones, árboles y otros obstáculos y, como mínimo, a 0,5 m del edificio más próximo en el caso de puntos de medición representativos de la calidad del aire en la línea de edificios.	SI
12	El punto de entrada de la toma de muestra está situado entre 1,5 m, que equivale a la zona de respiración, y 4 m sobre el nivel del suelo.	SI
13	El punto de entrada de la toma de muestra no está situado en las proximidades de fuentes de emisión para evitar la entrada directa de emisiones sin mezclar con el aire ambiente.	SI
14	La salida del punto de medición está colocada de tal forma que se evita la recirculación del aire saliente hacia la entrada del sistema.	SI
16	En emplazamientos de tráfico el punto de medición está, al menos, a 25 m del borde de cruces principales y a una distancia no superior a 10 m del borde exterior de la acera. Se entiende como cruces principales aquellos que interrumpen el flujo del tráfico y provocan emisiones distintas (parada y arranque) de las que se producen en el resto de la carretera.	SI
16	No existen interferencias con otras fuentes.	SI
CRITERIOS DE MICROIMPLANTACIÓN PARA EL OZONO		
17	La entrada del sistema de captación se debe situar alejada de fuentes de emisiones tales como chimeneas de hornos e instalaciones de incineración y a más de 10 m de la carretera más cerca, y tanto más alejada cuanto mayor sea la intensidad del tráfico	SI

## 5 DATOS METEOROLÓGICOS DURANTE LA CAMPAÑA

Durante la campaña la temperatura ha oscilado entre -6,6°C de mínima horaria y 38,7°C como temperatura máxima horaria. La humedad relativa entre el 6 y 99%.

La presión ha oscilado entre 912 y 948 mbar.

La velocidad de viento ha oscilado entre 0,5 m/s y 14,8 m/s con una velocidad media de 3,7 m/s.

## 6 RESULTADO DE LAS MEDICIONES

### 6.1 Material particulado PM<sub>10</sub>

#### 6.1.1 Valores límites legales

	Periodo de promedio	Valor
Valor límite diario.	24 horas	50 µg/m <sup>3</sup> que no podrá superarse en más de 35 ocasiones por año.
Valor límite anual	1 año civil	40 µg/m <sup>3</sup>

#### 6.1.2 Resultados de la campaña

Los resultados que se muestran a continuación son valores sin los descuentos de aportes de material particulado por intrusiones de polvo sahariano.

Año	Media	Máximo diario	Mínimo diario	% datos válidos
2020-2021	19 µg/m <sup>3</sup>	121 µg/m <sup>3</sup>	4 µg/m <sup>3</sup>	95%
2020	16 µg/m <sup>3</sup>	65 µg/m <sup>3</sup>	4 µg/m <sup>3</sup>	90%
2021	20 µg/m <sup>3</sup>	121 µg/m <sup>3</sup>	4 µg/m <sup>3</sup>	98%

#### 6.1.3 Valores límite y objetivos de la OMS

GUÍA DE LA OMS	2005	2030
24 HORAS	50 µg/m <sup>3</sup>	45 µg/m <sup>3</sup>
1 AÑO CIVIL	20 µg/m <sup>3</sup>	15 µg/m <sup>3</sup>

En la siguiente tabla se añade el número de veces que se ha superado el valor diario establecido en la **Guía de la OMS del año 2005**.

	2020	2021
Nº DE VECES QUE SE HA SUPERADO EL VALOR DIARIO 50 µg/m <sup>3</sup>	1	11
VALOR PROMEDIO	16 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>

## V INFORME de EVALUACIÓN del LDR.

En la tabla que se muestra a continuación se indica el número de veces que se ha superado el valor diario indicado en las **nuevas Directrices mundiales de la OMS** a cumplir en 2030.

	2020	2021
<b>Nº DE VECES QUE SE HA SUPERADO EL VALOR DIARIO 45 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	1	15
<b>VALOR PROMEDIO</b>	16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

### 6.1.4 Gráficas

A continuación, se muestra la evolución diaria de las partículas  $\text{PM}_{10}$  en las estaciones de Arco Ladrillo II, Rubia II y LDR.

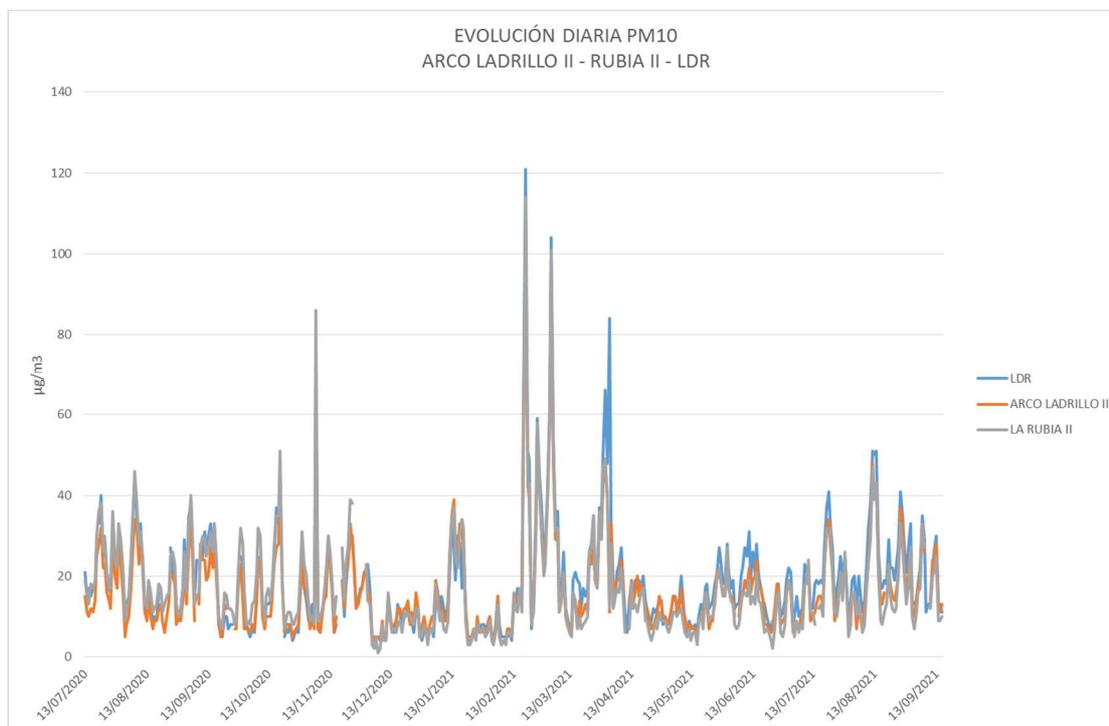


Gráfico 1: Evolución de las medias diarias de  $\text{PM}_{10}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en las estaciones de Arco Ladrillo II, Rubia II y LDR.

