

**INFORME CAMPAÑA DE MEDIDA
DE AMONIACO (NH_3) EN LA
ESTACIÓN DE BUJARALÓZ DE LA
RED DE CALIDAD DEL AIRE DEL
GOBIERNO DE ARAGÓN**

**INFORME CAMPAÑA 2024
J. AGUIRRE S.L.**

**INFORME CAMPAÑA DE MEDIDA DE AMONÍACO
(NH₃) EN LA ESTACIÓN DE BUJARALÓZ DE LA RED
DE CALIDAD DEL AIRE DEL GOBIERNO DE ARAGÓN**

2024

INDICE

1.	Objeto.....	1
2.	Presentación Campaña	1
3.	Descripción Contaminante.....	2
4.	Metodología de la Campaña	3
5.	Equipos.....	4
6.	Fundamento del Sistema de captación pasivo	7
6.1.	Descripción de cartucho RAD 168	8
7.	Ubicación	9
8.	Datos Meteorológicos	11
8.1.	Temperatura.....	11
8.2.	Precipitación	12
8.3.	Rosa de los vientos	13
9.	Toma de muestras	15
10.	Evaluación de los datos.....	16
11.	Tasa de muestreo.....	16
12.	Resultados.....	17
13.	Conclusiones	21

1. Objeto

El presente informe describe los resultados de la campaña de medidas indicativas de amoniaco (NH_3) 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 2024 a diciembre de 2024.

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 Nº 1404-4424-2019/13.

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, Real Decreto 39/2017 y Real Decreto 34/2023, de 24 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.

La determinación de amoniaco se realiza en laboratorio acreditado por la norma UNE EN ISO/IEC 17025:2015. El Laboratorio seleccionado fue Eurofins- Iproma, S.L.U, Laboratorio de análisis medioambiental, con número de acreditación 103/LE268, LE637 y LE1693.

La determinación de amoniaco se realiza mediante captadores pasivos, aplicando el método interno EA/043-a, espectrofotometría UV-V.

3. Descripción Contaminante

El amoníaco es un compuesto químico cuya molécula está formada por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de hidrógeno (H) de acuerdo a la fórmula NH_3 .

Se trata de un gas incoloro, de olor muy penetrante, bastante soluble en agua, y en estado líquido es fácilmente evaporable. Se caracteriza porque es una base fuerte, corrosiva y que reacciona violentamente con ácidos, oxidantes fuertes y halógenos¹.

Una fuente significativa de emisión proviene de la degradación de residuos animales, basuras y del uso de fertilizantes nitrogenados, que provoca una elevada concentración de nitratos de las aguas superficiales.

A nivel industrial, los focos de contaminación más significativos tienen lugar en los procesos de fabricación y tratamiento de textiles, plásticos, explosivos, pulpa y papel, alimentos y bebidas, productos de limpieza domésticos, refrigerantes y otros productos.

La exposición a altas concentraciones de amoníaco en el aire, puede producir quemaduras graves en la piel, ojos, garganta y pulmones, y en casos extremos puede provocar ceguera, daño en el pulmón (edema pulmonar) e incluso la muerte. A bajas concentraciones puede causar tos e irritación de nariz y garganta. Su ingesta provoca quemaduras graves en la boca, la garganta y el estómago, y en estado líquido al evaporarse rápidamente, puede provocar congelación al contacto con la piel.

El amoníaco es fácilmente biodegradable, las plantas lo absorben con mucha facilidad eliminándolo del medio, de hecho, es un nutriente muy importante para su desarrollo, aunque la presencia de elevadas concentraciones en las aguas superficiales, como todo nutriente, puede causar graves daños en los seres vivos, ya que interfiere en el transporte de oxígeno por la hemoglobina.

¹ [NH3 \(Amoníaco\) | PRTR España \(prtr-es.es\)](#)

4. 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 2024 a diciembre de 2024.

