

**INFORME CAMPAÑA DE MEDIDA DE  
BENCENO (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) EN LA ESTACIÓN DE  
BUJARALUZ DE LA RED DE CALIDAD DEL  
AIRE DEL GOBIERNO DE ARAGÓN**

**INFORME CAMPAÑA 2022  
J. AGUIRRE S.L.**

# INFORME CAMPAÑA DE MEDIDA DE BENCENO (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) EN LA ESTACIÓN DE BUJARALUZ DE LA RED DE CALIDAD DEL AIRE DEL GOBIERNO DE ARAGÓN

Zaragoza, 15 de enero de 2023

*Pág. 1*

---

**DELEGACIÓN OESTE**

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña  
☎ 📠 +34 91 565 02 57  
E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

**OFICINA CENTRAL**

Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 – Nave 17  
28021 Madrid  
☎ 📠 +34 91 565 02 57  
📠 +34 91 565 03 06  
E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

**DELEGACIÓN NORESTE**

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza  
☎ 📠 +34 97 651 82 81  
E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)

## INDICE

1. Objeto .....	3
2. Presentación Campaña .....	3
3. Descripción Contaminante .....	4
4. Legislación Aplicable .....	5
5. Metodología de la Campaña .....	6
6. Equipos.....	7
7. Fundamento del Sistema de captación pasivo .....	10
7.1 Descripción de cartucho RAD 145.....	11
8. Ubicación.....	11
9. Datos Meteorológicos.....	13
9.1 Temperatura .....	13
9.2 Humedad Relativa .....	14
9.3 Precipitación .....	14
9.4 Rosa de los vientos .....	15
10. Toma de muestras.....	17
11. Evaluación de los datos.....	18
11.1 Efecto de la temperatura, la humedad y la velocidad del viento.....	18
12. Resultados .....	19
13. Conclusiones .....	22

### DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña  
☎ +34 91 565 02 57  
E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### OFICINA CENTRAL

Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 – Nave 17  
28021 Madrid  
☎ +34 91 565 02 57  
☎ +34 91 565 03 06  
E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza  
☎ +34 97 651 82 81  
E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)

## 1. Objeto

El presente informe tiene como objeto la descripción de los resultados de la campaña de medidas indicativas de benceno ( $C_6H_6$ ) en aire ambiente, realizada en la estación de Bujaraloz de la Red de Calidad de Aire del Gobierno de Aragón, mediante captadores pasivos en el período comprendido de enero de 2022 a diciembre de 2022.

Los trabajos se desarrollan por la empresa J. Aguirre s.l, de acuerdo con el contrato de mantenimiento de la Red de Calidad de Aire del Gobierno de Aragón, con expediente N° 1404-4422-2019/13.

## 2. Presentación Campaña

La selección de la ubicación se realiza teniendo en cuenta los criterios expresados en las normativas actuales y en particular, las descritas en el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, y Real Decreto 39/2017, relativo a la mejora de la calidad del aire.

La determinación de Benceno se realiza en laboratorio acreditado por la Norma UNE EN ISO/IEC 17025:2015. El Laboratorio seleccionado fue Eurofins-Iproma, Laboratorio de análisis y asesoramiento medioambiental.

La determinación de benceno por laboratorio, se realiza según método interno CGM/027-a: Determinación de compuestos orgánicos volátiles en tubos absorbentes con desorción térmica y cromatografía de gases/masas. Este es un método complementario a las siguientes Normas:

- UNE-EN ISO 16017-2:2003. Aire de interiores, ambiente y ocupacional. Muestreo y análisis de compuestos orgánicos volátiles por tubo adsorbente/desorción térmica / cromatografía de gases capilar.

UNE-EN 14662-4:2005. Calidad del aire ambiente. Método normalizado para la medida de la concentración de benceno. Muestreo difusivo seguido por desorción térmica y cromatografía de gases.

### DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña  
☎ +34 91 565 02 57  
E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### OFICINA CENTRAL

Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 – Nave 17  
28021 Madrid  
☎ +34 91 565 02 57  
☎ +34 91 565 03 06  
E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza  
☎ +34 97 651 82 81  
E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)

### 3. Descripción Contaminante

El benceno es un hidrocarburo aromático de fórmula molecular  $C_6H_6$ . Procede sobre todo de fuentes de tipo natural. Se libera básicamente como consecuencia de procesos de combustión incompleta y por evaporación de determinados combustibles.

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.<sup>1</sup>

Sus efectos nocivos 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  $O_3$  y de aerosoles orgánicos secundarios.