Como se muestra en la gráfica la evolución diaria de los datos es similar a la evolución en la estación de Arco Ladrillo II y La Rubia II. Se aprecia que, a partir de mediados de marzo de 2021, los valores del LDR son más altos, lo que no tiene una explicación clara salvo en diferencias ajuste del “offset” de los equipos de medida.

## V INFORME de EVALUACIÓN del LDR.

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

#### 6.1.5 Valores límites legales

	Periodo de promedio	Valor
<b>Valor objetivo anual</b>	1 año civil	25 µg/m <sup>3</sup>

#### 6.1.6 Resultados

Los resultados que se muestran a continuación son valores sin los descuentos de aportes de material particulado por intrusiones de polvo sahariano.

	Media	Máximo diario	Mínimo diario	% datos válidos
2020-2021	9 µg/m <sup>3</sup>	32 µg/m <sup>3</sup>	2 µg/m <sup>3</sup>	91%
2020	7 µg/m <sup>3</sup>	19 µg/m <sup>3</sup>	2 µg/m <sup>3</sup>	84%
2021	10 µg/m <sup>3</sup>	32 µg/m <sup>3</sup>	2 µg/m <sup>3</sup>	96%

#### 6.1.7 Valores límite y objetivos de la OMS

GUÍA DE LA OMS	2005	2030
<b>VALOR LÍMITE 24 HORAS</b>	25 µg/m <sup>3</sup>	15 µg/m <sup>3</sup>
<b>1 AÑO CIVIL</b>	10 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup>

En la siguiente tabla se añade el número de veces que se ha superado el valor diario establecido en la **Guía de la OMS del año 2005**.

	2020	2021
<b>Nº DE VECES QUE SE HA SUPERADO EL VALOR DIARIO 25 µg/m<sup>3</sup></b>	0	2
<b>VALOR PROMEDIO</b>	7 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>

En la tabla que se muestra a continuación se indica el número de veces que se ha superado el valor diario indicado en las **nuevas Directrices mundiales de la OMS** a cumplir en 2030.

	2020	2021
<b>Nº DE VECES QUE SE HA SUPERADO EL VALOR DIARIO 15 µg/m<sup>3</sup></b>	6	32
<b>VALOR PROMEDIO</b>	7 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>

## V INFORME de EVALUACIÓN del LDR.

### 6.1.8 Gráficas

A continuación, se muestra la evolución diaria de las partículas PM<sub>2,5</sub> en las estaciones de Arco Ladrillo II, Puente Poniente y LDR.

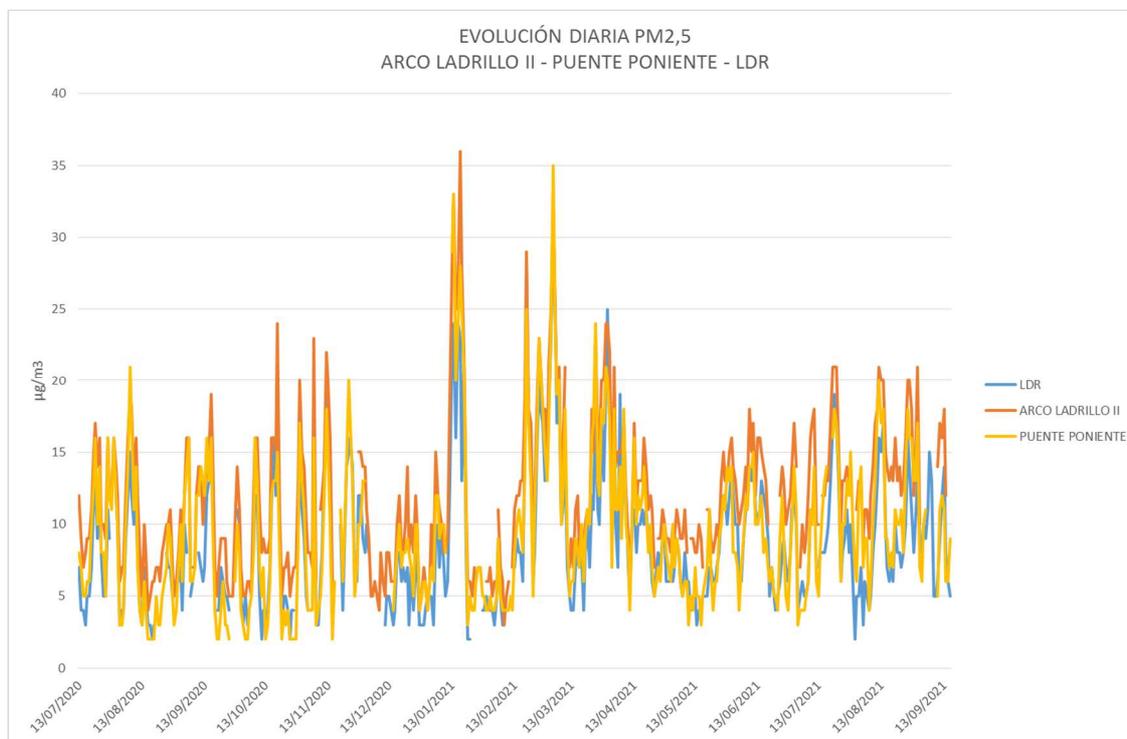


Gráfico 2: Evolución de las medias diarias de PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) en las estaciones de Arco Ladrillo II, Puente Poniente y LDR.

Como se muestra en la gráfica los datos diarios de las estaciones de Arco Ladrillo II y Puente Poniente siguen la misma evolución que los datos del LDR.

## 6.2 Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

### 6.2.1 Valores límites legales y recomendaciones

Los valores límite para la protección de la salud se expresan en µg/m<sup>3</sup>.