Tabla 1. Metodología de la campaña

Denominación	Fecha inicio	Fecha final	Período estacional
02-AMO-24	08/02/2024	20/02/2024	Invierno
03-AMO-24	05/04/2024	17/04/2024	Primavera
04-AMO-24	03/05/2024	14/05/2024	Primavera
05-AMO-24	12/07/2024	25/07/2024	Verano
06-AMO-24	08/08/2024	22/08/2024	Verano
07-AMO-24	03/09/2024	16/09/2024	Otoño
08-AMO-24	02/10/2024	16/10/2024	Otoño
09-AMO-24	13/11/2024	26/11/2024	Otoño

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.

5. Equipos

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

Los componentes del sistema de muestreo son:

- Cuerpo difusor azul
- Placa de apoyo
- Adaptador vertical
- Cartucho de quimioadsorción código RAD168
- Soporte triangular
- Carcasa protectora



Figura 1. Sistema de muestreo Pasivos Radiello

Fuente: Manual Radiello

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:



Fotografía 1. Instalación de Pasivos Radiello

Fuente: Propia



Fotografía 2. Pasivos Radiello

Fuente: Propia

6. 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 permeación².

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/cm³)

Q: Cantidad de moles difundidos (mol)

S: Coeficiente de captación (cm³/min)

T: Tiempo de difusión (min)

² NTP 151: Toma de muestras con captadores pasivos (insst.es)

6.1. Descripción de cartucho RAD 168

El cartucho RAD168, está hecho de polietileno microporoso e impregnado con ácido fosfórico. El amoníaco se adsorbe en forma de ion amonio. Las sales de amonio en el aire dispersas como material particulado no atraviesan la membrana difusora del Radiello.

El ion amonio se cuantifica por espectrometría visible como indofenol: a pH básico tamponado, el ion amonio reacciona con fenol e hipoclorito de sodio, con catálisis de pentacianonitrosilferrato (en el siguiente cianoferrato), para formar indofenol. El producto de reacción se colorea intensamente en azul y su absorbancia se mide a 635 nm.



Figura 2. Principio de determinación de amoníaco en Pasivos Radiello

Fuente: Manual Radiello

7. 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.

Ubicación: Paraje situado junto campo de fútbol y piscinas.

Coordenadas GMS: N: 41° 30' 285'' W: 0° 09' 183''

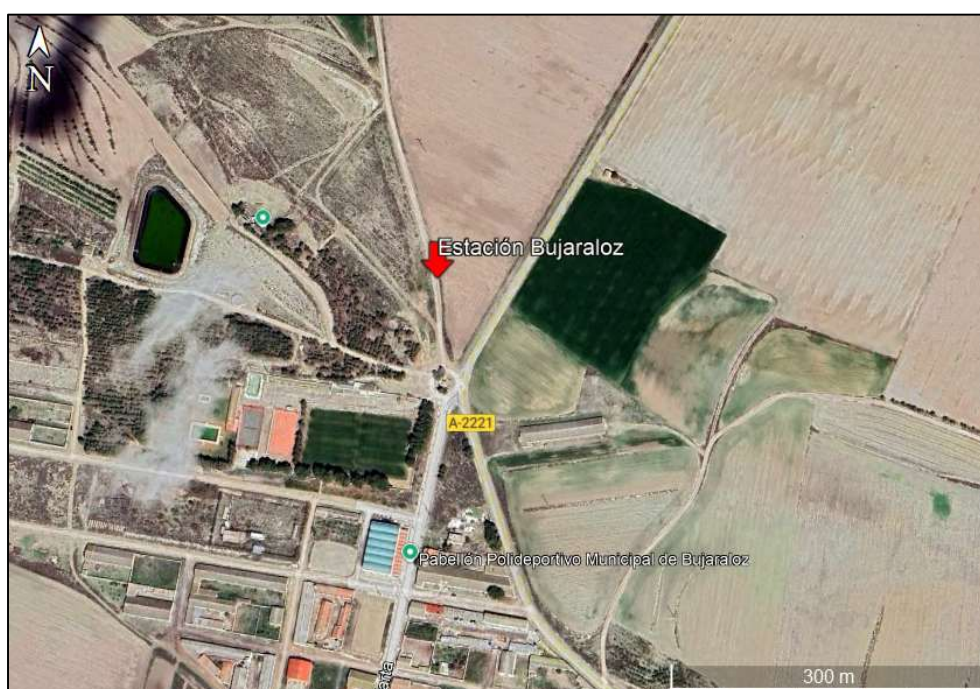


Figura 3. Georeferenciación estación de Bujaraloz

Fuente: Propia.