---

<sup>1</sup> <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/benceno.aspx>

---

#### DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña  
☎ +34 91 565 02 57  
E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

#### OFICINA CENTRAL

Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 – Nave 17  
28021 Madrid  
☎ +34 91 565 02 57  
☎ +34 91 565 03 06  
E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

#### DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza  
☎ +34 97 651 82 81  
E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)

## 4. Legislación Aplicable

Debido a su toxicidad, tanto la Directiva 2008/50/CE como el Real Decreto 102/2011 establecen un valor límite (VL) para el promedio anual de benceno en el aire ambiente de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .<sup>2</sup>

En la citada normativa se incluyen los umbrales superior e inferior de evaluación (UES y UEI), cuya superación se debe determinar sobre la base de las concentraciones registradas durante los cinco años anteriores si se dispone de datos. Se considera que se ha superado un umbral de evaluación cuando, en el transcurso de esos cinco años, se haya superado el valor numérico del umbral durante al menos tres años distintos.

A continuación, se describen los umbrales de evaluación para el benceno, descritos en el Real Decreto 102/2011:

Umbral	Media Anual
Umbral Superior de evaluación	70% del valor limite ( $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Umbral Inferior de evaluación	40% del valor limite ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Figura 1. Umbrales de Evaluación benceno  
Fuente: Real Decreto 102/2011

Además del VL y de los UEI y UES para benceno, en la normativa se establecen recomendaciones para la medición de los COV precursores de ozono. Éstos incluyen la monitorización de los compuestos BTEX, además de otros 26 compuestos orgánicos volátiles.

<sup>2</sup> Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

### DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña  
☎ +34 91 565 02 57  
E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### OFICINA CENTRAL

Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 – Nave 17  
28021 Madrid  
☎ +34 91 565 02 57  
☎ +34 91 565 03 06  
E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza  
☎ +34 97 651 82 81  
E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)

## 5. Metodología de la Campaña

Los datos de la campaña indicativa que aquí se presentan corresponden a 8 medidas distribuidas uniformemente en el período de enero de 2022 a diciembre de 2022.

DENOMINACIÓN	FECHA INICIO	FECHA FINAL	PERÍODO ESTACIONAL
01-BEN-22	15/02/2022	25/02/2022	Invierno
02-BEN-22	09/03/2022	21/03/2022	Invierno
03-BEN-22	05/05/2022	16/05/2022	Primavera
04-BEN-22	01/06/2022	13/06/2022	Primavera
05-BEN-22	14/07/2022	25/07/2022	Verano
06-BEN-22	10/08/2022	23/08/2022	Verano
07-BEN-22	22/09/2022	04/10/2022	Otoño
08-BEN-22	03/11/2022	14/11/2022	Otoño

Figura 2. Metodología de la campaña  
Fuente: Propia

Como información complementaria al estudio se han utilizado los datos meteorológicos de la estación de Bujaraloz, ubicada en el punto de muestreo, perteneciente a la Red de Calidad del Aire del Gobierno de Aragón.

### DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña  
☎ +34 91 565 02 57  
E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### OFICINA CENTRAL

Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 – Nave 17  
28021 Madrid  
☎ +34 91 565 02 57  
☎ +34 91 565 03 06  
E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza  
☎ +34 97 651 82 81  
E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)

## 6. Equipos

Para la medición se ha empleado la captación pasiva, mediante tubos adsorbentes Radiello.

Los componentes del sistema de muestreo son:

- Cuerpo difusor amarillo
- Placa de apoyo
- Adaptador vertical
- Cartucho adsorbente RAD145
- Soporte triangular
- Carcasa protectora



Figura 3. Sistema de muestreo Pasivos Radiello  
Fuente: Manual Radiello

### DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña  
☎ +34 91 565 02 57  
E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### OFICINA CENTRAL

Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 – Nave 17  
28021 Madrid  
☎ +34 91 565 02 57  
☎ +34 91 565 03 06  
E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza  
☎ +34 97 651 82 81  
E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)

El cuerpo difusor, restringe el tipo de moléculas que se difunden a través de él y minimiza la sensibilidad del sistema frente a la velocidad del viento y las turbulencias.

La carcasa, está diseñada para proteger los filtros de las inclemencias del clima, como la lluvia, el viento, etc.

El cartucho adsorbente se fija sobre un soporte triangular de policarbonato, tal y como puede observarse en la siguiente fotografía donde se muestra su instalación en el punto de muestreo:



Figura 4. Instalación de Pasivos Radiello  
Fuente: Propia

#### DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo

15009 A Coruña

☎ +34 91 565 02 57

E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

#### OFICINA CENTRAL

Laguna del Marquesado 19

Planta 2 – Nave 17

28021 Madrid

☎ +34 91 565 02 57

☎ +34 91 565 03 06

E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

#### DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local

50018 Zaragoza

☎ +34 97 651 82 81

E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)



Figura 5. Ubicación de Pasivos Radiello  
Fuente: Propia

#### DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña  
☎ +34 91 565 02 57  
E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

#### OFICINA CENTRAL

Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 – Nave 17  
28021 Madrid  
☎ +34 91 565 02 57  
☎ +34 91 565 03 06  
E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

#### DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza  
☎ +34 97 651 82 81  
E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)

## 7. Fundamento del Sistema de captación pasivo

Los captadores pasivos tienen su fundamento en los fenómenos de difusión y permeación, por los cuales, las moléculas de un gas que están en constante movimiento, son capaces de penetrar y difundirse espontáneamente a través de la masa de otro gas hasta repartirse uniformemente en su seno, así como de atravesar una membrana sólida que le presente una determinada capacidad de permeación<sup>3</sup>.