	Periodo de promedio	Valor
Valor límite horario	1 hora	350 µg/m <sup>3</sup> , valor que no podrá superarse en más de 24 ocasiones por año civil
Valor límite diario	24 horas	125 µg/m <sup>3</sup> valor que no podrá superarse en más de 3 ocasiones por año civil
Nivel crítico	Año civil e invierno (del 1 de octubre al 31 de marzo)	20 µg/m <sup>3</sup>

## V INFORME de EVALUACIÓN del LDR.

### 6.2.2 Resultados

	Media	Máximo Horario	Mínimo Horario	% datos válidos
2020-2021	5µg/m <sup>3</sup>	33µg/m <sup>3</sup>	1µg/m <sup>3</sup>	94%
2020	4µg/m <sup>3</sup>	22µg/m <sup>3</sup>	1µg/m <sup>3</sup>	91%
2021	5µg/m <sup>3</sup>	33µg/m <sup>3</sup>	1µg/m <sup>3</sup>	96%

### 6.2.3 Valores límite y objetivos de la OMS

GUÍA DE LA OMS	2005	2030
24 HORAS	20 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>

Como en apartados anteriores, en la siguiente tabla se indica el número de veces que se ha superado el valor diario establecido en la **Guía de la OMS del año 2005**, para los años 2020 y 2021.

	2020	2021
Nº DE VECES QUE SE HA SUPERADO EL VALOR DIARIO 20 µg/m <sup>3</sup>	0	0

En la tabla que se muestra a continuación se muestra el número de veces que se ha superado el valor diario indicado en las **nuevas Directrices mundiales de la OMS** para los años 2020 y 2021:

	2020	2021
Nº DE VECES QUE SE HA SUPERADO EL VALOR DIARIO 40 µg/m <sup>3</sup>	0	0

La evolución de los datos de la estación de La Rubia II así como del LDR, tienen tendencia similar, siendo en ambas estaciones los valores muy bajos.

## 6.3 Amoniac

### 6.3.1 Valores límites legales y recomendaciones

No existe legislación aplicable en calidad del aire. En legislación comparada se han encontrado referencias en documentos de la US-EPA ([Toxicological Review of Ammonia \(Noncancer Inhalation\): Executive Summary \(epa.gov\)](#)), en el que reportan un valor límite de exposición durante 8h de 4.900µg/m<sup>3</sup>, en el que por debajo NO se observan efectos.

## V INFORME de EVALUACIÓN del LDR.

### 6.3.2 Resultados

	Media	Máximo Horario	Mínimo Horario	% datos válidos
2020-2021	9 µg/m <sup>3</sup>	702 µg/m <sup>3</sup>	1 µg/m <sup>3</sup>	81%
2020	10 µg/m <sup>3</sup>	598 µg/m <sup>3</sup>	1 µg/m <sup>3</sup>	79%
2021	9 µg/m <sup>3</sup>	702 µg/m <sup>3</sup>	1 µg/m <sup>3</sup>	81%

## 6.4 Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

### 6.4.1 Valores límites legales y recomendaciones de NO<sub>2</sub>

	Periodo de promedio	Valor límite
<b>Valor límite horario</b>	1 hora	200 µg/m <sup>3</sup> valor que no podrá superarse en más de 18 ocasiones por año civil.
<b>Valor límite anual</b>	1 año civil	40 µg/m <sup>3</sup> de NO <sub>2</sub>
<b>Nivel crítico</b>	1 año civil	30 µg/m <sup>3</sup> de NO <sub>x</sub> (expresado como NO <sub>2</sub> )

### 6.4.2 Resultados

	Máximo horario	Media horaria	Mínimo	% datos válidos
2020-2021	94 µg/m <sup>3</sup>	16 µg/m <sup>3</sup>	1 µg/m <sup>3</sup>	92%
2020	80 µg/m <sup>3</sup>	16 µg/m <sup>3</sup>	1 µg/m <sup>3</sup>	86%
2021	94 µg/m <sup>3</sup>	15 µg/m <sup>3</sup>	1 µg/m <sup>3</sup>	96%

	2020	2021
<b>Nº DE VECES QUE SE HA SUPERADO EL VALOR HORARIO 200 µg/m<sup>3</sup></b>	0	0
<b>VALOR PROMEDIO 24 HORAS-AÑO CIVIL</b>	16 µg/m <sup>3</sup>	15 µg/m <sup>3</sup>

## V INFORME de EVALUACIÓN del LDR.

### 6.4.3 Valores límite y objetivos de la OMS

GUÍA DE LA OMS	2005	2030
<b>HORARIO</b>	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-----
<b>1 AÑO CIVIL</b>	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>24 HORAS</b>	-----	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

En la siguiente tabla se indica el número de veces que se ha superado el valor horario establecido en la **Guía de la OMS del año 2005**, así como el valor promedio de 24 horas, para los años 2020 y 2021.

	2020	2021
<b>Nº DE VECES QUE SE HA SUPERADO EL VALOR HORARIO 200 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	0	0
<b>VALOR PROMEDIO 24 HORAS</b>	16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

En la tabla que se muestra a continuación se muestra el número de veces que se ha superado el valor diario indicado en las **nuevas Directrices mundiales de la OMS** sobre calidad del aire del **año 2021** y el valor promedio para los años 2020 y 2021:

	2020	2021
<b>Nº DE VECES QUE SE HA SUPERADO EL VALOR DIARIO 25 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	20	20
<b>VALOR PROMEDIO 24 HORAS</b>	16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

### 6.4.4 Gráficas

A continuación, se muestran la evolución de los valores diarios de  $\text{NO}_2$  en las estaciones de Arco Ladrillo II, Michelín I y el LDR