Fotografía 3. Ubicación Estación de Bujaraloz

Fuente: Propia

8. Datos Meteorológicos

8.1. Temperatura

En el período estacional de invierno se registró una media de temperatura de 11,4 °C. Para las mediciones del período de primavera se presentó una temperatura media de 18 °C. Para las mediciones correspondientes al período de verano se registró una media de 27,1 °C. En las últimas mediciones correspondientes a la etapa de otoño se registró una media de 16,7 °C.

La temperatura máxima diaria presentada fue de 40,2 °C los días 19/07/2027, 20/07/2024, 31/07/2024 y 10/08/2024 en la medida correspondiente a 05-AMO-24 y 06-AMO-24 en verano. La temperatura mínima diaria registrada fue de 0,9 °C el 28/11/2024 en la medida 09-AMO-24 de otoño.

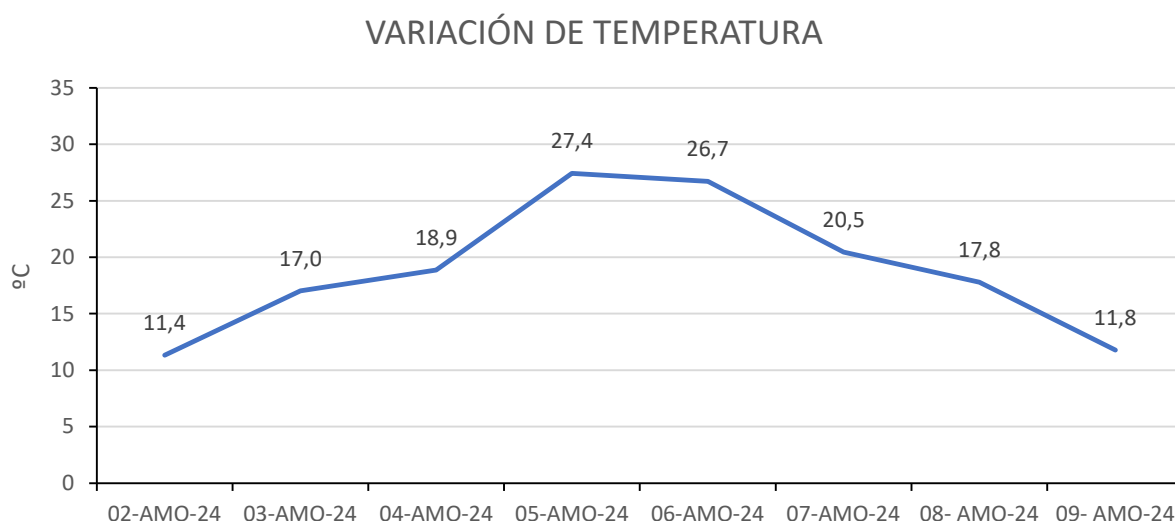


Figura 4. Variación de temperatura

Fuente: Propia

8.2. Precipitación

La precipitación registrada durante la medición en la estación de invierno fue de 29 mm; en la medición de primavera se registraron 0 mm; en la medición de verano se registraron 0 mm y en la medida del período de otoño se registró un valor de 0,3 mm.