Los captadores pasivos para la captación de gases se rigen por la Ley de Fick que relaciona el flujo de un gas que difunde desde una región de alta concentración (extremo abierto del tubo), con el tiempo de exposición y el área del captador, que está expuesto al contaminante.

Dicha ley se basa en que las moléculas de un gas se difunden en todas direcciones con igual probabilidad. Por ello la difusión intentaría eliminar la carencia de moléculas originada por el gradiente que hay en un determinado espacio mediante el movimiento de moléculas hacia dicho espacio.

La ecuación a emplear proviene de la Ley de Fick y es:

$$C = \frac{Q}{S * t}$$

Donde:

C: Concentración del contaminante en moles por centímetro cúbico (mol/cm<sup>3</sup>)

Q: Cantidad de moles difundidos (mol)

S: Coeficiente de captación (cm<sup>3</sup>/min)

T: Tiempo de difusión (min)

---

<sup>3</sup> [NTP 151: Toma de muestras con captadores pasivos \(insst.es\)](http://ntp151.insst.es)

## 7.1 Descripción de cartucho RAD 145

RAD145 es un cilindro de red de acero inoxidable, con abertura de rejilla de malla de 3x8  $\mu\text{m}$  y 4,8 mm de diámetro, empaquetado con  $350 \pm 10$  mg de carbón grafitizado (Carbograph 4), el tamaño de partícula es de malla 35-50.

Los compuestos orgánicos volátiles son atrapados por adsorción y recuperados por desorción térmica.

## 8. Ubicación

El presente estudio se realiza en la estación de calidad del aire del Gobierno de Aragón, en el municipio de Bujaraloz, Provincia de Zaragoza.

La medición se realiza en una estación de tipo Fondo - Rural.

Situación: Paraje situado junto campo de fútbol y piscinas.

Coordenadas GMS:N: 41° 30' 285''

W: 0° 09' 183''



Figura 6. Ubicación Estación de Bujaraloz  
Fuente: Google. (s.f.). [Estación Bujaraloz, Aragón].

### DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña  
☎ +34 91 565 02 57  
E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### OFICINA CENTRAL

Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 – Nave 17  
28021 Madrid  
☎ +34 91 565 02 57  
☎ +34 91 565 03 06  
E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza  
☎ +34 97 651 82 81  
E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)



Figura 7. Ubicación Estación de Bujaraloz  
Fuente: Propia

#### DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña  
☎ +34 91 565 02 57  
E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

#### OFICINA CENTRAL

Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 – Nave 17  
28021 Madrid  
☎ +34 91 565 02 57  
☎ +34 91 565 03 06  
E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

#### DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza  
☎ +34 97 651 82 81  
E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)

## 9. Datos Meteorológicos

### 9.1 Temperatura

En la campaña de medida indicativa, la temperatura media del período de estudio fue de 19,9 °C.

En el período estacional de invierno se registró una media de temperatura de 10,9 °C. Para las mediciones del período de primavera se presentó una temperatura media de 22,2 °C. Para las mediciones correspondientes al período de verano se registró una media de 28,8 °C. En las últimas mediciones correspondientes a la etapa de otoño se registró una media de 17,6 °C.

La temperatura máxima diaria presentada fue de 31 °C el día 12/08/2022 en la medida correspondiente a 06-BEN-22 en verano. La temperatura mínima diaria registrada fue de 8,2 °C el 09/03/22 en la medida 02-BEN-22 de invierno.