## V INFORME de EVALUACIÓN del LDR.

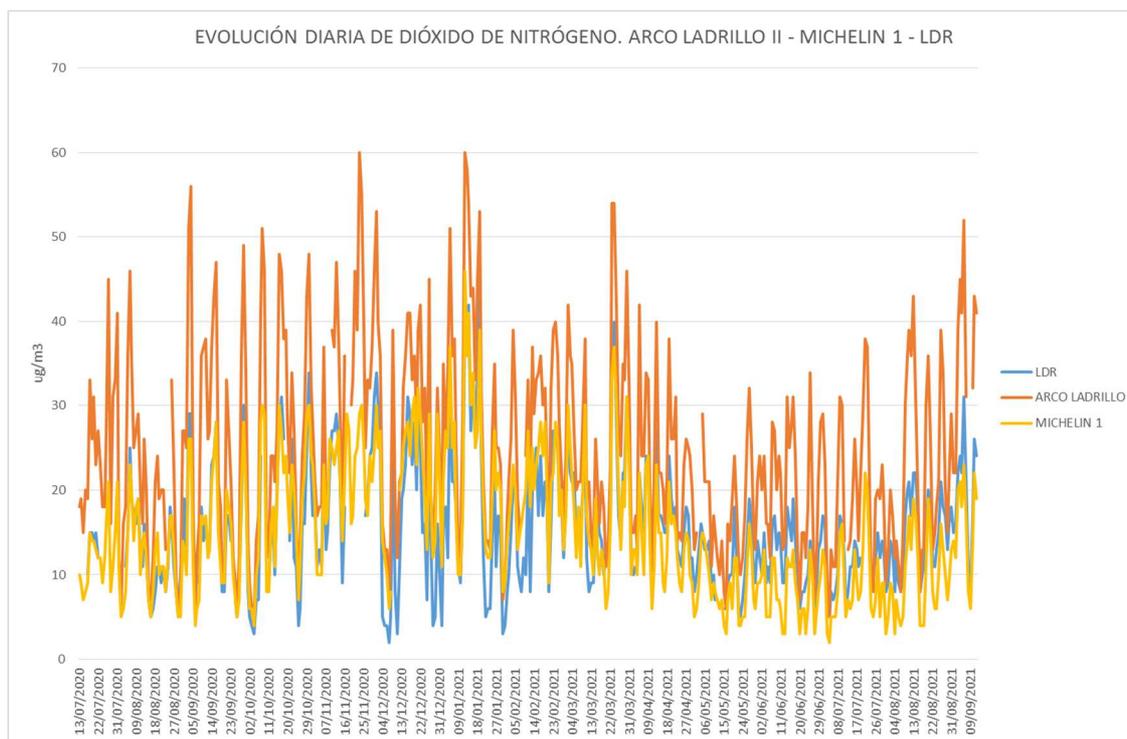


Gráfico 3: Evolución de los valores diarios de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) en las estaciones de Arco Ladrillo II, Michelin I y el LDR.

A continuación, se muestra la evolución de los valores máximos horarios de NO<sub>2</sub> en las estaciones de Arco Ladrillo II, Michelin I y en el LDR.

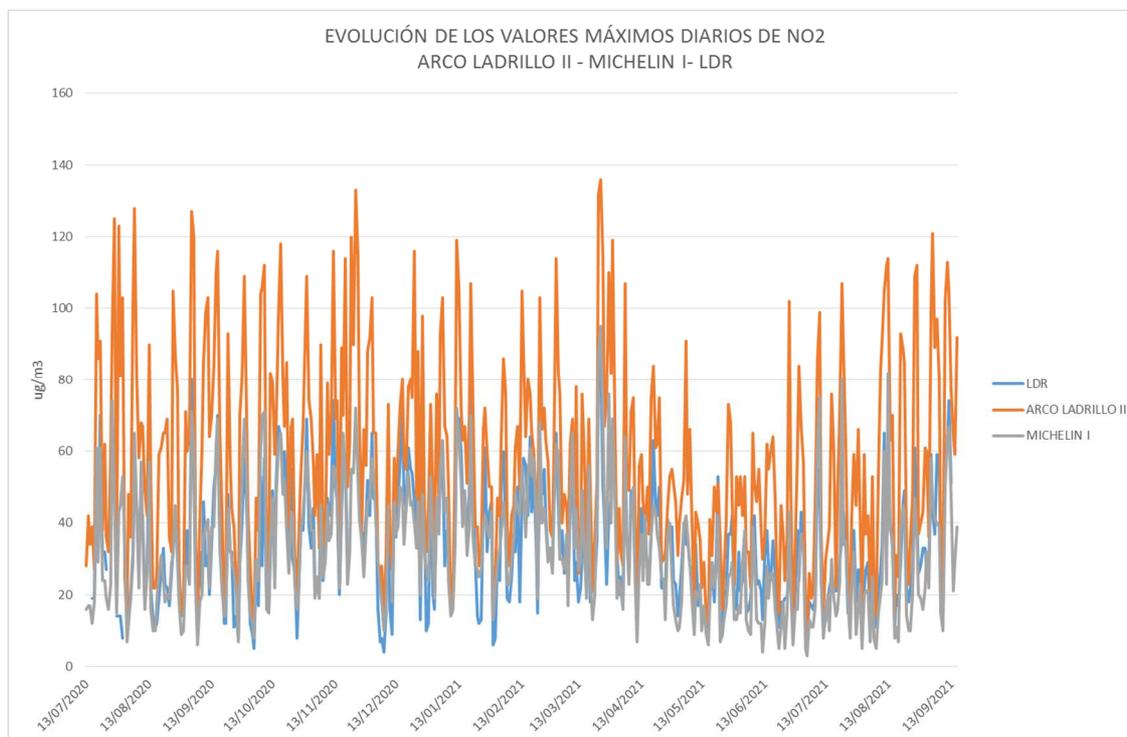


Gráfico 4: Evolución de los valores máximos diarios de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) en las estaciones de Arco Ladrillo II, Michelin I y en el LDR.

## V INFORME de EVALUACIÓN del LDR.

Como se muestra en las gráficas tanto en los valores máximos diarios como los valores medios diarios en las estaciones de Arco Ladrillo II, Michelin I y en el LDR; los datos siguen la misma evolución en un gran número de días, apreciándose que los valores de Arco Ladrillo II son superiores a los del LDR, supuesto que se confirma a partir de estudio de correlación de series.

Se muestra la gráfica de correlación entre los datos de la estación de Arco de Ladrillo y el LDR.