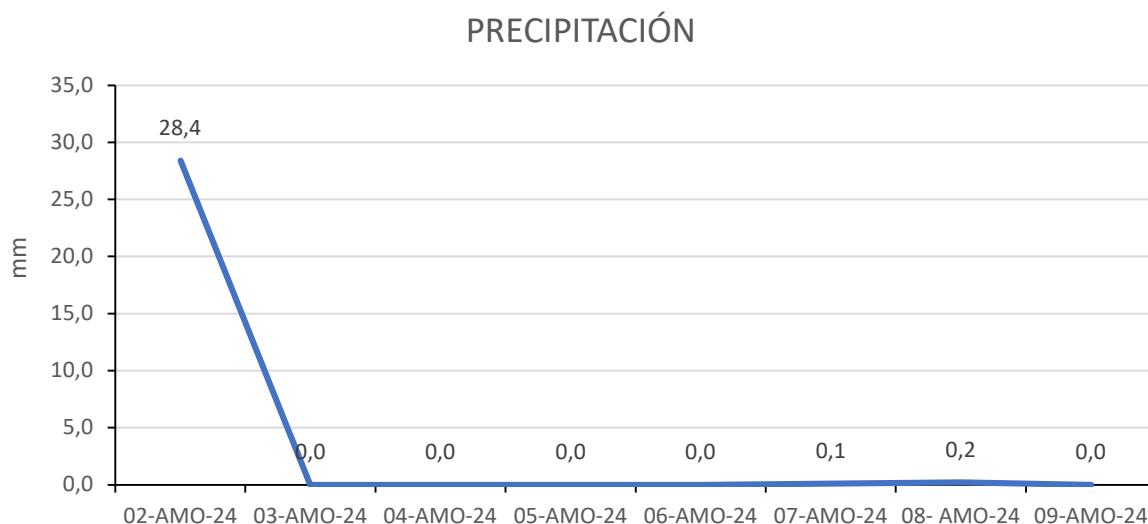


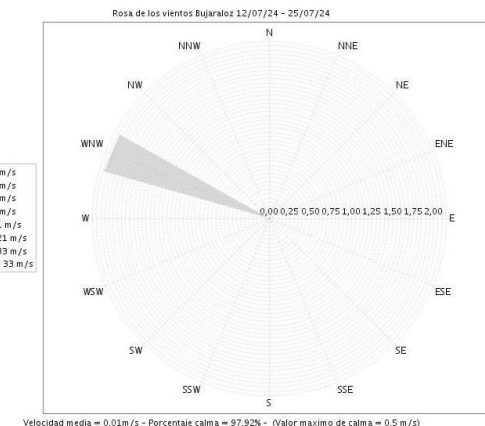
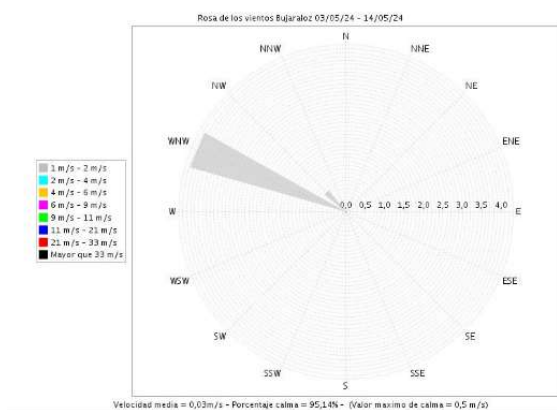
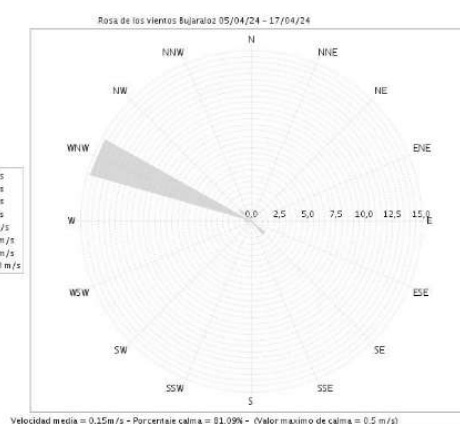
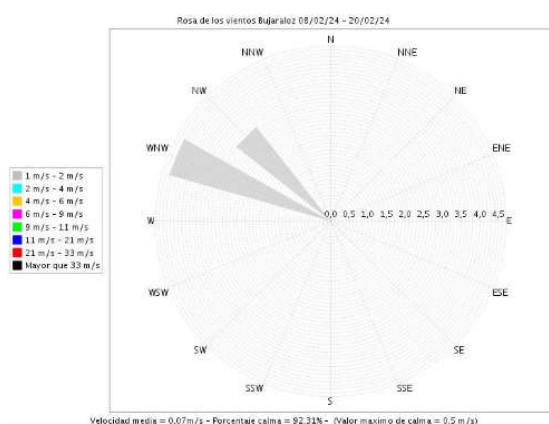
Figura 5. Precipitación