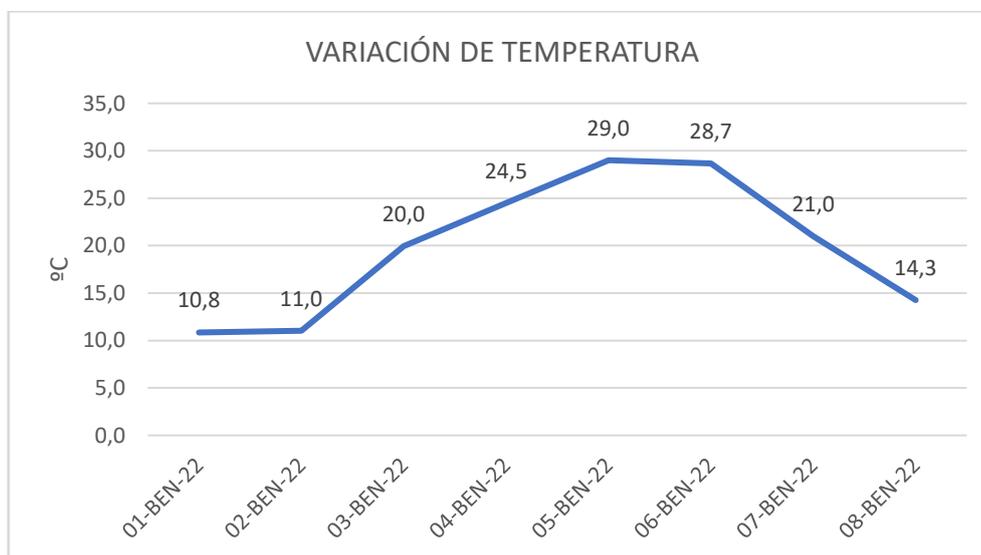


Figura 8. Variación de temperatura  
Fuente: Propia

#### DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña  
☎ +34 91 565 02 57  
E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

#### OFICINA CENTRAL

Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 – Nave 17  
28021 Madrid  
☎ +34 91 565 02 57  
☎ +34 91 565 03 06  
E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

#### DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza  
☎ +34 97 651 82 81  
E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)

## 9.2 Humedad Relativa

Los valores medios de humedad relativa, fueron de 68,5 % en Invierno; 50,0 % en primavera; 46,1 % en verano y 63,7 % en otoño. (Figura 9).

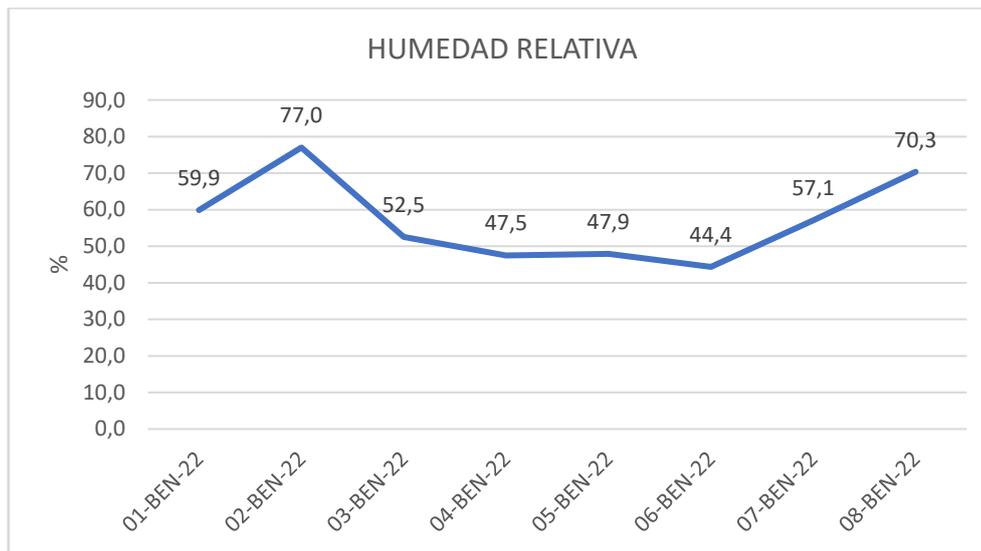


Figura 9. Humedad Relativa  
Fuente: Propia

## 9.3 Precipitación

La precipitación registrada durante la medición en la estación de invierno fue de 29 mm; en la medición de primavera fue de 12 mm; en verano se registraron 0,2 mm y en la medida del período de otoño se registró un valor de 31,2 mm.

### DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña  
☎ +34 91 565 02 57  
E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### OFICINA CENTRAL

Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 – Nave 17  
28021 Madrid  
☎ +34 91 565 02 57  
☎ +34 91 565 03 06  
E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza  
☎ +34 97 651 82 81  
E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)