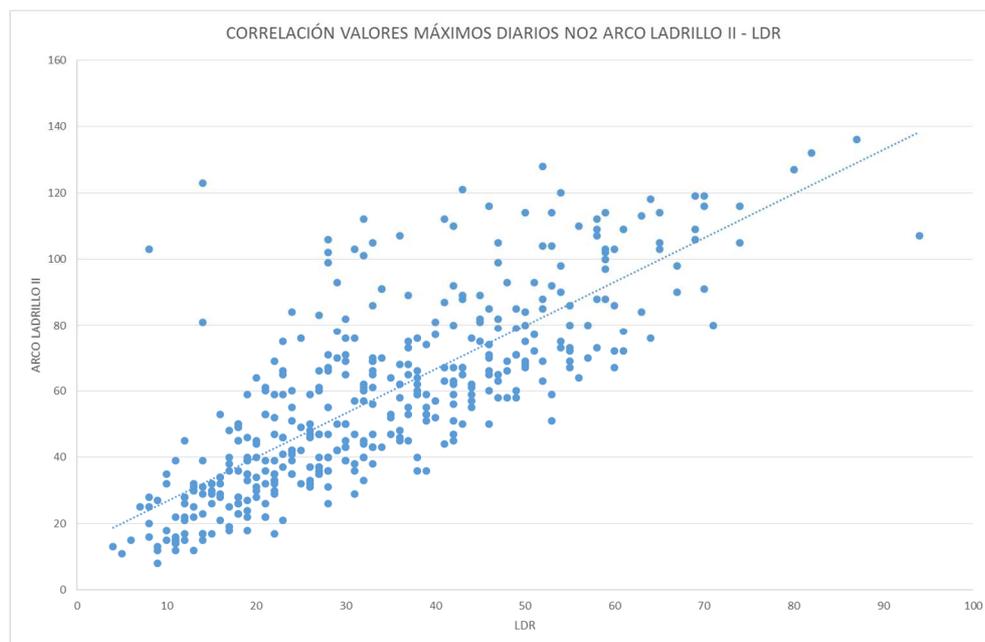


Gráfico 5: Correlación de los valores máximos diarios de NO<sub>2</sub> de la estación de Arco Ladrillo II y el LDR.

$$y = 1,3288x + 13,404 \quad R^2 = 0,6156$$

## 6.5 Black Carbon

### 6.5.1 Valores límites legales y recomendaciones

No existe legislación aplicable en calidad del aire.

## V INFORME de EVALUACIÓN del LDR.

### 6.5.2 Resultados

Contaminante (longitud de onda)	Máximo horario ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mínimo horario ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Datos válidos (%)
bc1 (370 nm)	2,904	0,001	0,149	78
bc2 (430 nm)	3,008	0,001	0,150	78
bc3 (470 nm)	3,003	0,001	0,147	78
bc4 (525 nm)	2,992	0,002	0,144	78
bc5 (565 nm)	3,009	0,002	0,144	78
bc6 (590 nm)	3,051	0,002	0,146	78
bc7 (660 nm)	3,126	0,002	0,148	78
bc8 (700 nm)	3,146	0,002	0,148	78
bc9 (880 nm)	3,219	0,002	0,147	78
bc10 (950 nm)	3,281	0,001	0,148	78

Conforme a la bibliografía consultada, la absorción a una determinada longitud de onda es contribución de dos señales, una de origen fósil y otra de biomasa.

### 6.6 Ozono ( $\text{O}_3$ )

#### 6.6.1 Valores límites legales

Objetivo	Parámetro	Valor
Objetivo a largo plazo para la protección de la salud humana	Máxima diaria de las medias móviles octohorarias en un año civil.	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	PARÁMETRO	UMBRAL
Umbral de información	Promedio horario	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Umbral de alerta	Promedio horario	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

#### 6.6.2 Resultados

Los resultados que se muestran en las tablas siguientes corresponden al analizador de  $\text{O}_3$  por quimioluminiscencia

## V INFORME de EVALUACIÓN del LDR.

	Valor máximo horario	Valor máximo octohorario
2020-2021	141µg/m <sup>3</sup>	137 µg/m <sup>3</sup>
2020	141µg/m <sup>3</sup>	129 µg/m <sup>3</sup>
2021	140µg/m <sup>3</sup>	137 µg/m <sup>3</sup>

### 6.6.3 Valores límite y objetivos de la OMS

GUÍA DE LA OMS	2005	2030
<b>MEDIA OCTO HORARIA</b>	100 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>
<b>PROMEDIO DE LAS MÁXIMAS OCTO HORARIAS EN EL PERIODO DE 6 MESES DE ABRIL A SEPTIEMBRE</b>	-----	60 µg/m <sup>3</sup>
<b>24 HORAS</b>	-----	25 µg/m <sup>3</sup>

En la siguiente tabla se indica el número de veces que se ha superado el valor octohorario de 100 µg/m<sup>3</sup> establecido en la **Guía de la OMS del año 2005** y en las **nuevas Directrices mundiales de la OMS** sobre calidad del aire.

	2020	2021
<b>Nº DE VECES QUE SE HA SUPERADO EL VALOR OCTO HORARIO 100 µg/m<sup>3</sup></b>	90	164
<b>Nº DE DÍAS EN LOS QUE SE HA SUPERADO EL VALOR OCTO HORARIO 100 µg/m<sup>3</sup></b>	19	36

En la tabla que se muestra a continuación se muestra el valor promedio de las máximas octohorarias en el periodo de 6 meses, de abril a septiembre, y el número de veces que se ha superado el valor diario indicado en las **nuevas Directrices mundiales de la OMS** sobre calidad del aire, así como el valor promedio para los años 2020 y 2021:

	2020	2030
<b>PROMEDIO DE LAS MÁXIMAS OCTO HORARIAS EN EL PERIODO DE 6 MESES DE ABRIL A SEPTIEMBRE</b>	88 µg/m <sup>3</sup>	88 µg/m <sup>3</sup>
<b>Nº DE VECES QUE SE HA SUPERADO EL VALOR DIARIO 25 µg/m<sup>3</sup></b>	129	236

### 6.6.4 Gráficas

A continuación, se muestra la evolución de los valores medios diarios de O<sub>3</sub> en el LDR y las estaciones de Valladolid Sur y Paseo del Cauce, estación de Calidad del Aire de Energy Works (EW) por Absorción Ultravioleta.