Fuente: Propia

8.3. Rosa de los vientos

En la figura que se presenta a continuación, 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-Noroeste. Su velocidad media fue de 0,04 m/s, con un porcentaje de calma de 95,3 %.



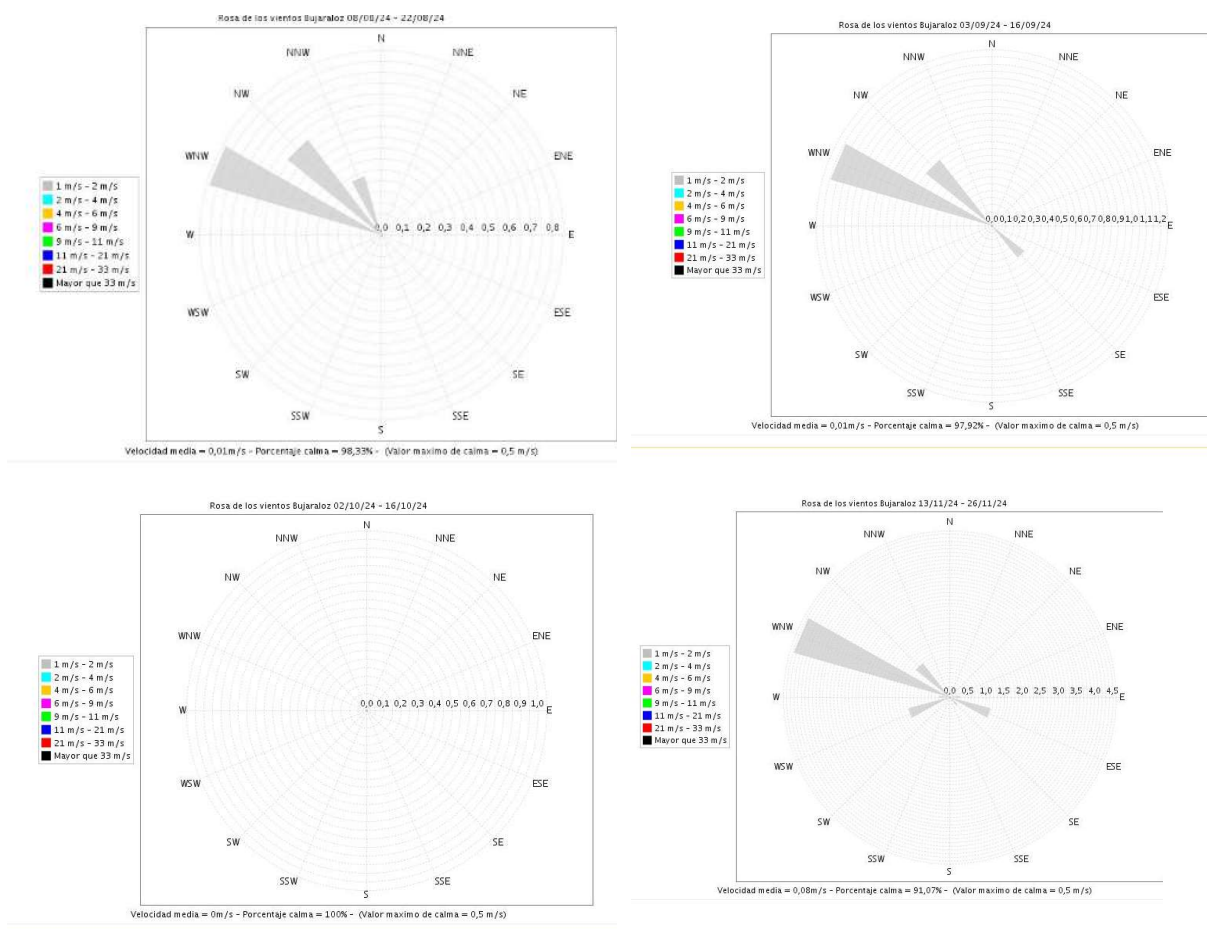


Figura 6. Rosa de los vientos campaña medición

Fuente: CECOMA

9. 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.

10. 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.

Conociendo el coeficiente de captación del captador pasivo, la cantidad de gas en moles que ha difundido a través del captador y el tiempo que ha estado expuesto el captador, se conoce la concentración ambiental promedio del contaminante, en el aire durante el periodo muestreado.³

La concentración media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) se calcula según la ecuación, donde m es la masa del ion amonio en (μg) encontrado en el cartucho, (t) el tiempo en exposición y 0,944 es el factor numérico necesario para convertir el ion amonio en amoniaco.

$$C = 0,944 \frac{m}{235 * t} 1000000$$

11. Tasa de muestreo

El efecto de la temperatura en la frecuencia de muestreo es insignificante ($<0,1\%$ /° C) en el rango de 275 - 312 K (2 - 39 ° C).

La tasa de muestreo es invariante con humedad en el rango de 10 - 90% y con velocidad del viento entre 0,1 y 10 m/s.