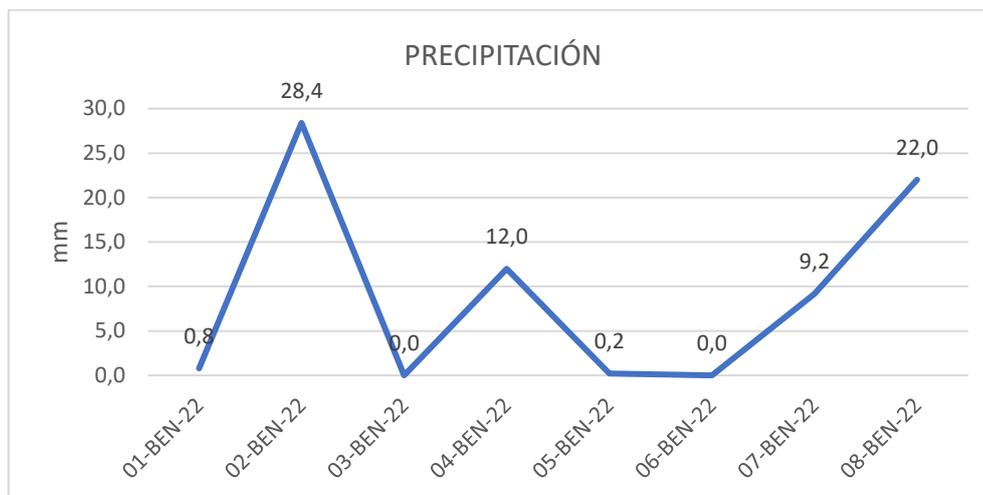
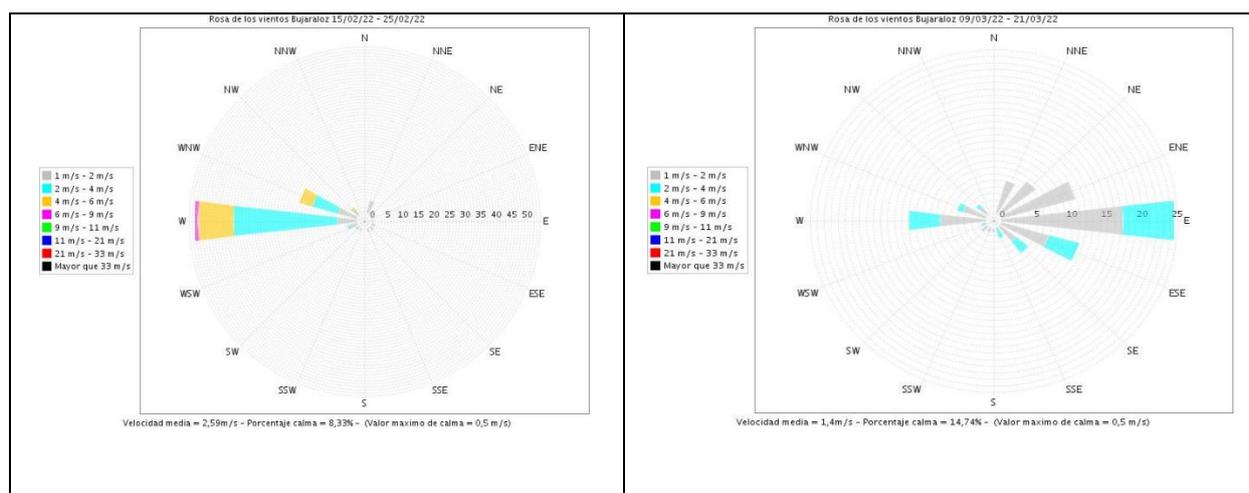


Figura 10. Precipitación  
Fuente: Propia

## 9.4 Rosa de los vientos

En la figura 11, se observa la rosa de los vientos considerando los datos horarios de dirección e intensidad de viento registrados durante las 8 medidas de la campaña.

La dirección del viento predominante en Bujaraloz en la campaña de medidas indicativas fue del Oeste. Su velocidad media fue de 0,7 m/s, con un porcentaje de calma de 51,78%.



### DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña  
☎ +34 91 565 02 57  
E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### OFICINA CENTRAL

Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 - Nave 17  
28021 Madrid  
☎ +34 91 565 02 57  
☎ +34 91 565 03 06  
E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza  
☎ +34 97 651 82 81  
E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)