## V INFORME de EVALUACIÓN del LDR.

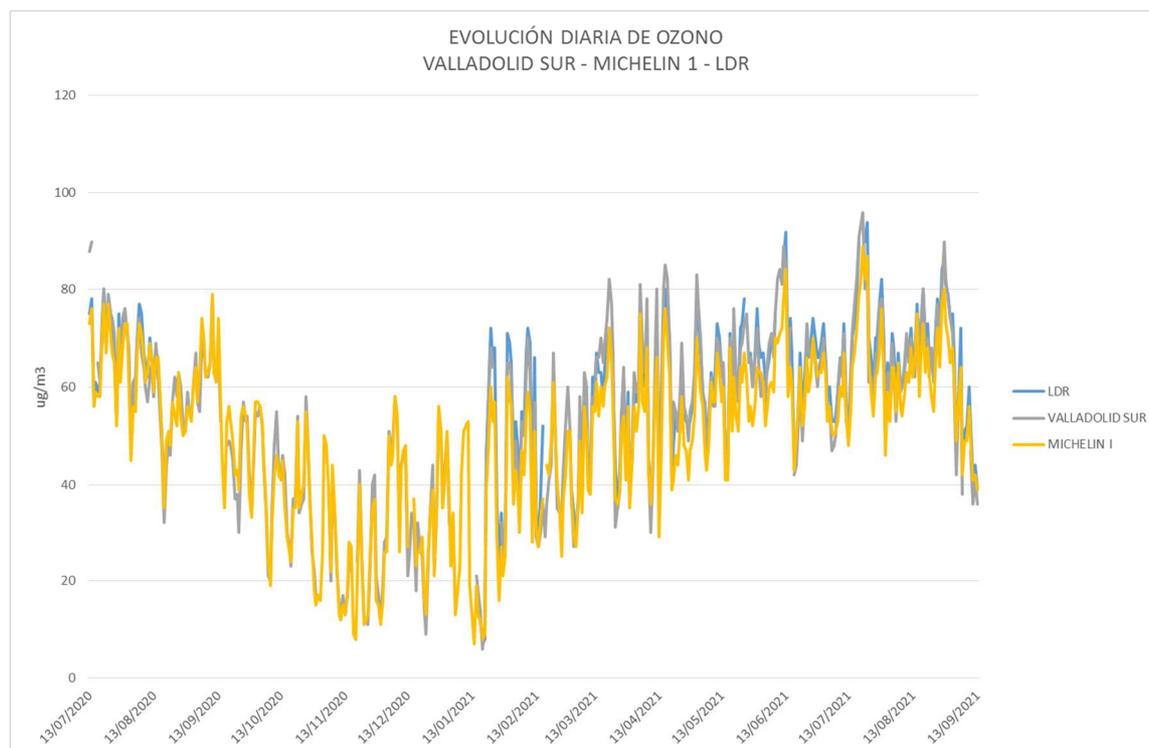


Gráfico 6: Evolución de los valores medios diarios de  $\text{O}_3$  en el LDR y las estaciones de Valladolid Sur y EW 1.

Como se muestra en la primera gráfica la evolución de los valores medios diarios en la estación de Valladolid Sur, EW1 y los datos del LDR son totalmente equivalentes, en un gran número de días.

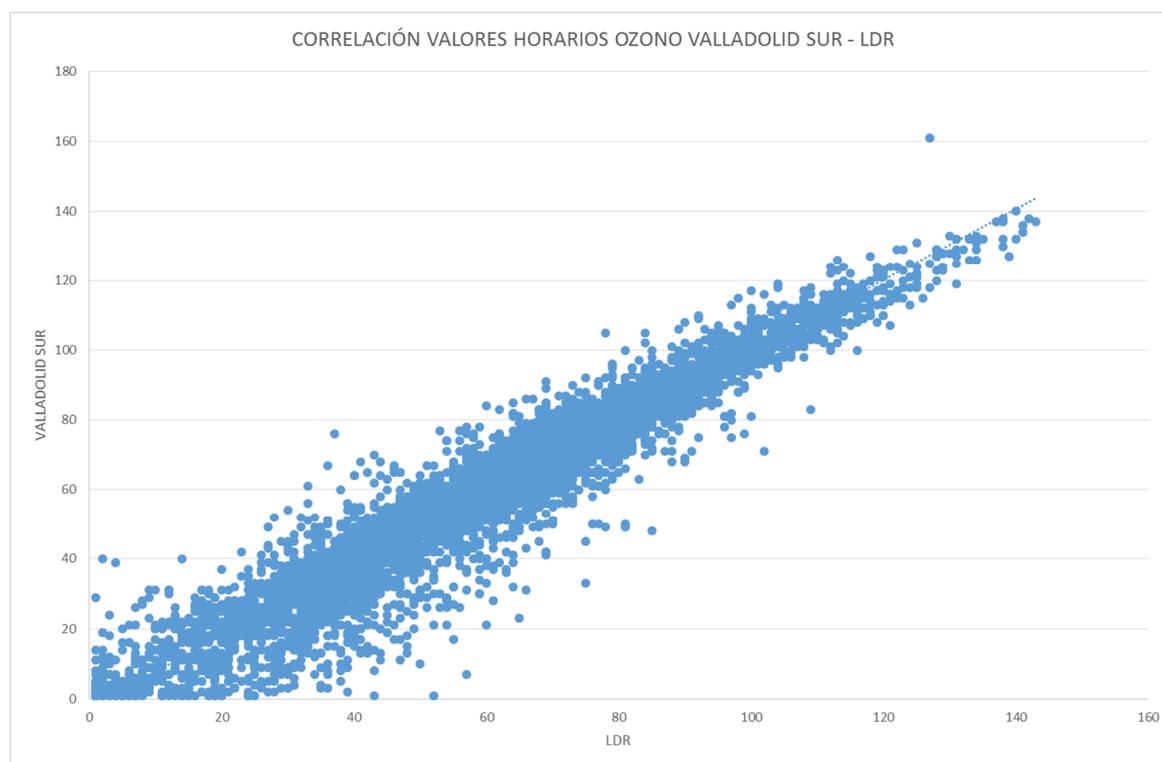


Gráfico 7: Correlación de los valores horarios de ozono de la estación de Valladolid Sur y el LDR.

$$y = 1,0206x - 2,3355 \quad R^2 = 0,9229$$

## V INFORME de EVALUACIÓN del LDR.

### 6.7 Benceno

#### 6.7.1 Valor límite legal

El valor límite se expresará en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . El volumen ha de ser referido a una temperatura de 293 K y 101,3 kPa.