³ Manual Radiello 2019. <https://www.restek.com/pdfs/radiello-manual.pdf>

12. Resultados

Teniendo en cuenta los boletines de referencia del laboratorio, se realizaron los cálculos descritos en el capítulo 10, referente a evaluación de datos.

Tabla 2. Identificación de campaña NH₃

Denominación	Fecha inicio	Fecha final	Período estacional
02-AMO-24	08/02/2024	20/02/2024	Invierno
03-AMO-24	05/04/2024	17/04/2024	Primavera
04-AMO-24	03/05/2024	14/05/2024	Primavera
05-AMO-24	12/07/2024	25/07/2024	Verano
06-AMO-24	08/08/2024	24/08/2024	Verano
07-AMO-24	03/09/2024	16/09/2024	Otoño
08-AMO-24	02/10/2024	16/10/2024	Otoño
09-AMO-24	13/11/2024	26/11/2024	Otoño

Fuente: Propia

Tabla 3. Resultados de laboratorio

Medida	Identificación	Masa	Lte. Cuantif	Incertidumbre +/-
		(µg)		
2	02-AMO-24	35	1,0	3
3	03-AMO-24	25	1,0	3
4	04-AMO-24	20	1,0	2
5	05-AMO-24	35	1,0	4
6	06-AMO-24	17	1,0	2
7	07-AMO-24	21	1,0	2
8	08-AMO-24	28	1,0	3
9	09-AMO-24	33	1,0	3

Fuente: Propia

Tabla 4. Resultados campaña de mediciones indicativas amoníaco NH₃

Campaña	Denominación Muestra	Concentración Amoníaco	Incertidumbre	Período Estacional
		(µg/m ³)		
2	02-AMO-24	8,14	0,97	Invierno
3	03-AMO-24	5,81	0,69	Primavera
4	04-AMO-24	5,07	0,60	Primavera
5	05-AMO-24	7,51	0,90	Verano
6	06-AMO-24	3,39	0,40	Verano
7	07-AMO-24	4,51	0,54	Otoño
8	08-AMO-24	5,58	0,67	Otoño
9	09-AMO-24	7,08	0,84	Otoño