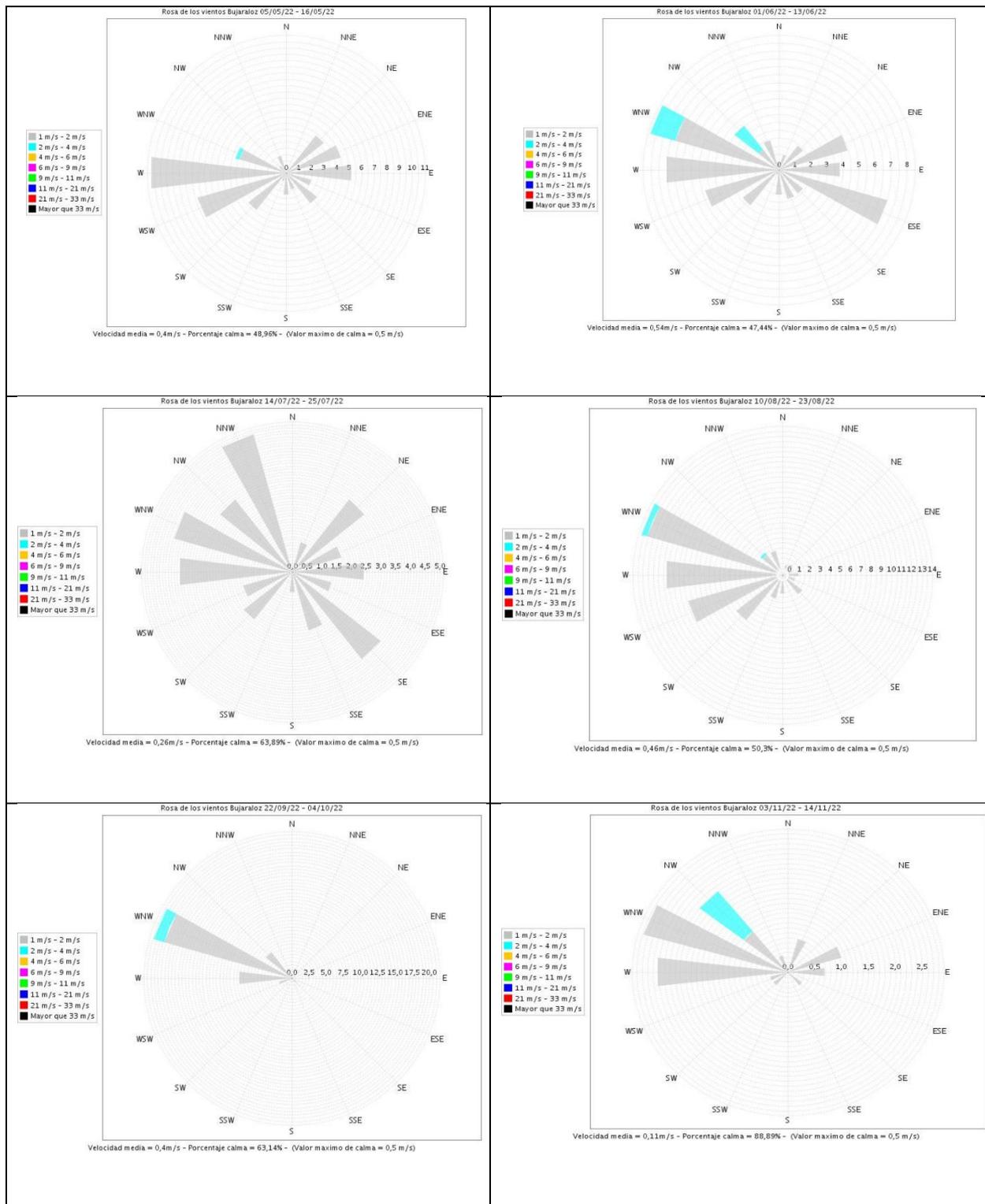


Figura 11. Rosa de los vientos campaña medición  
Fuente: CECOMA

**DELEGACIÓN OESTE**

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña  
☎ +34 91 565 02 57  
E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

**OFICINA CENTRAL**  
Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 – Nave 17  
28021 Madrid  
☎ +34 91 565 02 57  
☎ +34 91 565 03 06  
E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

**DELEGACIÓN NORESTE**

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza  
☎ +34 97 651 82 81  
E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)

## 10. Toma de muestras

Los captadores pasivos se instalaron en la estación de calidad de aire en el municipio de Bujaraloz, Provincia de Zaragoza, Aragón.

Se colocaron protegidos de la lluvia y según los casos, protegidos de la radiación solar. Se comprobó la no presencia de emisiones directas del contaminante en las proximidades al punto de muestreo.

Se etiquetó el captador pasivo de tal forma que permitió registrar de forma trazable, los siguientes datos: lugar de muestreo, contaminante a captar, día y hora de inicio, así como las condiciones climáticas durante la instalación.

Una vez transcurrido el tiempo de exposición deseado, se entregaron a Laboratorio Eurofins- Iproma para análisis y determinación de la cantidad contaminante captado.

---

### DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña  
☎ +34 91 565 02 57  
E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### OFICINA CENTRAL

Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 – Nave 17  
28021 Madrid  
☎ +34 91 565 02 57  
☎ +34 91 565 03 06  
E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza  
☎ +34 97 651 82 81  
E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)

## 11. Evaluación de los datos

La evaluación de los datos se realiza teniendo en cuenta la descripción del fundamento del sistema de captación pasivo descrita en el manual del captador Radiello para la determinación de benceno.

La concentración media del período de muestreo se calcula a partir de masa en la muestra de analito y tiempo de exposición sin introducir cualquier otro factor de corrección, además de variaciones de temperatura de  $Q_k$ .

La concentración media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) se calcula según la ecuación:

$$C = \frac{m}{Q_k * t} * 1000000$$

Donde:

C: concentración  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

m: masa del analito en  $\mu\text{g}$

t: tiempo de exposición en minutos

$Q_k$ : frecuencia de muestreo a la temperatura K

### 11.1 Efecto de la temperatura, la humedad y la velocidad del viento

Las tasas de muestreo varían desde el valor a 298 K sobre el efecto de la temperatura (en Kelvin) como se expresa en la siguiente ecuación:

$$Q_k = Q_{298} * \left(\frac{K}{298}\right)^{1,5}$$

donde  $Q_k$  es la frecuencia de muestreo a la temperatura K y  $Q_{298}$  es el valor de referencia a 298 K. Esto produce una variación de  $\pm 5\%$  de la variación  $10^\circ\text{C}$  (hacia arriba o hacia abajo) a partir de  $25^\circ\text{C}$ . Por su parte, la tasa de muestreo es invariante con humedad en el rango 15-90% y con velocidad del viento entre 0,1 y 10 m/s.