	Periodo de promedio	Valor límite
Valor límite	Año civil	$5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

#### 6.7.2 Resultados

	Media	Máximo Horario	Mínimo Horario	% datos válidos
2020-2021	$0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$7.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	69%
2020	$0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	80%
2021	$0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$7.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	69%

#### 6.7.3 Gráficas

A continuación, se muestra la evolución diaria del benceno en la estación de Arco Ladrillo II y en el LDR.

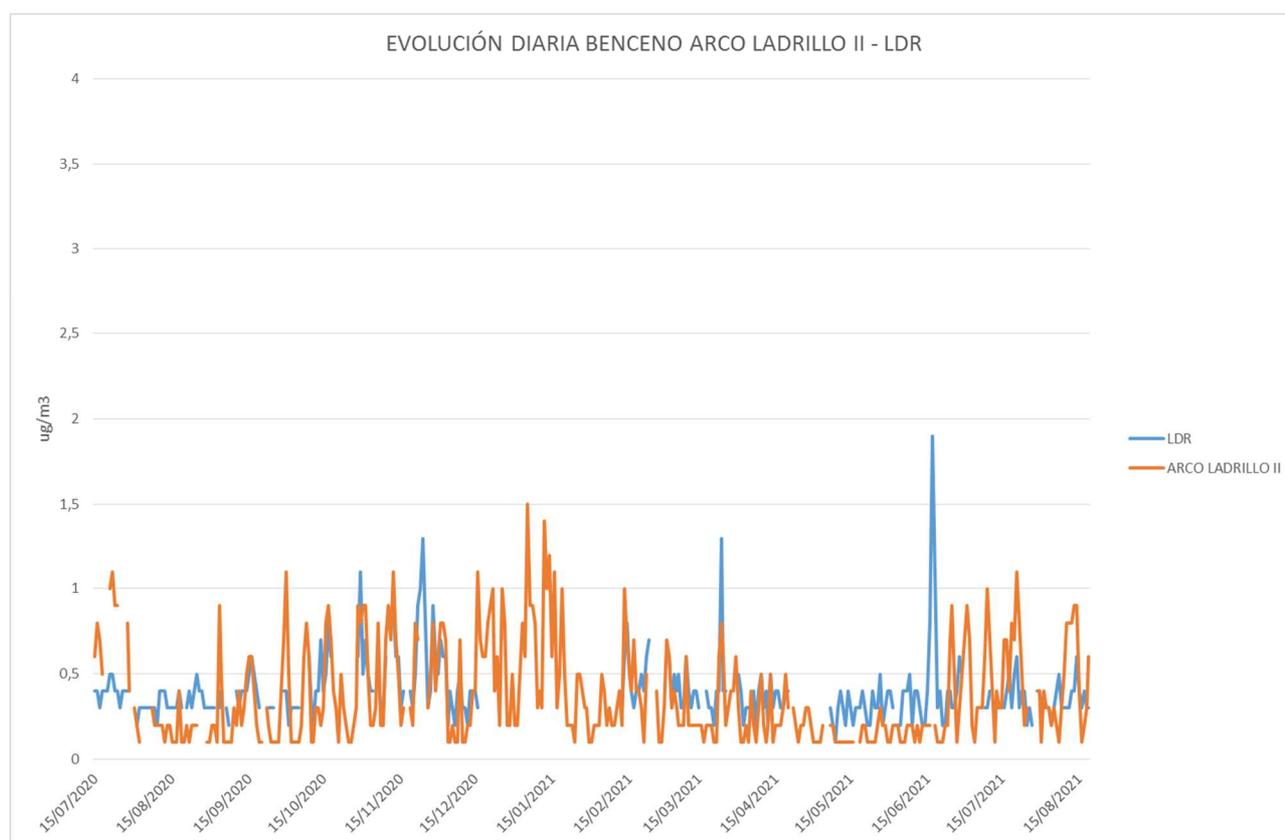


Gráfico 8: Evolución de los valores diarios de benceno de la estación de Arco Ladrillo II y el LDR.

Como se muestra en la gráfica los valores medios diarios son muy bajos y aunque se parecían tendencias distintas, en ningún caso superan los umbrales inferior de evaluación de este contaminante.

## V INFORME de EVALUACIÓN del LDR.

### 6.8 Benzo(a)pireno

#### 6.8.1 Valor límite legal

El valor objetivo se expresa en condiciones ambientales. Muestra los niveles en aire ambiente en la fracción PM10 como promedio durante un año natural.

Contaminante	Periodo de promedio	Valor límite
<b>Benzo(a)pireno (B(a)P)</b>	Año natural	1 ng/m <sup>3</sup>

#### 6.8.2 Resultados

Los datos correspondientes a Benzo(a)pireno.

Valor medio	Filtros medidos durante la campaña
0.19 ng/m <sup>3</sup>	97

El valor medio está expresado en ng/m<sup>3</sup>.

### 6.9 Metales pesados

#### 6.9.1 Valores límites legales

Contaminante	Valor objetivo	Periodo de promedio
<b>Arsénico (As)</b>	6 ng/m <sup>3</sup>	Niveles en aire ambiente en la fracción PM <sub>10</sub> como promedio durante un <u>año natural</u>
<b>Cadmio (Cd)</b>	5 ng/m <sup>3</sup>	
<b>Níquel (Ni)</b>	20 ng/m <sup>3</sup>	
<b>Plomo (Pb)</b>	0.5 µg/m <sup>3</sup>	

#### 6.9.2 Resultados

A continuación se muestra una tabla con los valores de metales pesados, no sólo los legislados sino otros también que se consideran relevantes.

Contaminante	Valor medio	Filtros medidos durante la campaña
<b>Arsénico (As)</b>	0.26 ng/m <sup>3</sup>	172
<b>Cadmio (Cd)</b>	0.06 ng/m <sup>3</sup>	172
<b>Níquel (Ni)</b>	1.54 ng/m <sup>3</sup>	172
<b>Plomo (Pb)</b>	0.0018 µg/m <sup>3</sup>	172
<b>Zinc (Zn)</b>	0.059 µg/m <sup>3</sup>	172

El análisis de estos metales se ha realizado en el Laboratorio Regional de Calidad Ambiental, de la Junta de Castilla y León LARECA.