Fuente: Propia

Tabla 5. Media anual amoníaco NH₃

Media anual	Concentración NH ₃ (µg/m ³)
2024	5,89

Fuente: Propia

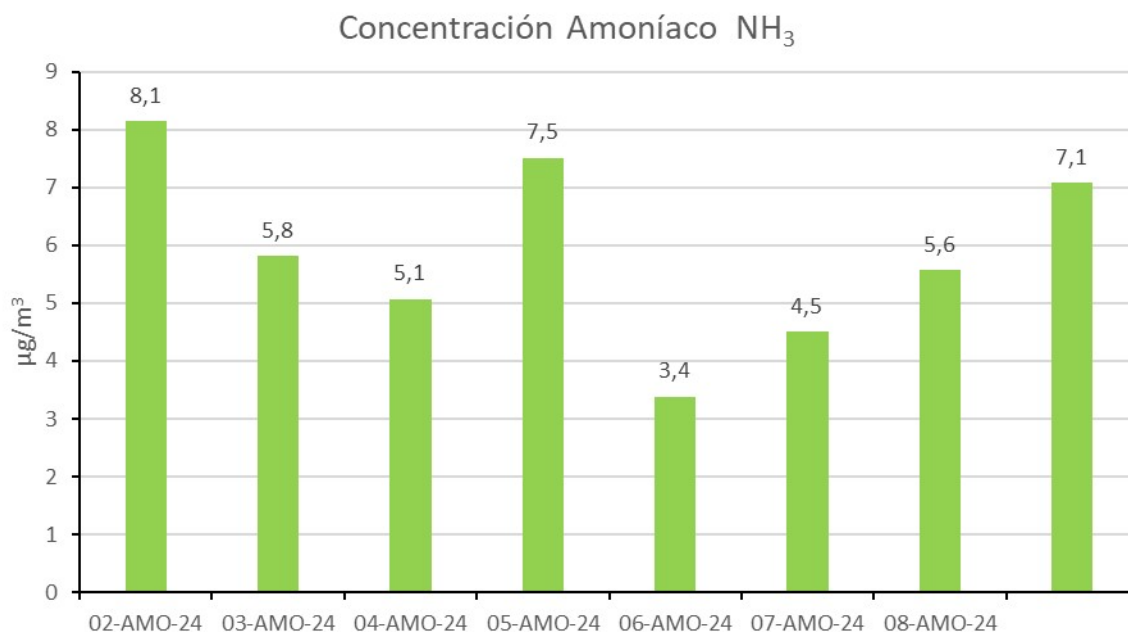


Figura 7. Resultados de Concentración de NH_3

Fuente: Propia

De acuerdo a los resultados, se registraron en la estación de Bujaraloz, concentraciones de amoníaco (NH_3) de $8,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el período estacional de invierno. En la estación de primavera, se presentaron valores de $5,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $5,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En el período de verano se presentaron valores de $7,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $3,39 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Por su parte, en la estación de otoño se registraron valores de $4,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $5,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $7,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Obteniéndose así una media anual de concentración de amoníaco de $5,89 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La legislación actual sobre calidad del aire RD 102/2011, RD 39/2017 y RD 34/2023, no establece valor límite, valor objetivo o valor guía para los niveles de amoníaco (NH_3) en aire ambiente.

13. Conclusiones

La campaña de medición de amoníaco (NH_3), 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 102 días de muestreo. Por lo anterior, se cumple así con el 14% de cobertura mínima de datos en mediciones indicativas.

Como resultado de la campaña indicativa se presenta un valor medio anual de amoníaco de $5,89 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Teniendo en cuenta los períodos estacionales, la mayor concentración se registra en las mediciones de invierno con una media de $8,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$, seguidas de las mediciones en época otoñal con una media de $5,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$; mediciones de verano con una media de $5,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y finalmente las mediciones de primavera registran un valor medio de $5,44 \mu\text{g}/\text{m}^3$.