Por lo anterior, la constante de frecuencia de muestreo del analito  $Q_k$ , debe corregirse en función de la temperatura media de exposición de los tubos pasivos en cada

#### DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña  
☎ +34 91 565 02 57  
E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

#### OFICINA CENTRAL

Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 – Nave 17  
28021 Madrid  
☎ +34 91 565 02 57  
☎ +34 91 565 03 06  
E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

#### DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza  
☎ +34 97 651 82 81  
E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)

campaña, teniendo en cuenta los datos de temperatura proporcionados por la estación meteorológica ubicada en el punto de muestreo.

## 12. Resultados

Teniendo en cuenta los boletines de referencia, dados por el laboratorio, se realizaron los cálculos descritos en el capítulo 11, referente a evaluación de datos.

A continuación, se describen los resultados:

Medida	Identificación	Fecha Inicio	Hora Inicio	Fecha Finalización	Hora Final
1	01-BEN-22	15/02/2022	14:00	25/02/2022	14:00
2	02-BEN-22	09/03/2022	14:00	21/03/2022	14:00
3	03-BEN-22	05/05/2022	12:00	16/05/2022	12:00
4	04-BEN-22	01/06/2022	11:00	13/06/2022	11:00
5	05-BEN-22	14/07/2022	15:00	25/07/2022	15:00
6	06-BEN-22	10/08/2022	14:10	23/08/2022	14:10
7	07-BEN-22	22/09/2022	11:00	04/10/2022	11:00
8	08-BEN-22	03/11/2022	15:10	14/11/2022	15:10

Figura 12. Identificación de campaña  
Fuente: Propia

Medida	Identificación	Masa ( $\mu\text{g}$ )	Lte. Cuantif ( $\mu\text{g}$ )	Incertidumbre +/-
1	01-BEN-22	0,12	0,05	0,02
2	02-BEN-22	0,17	0,05	0,03
3	03-BEN-22	<0,05 *	0,05	0,02
4	04-BEN-22	<0,05 *	0,05	0,02
5	05-BEN-22	<0,05*	0,05	0,02
6	06-BEN-22	<0,05*	0,05	0,02
7	07-BEN-22	<0,05*	0,05	0,02
8	08-BEN-22	<0,05*	0,05	0,02

\*Valores inferiores al límite de cuantificación del Laboratorio de análisis.

Figura 13. Resultados de laboratorio  
Fuente: Propia

Medida	Identificación	Masa ( $\mu\text{g}$ )	Tiempo (min)	$Q_k$
1	01-BEN-22	0,12	14400	24,93
2	02-BEN-22	0,17	17280	24,95
3	03-BEN-22	<0,05	15840	26,15
4	04-BEN-22	<0,05	17280	26,75
5	05-BEN-22	<0,05	15840	27,36
6	06-BEN-22	<0,05	18720	27,32
7	07-BEN-22	<0,05	17280	26,28
8	08-BEN-22	<0,05	15840	25,38

Figura 14. Función de corrección de temperatura  
Fuente: Propia

Medida	Identificación	Concentración ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1	01-BEN-22	0,33
2	02-BEN-22	0,39
3	03-BEN-22	0,12
4	04-BEN-22	0,11
5	05-BEN-22	0,12
6	06-BEN-22	0,10
7	07-BEN-22	0,11
8	08-BEN-22	0,12

Figura 15. Resultados Concentración Benceno ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Fuente: Propia

Media anual	Concentración Benceno $\text{C}_6\text{H}_6$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
2022	0,18

Figura 16. Concentración media anual Benceno ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Fuente: Propia