## 7 CONCLUSIONES

1.- De todos los contaminantes legislados medidos durante esta campaña, en el LDR, y haciendo las extrapolaciones oportunas no se ha superado ningún valor límite legal.

2.- Siendo el objetivo principal de esta campaña la diagnosis de la calidad del aire de la zona Norte de la ciudad de Valladolid, podemos concluir que el LDR registra resultados inferiores y comparables con el resto de las estaciones de la ciudad.

3.- Los resultados de partículas PM<sub>10</sub>, no han superado los valores límite. Se obtiene un valor medio de la campaña de 19µg/m<sup>3</sup>, inferior un 50% al valor límite anual (40µg/m<sup>3</sup>), y se registran un total de 1 superación para el 2020 y 11 superaciones en 2021, cuando el límite se fija en 35 superaciones. En cuanto a los valores de la OMS, se cumplirían con el valor medio anual fijado en 2005, si bien estando muy cerca, no alcanzaríamos el objetivo a 2030 fijado en 15µg/m<sup>3</sup>. Es muy posible que al efectuar los descuentos ese valor descienda hasta los 17-16µg/m<sup>3</sup>.

Respecto a la comparativa con otras estaciones del municipio, se observa una tendencia similar a los registros de las estaciones de Poniente y Arco de Ladrillo II. Al igual que en las estaciones, se nota un incremento de los valores de 2021 respecto a 2020 debido a tres condicionantes:

- -el mayor número de intrusiones de polvo sahariana, que suele ser más habitual a primeros de año
- -la presencia de la borrasca “Filomena” que la semana siguiente trajo consigo un considerable aumento de los niveles, debido a la resuspensión de toda la sal esparcida.
- -las restricciones de movilidad existente en el segundo semestre de 2020, que limitaron el número de vehículos.

Esa evolución similar a las estaciones de la ciudad evidencia que mucha de la carga de partículas de la ciudad, es de origen externo y que en los días que se registran altos valores de partículas son debidos a fenómenos de intrusión sahariana, o bien a episodios de entrada de aerosoles antropogénicos procedentes del norte de Europa.

4.- Sobre las partículas PM<sub>2.5</sub>, la situación es similar a las partículas PM<sub>10</sub>. Se ha obtenido un valor medio de la campaña de 9µg/m<sup>3</sup> muy por debajo del valor límite que se establece en 25 µg/m<sup>3</sup>. Respecto a los valores de la OMS, se cumplirían los de 2005, pero no los de 2030, fijado en 5 µg/m<sup>3</sup>.

Respecto a la comparativa con los registros de las otras estaciones en la ciudad se observa también un comportamiento muy similar, no encontrando diferencias significativas en la comparación de las series.

## V INFORME de EVALUACIÓN del LDR.

4.-Respecto a los resultados de  $\text{NO}_2$ , se ha obtenido una media de la campaña de  $16\mu\text{g}/\text{m}^3$ , muy por debajo del valor límite de  $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Respecto a los valores de la OMS, los registros cumplirían con los valores de 2005, si bien se quedan lejos de los objetivos a 2030, que establecen un valor medio de  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Si se comparan los registros con los de las otras estaciones de la ciudad, se observa que los valores medios son inferiores a las estaciones de tráfico de la ciudad (Arco Ladrillo, Puente de Poniente), si bien son más datos que los de las estaciones de Energyworks, posiblemente debido a una mayor cercanía del LDR a estas instalaciones. Se han comparado las series de datos del Arco Ladrillo II y el LDR., obteniendo una pendiente próxima a 1.30, lo que significa que los registros de LDR son inferiores a los de esa estación.

5.- Respecto a los datos de  $\text{O}_3$ , se han utilizado los datos del equipo de quimioluminiscencia, ya que el equipo de absorción estuvo inoperativo un par de meses. En cualquier caso, al comparar los resultados de ambos equipos se obtiene un coeficiente de correlación superior a 0,98, lo que indica la escasa a nula presencia de interferentes como podían ser la presencia de hidrocarburos.

En cuanto a los resultados no se superó a lo largo de la campaña el umbral de información, y por tanto tampoco el de alerta. En cuanto a los valores de la OMS, se registra una situación similar al del resto de las estaciones de la ciudad.

Cuando se comparan los registros con los de otras estaciones los resultados muestran una tendencia similar. Es llamativo, el resultado del análisis de las series del LDR con Valladolid Sur, ya que cada uno de los emplazamientos está en el extremo de la ciudad. El resultado de la comparativa es un coeficiente de correlación de 1.02, lo que significa que ambas estaciones registran valores similares, durante el periodo de estudio, algo más de un año. Este dato, muestra y confirma los estudios realizados sobre la presencia de ozono en Valladolid, y que la mayor parte del ozono es importado y no depende de las emisiones de la ciudad, ya que en el escenario de vientos dominante de componente Norte, la estación más al Sur debía registrar los valores más altos, y esto no ocurre.

6.- En cuanto al resto de contaminantes,  $\text{SO}_2$ , Amoniac (NH<sub>3</sub>), Benceno, Benzo(A)pireno registran valores muy bajos, que no llegan ni al 20% del valor límite, siendo similares a los del resto de la ciudad.

7.- Respecto a los valores de los metales, se encuentran registros similares a los de la ciudad, también muy por debajo de los valores límite legislados. En este sentido y sobre la consideración del “polvo negro” no parece que el contenido de ese “polvo negro” sea especialmente metálico. En ese sentido además los valores del Black Carbon, sin ser de todo confirmativos, muestran la presencia de partículas de quema de biomasa, en virtud de los registros de absorción a longitudes de onda más largas.

8.- En definitiva, los resultados registrados durante la campaña muestran que los valores de calidad del aire son similares a los registrados en la ciudad de Valladolid, más bajos para el caso de  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{NO}_2$ , y sin diferencias

## V INFORME de EVALUACIÓN del LDR.

en el caso del Ozono. Las estaciones de la Red, por tanto, se pueden utilizar para evaluar la calidad del aire de esa zona.

Valladolid, abril de 2022