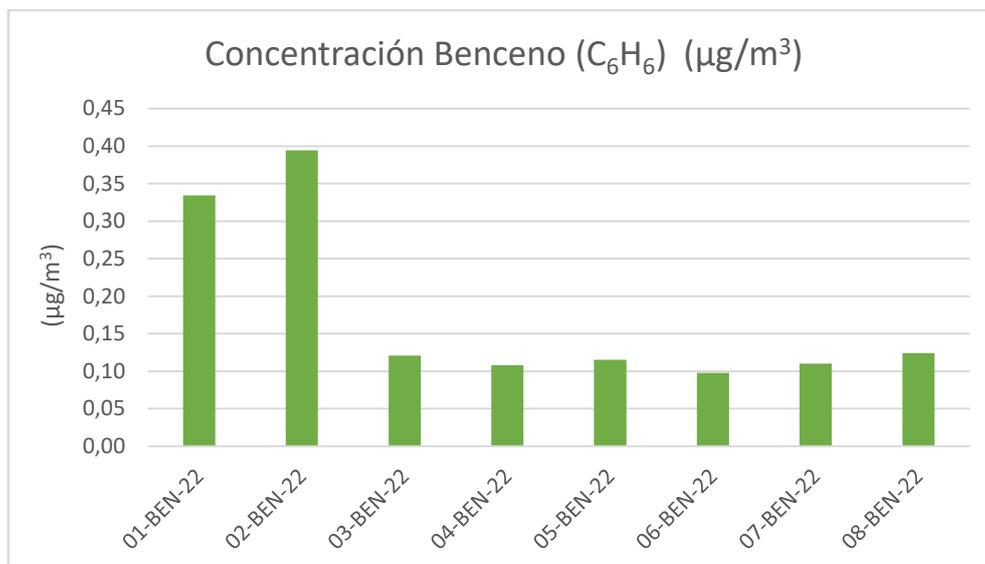


Figura 17. Resultados Concentración Benceno (µg/m<sup>3</sup>)  
Fuente: Propia

De acuerdo a los resultados, se registraron en la estación de Bujaraloz, concentraciones de Benceno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) de 0,33 µg/m<sup>3</sup> y 0,39 µg/m<sup>3</sup> en el período estacional de invierno. En la estación de primavera, se presentaron valores de 0,12 µg/m<sup>3</sup> y 0,11µg/m<sup>3</sup>. En el período de verano se presentaron concentraciones de 0,12 µg/m<sup>3</sup> y 0,10 µg/m<sup>3</sup>. Por su parte, en la estación de otoño se registraron valores de 0,11 µg/m<sup>3</sup> y 0,12 µg/m<sup>3</sup>. Obteniéndose así una media anual de concentración de amoniaco de 0,18 µg/m<sup>3</sup>.

Teniendo en cuenta la media de los períodos estacionales, la mayor concentración se registra en las mediciones de invierno con una media de 0,36 µg/m<sup>3</sup>, seguido de las mediciones en época otoñal con una media de 0,12 µg/m<sup>3</sup>; y finalmente las mediciones de verano y primavera registran un valor medio de 0,11 µg/m<sup>3</sup>.

Si tenemos en cuenta la medición de contaminantes en el punto de muestreo, encontramos que, para el periodo de medición de benceno, no se presentan superaciones en valores limite horario de óxidos de nitrógeno ni en los valores objetivo de ozono.

#### DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña  
☎ +34 91 565 02 57  
E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

#### OFICINA CENTRAL

Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 – Nave 17  
28021 Madrid  
☎ +34 91 565 02 57  
☎ +34 91 565 03 06  
E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

#### DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza  
☎ +34 97 651 82 81  
E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)

## 13. Conclusiones

La campaña de medición de benceno ha sido satisfactoria al obtener el 100% de los datos para los días de muestreo programados. La campaña se dividió en 8 medidas, distribuidas uniformemente a lo largo de 365 días. Las medidas fueron realizadas en los 4 períodos estacionales y representaron 92 días de muestreo. Por lo anterior, se cumple así con el 14% de cobertura mínima de datos en mediciones indicativas.

En la estación de Bujaraloz, se registró la mayor concentración en la muestra 02-BEN-22, correspondiente al período del 09/03/2022 al 21/03/2022 con 0,39  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{C}_6\text{H}_6$ . Por su parte, el menor valor registrado fue de 0,10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{C}_6\text{H}_6$  en la muestra 06-BEN-22, correspondiente al período del 10/08/2022 al 23/08/2022.

Como resultado de la campaña indicativa se presenta un valor medio anual de benceno de 0,18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En el período de muestreo, no se presentaron superaciones en valores límite horario de óxidos de nitrógeno ni en los valores objetivo de ozono. Así mismo, no se presentaron condiciones meteorológicas que afectarán las campañas de medición de benceno.

Al realizar la comparativa del resultado de la media anual con el valor regulado en la legislación, se concluye que la concentración de benceno, no presenta superación del umbral inferior de evaluación en la zona de estudio.

### DELEGACIÓN OESTE

Ronda de Outeiro 37, Entresuelo  
15009 A Coruña  
☎ +34 91 565 02 57  
E-mail [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### OFICINA CENTRAL

Laguna del Marquesado 19  
Planta 2 – Nave 17  
28021 Madrid  
☎ +34 91 565 02 57  
☎ +34 91 565 03 06  
E-mail: [info@j-aguirre-sl.com](mailto:info@j-aguirre-sl.com)

### DELEGACIÓN NORESTE

Pablo Iglesias, 24 Local  
50018 Zaragoza  
☎ +34 97 651 82 81  
E-mail [e.maldonado@j-aguirre-sl.com](mailto:e.maldonado@j-aguirre-sl.com)