

**INFORME CAMPAÑA DE MEDIDA DE  
COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES EN  
LA ESTACIÓN DE ALAGÓN DE LA RED DE  
CALIDAD DEL AIRE DEL GOBIERNO DE  
ARAGÓN**

**INFORME CAMPAÑA 2020  
J. AGUIRRE S.L.**

**INFORME CAMPAÑA DE MEDIDA DE COMPUESTOS  
ORGÁNICOS VOLÁTILES EN LA ESTACIÓN DE  
ALAGÓN DE LA RED DE CALIDAD DEL AIRE DEL  
GOBIERNO DE ARAGÓN**

Zaragoza, 22 de Enero de 2021

## INDICE

1. Objeto.....	3
2. Presentación Campaña .....	3
3. Descripción del Contaminante.....	4
4. Legislación Aplicable .....	5
5. Metodología de la Campaña .....	7
6. Equipos .....	8
7. Fundamento del Sistema de captación pasivo .....	10
7.1 Descripción de cartucho RAD 145.....	11
8. Ubicación.....	12
9. Datos Meteorológicos.....	14
9.1 Temperatura.....	14
9.2 Humedad Relativa .....	15
9.3 Radiación Solar .....	16
9.4 Precipitación.....	16
9.5 Rosa de los vientos .....	17
10. Toma de muestras.....	19
11. Evaluación de los datos.....	20
11.2 Efecto de la temperatura, la humedad y la velocidad del viento .....	20
12. Resultados.....	21
13. Conclusiones .....	25

## 1. Objeto

El objeto del presente informe es describir los resultados de la evaluación de las concentraciones en aire ambiente de los compuestos orgánicos volátiles (COV) en el municipio de Alagón, realizadas mediante captadores pasivos en el año 2020.

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 COV se realiza en laboratorio acreditado por la norma UNE EN ISO/IEC 17025:2015. El Laboratorio seleccionado fue IPROMA, Laboratorio de análisis y asesoramiento medioambiental.

La determinación de COV por laboratorio, se realiza según procedimiento interno CGM/027-a: Determinación de compuestos orgánicos volátiles en tubos absorbentes con desorción térmica y cromatografía de gases/masas.

### 3. Descripción del Contaminante

Según la Directiva 2008/50/CE, relativa a la calidad del aire ambiente, se incluye bajo el término de compuestos orgánicos volátiles (COV) aquellos compuestos orgánicos procedentes de fuentes antropogénicas y biogénicas, con excepción del metano, capaces de producir oxidantes fotoquímicos por reacción con los óxidos de nitrógeno bajo el efecto de la luz solar.

Los compuestos orgánicos volátiles, son todos aquellos hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente normal o que son muy volátiles a dicha temperatura. Se puede considerar como COV aquel compuesto orgánico que a 20°C tenga una presión de vapor de 0.01 kPa o más, o una volatilidad equivalente en las condiciones particulares de uso.<sup>1</sup>

Suelen presentar una cadena con un número de carbonos inferior a doce y contienen otros elementos como oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno. Su número supera el millar, pero los más abundantes en el aire son metano, tolueno, n-butano, i-pentano, etano, benceno, n-pentano, propano y etileno.

Las fuentes de COV, en el medio urbano suelen estar dominados por las emisiones de vehículos y el empleo de disolventes y pinturas. También, se liberan durante la quema de combustibles, como gasolina (el transporte es una de las principales fuentes de emisión de COV), madera, carbón o gas natural y también desde disolventes, pinturas, adhesivos, plásticos, aromatizantes y otros productos empleados en procesos industriales.

Los COV en conjunto con los óxidos de nitrógeno y la luz solar, son precursores del ozono a nivel de suelo (ozono troposférico) que es perjudicial para la salud provocando daños respiratorios. Se puede producir el llamado smog fotoquímico que es una niebla de color marrón-rojizo.

Con respecto a daños directos sobre la salud, estos se producen principalmente por vía respiratoria, aunque también pueden entrar a través de la piel. Además, estos compuestos son liposolubles por lo que se bioacumulan en las grasas de los organismos

---

<sup>1</sup> [De compuestos orgánicos volátiles \(miteco.gob.es\)](http://miteco.gob.es)

vivos. También se pueden dar efectos psiquiátricos (irritabilidad, dificultad de concentración, etc.). Además, a largo plazo pueden causar daños renales, al hígado o al sistema nervioso central o algunos COV tienen efecto cancerígeno como por ejemplo el benceno.

La Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC), clasifica el benceno y el 1,3-butadieno en el grupo 1 (carcinógeno para las personas) y el etilbenceno y el isopreno en el grupo 2B (posible carcinógeno para humanos)<sup>2</sup>.

#### 4. Legislación Aplicable

Aunque actualmente no existe una legislación específica relativa a COV, sí podemos encontrar legislación sobre valores límite para el benceno. 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 µg/m<sup>3</sup>.<sup>3</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.

En la figura 1, se describen los umbrales de evaluación para el benceno:

Umbral	Media Anual
Umbral Superior de evaluación	70% del valor límite (3,5 µg/m <sup>3</sup> )
Umbral Inferior de evaluación	40% del valor límite (2 µg/m <sup>3</sup> )

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

<sup>2</sup> [CANCERÍGENOS y MUTÁGENOS 1A y 1B.xlsx \(insst.es\)](#)

<sup>3</sup> Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

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.

Los objetivos principales de estas mediciones son analizar la evolución de los precursores de ozono, comprobar la eficacia de las estrategias de reducción de las emisiones y contribuir a establecer conexiones entre las fuentes de emisiones y los niveles observados de contaminación; así como aumentar los conocimientos sobre la formación de ozono y los procesos de dispersión de sus precursores.

Las sustancias precursoras que recomiendan su medición son los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles.

En la siguiente tabla se indica la lista de los COV que según el Anexo XI del Real Decreto 102/2011, se recomienda evaluar:

Etano Etileno Acetileno Propano Propeno n-Butano i-Butano	1-Buteno trans-2-buteno cis-2-buteno 1,3-Butadieno <b>n-Pentano *</b> <b>i-Pentano *</b> <b>1-Penteno *</b> <b>2-Penteno *</b>	<b>Isopreno*</b> <b>n-Hexano*</b> <b>i-Hexano *</b> <b>n-Heptano *</b> <b>n-Octano *</b> <b>i-Octano *</b> <b>Benceno*</b> <b>Tolueno*</b>	<b>Etibenceno*</b> <b>m+p-Xileno</b> <b>o-Xileno*</b> <b>1,2,4-Trimetilbenceno *</b> <b>1,2,3-Trimetilbenceno *</b> <b>1,3,5-Trimetilbenceno *</b> Formaldehído Hidrocarburos totales no metánicos
---	---	---	---

\* COV medidos en este estudio

Figura 2. Lista de COV cuya medición se recomienda  
Fuente: Real Decreto 102/2011

## 5. Metodología de la Campaña

Los datos de la campaña que aquí se presentan corresponden a la estación fría o de invierno 2020 y la estación cálida o verano 2020 comprendidos:

- Verano: 05 de Agosto de 2020 a 02 de Septiembre de 2020.
- Invierno: 05 de Octubre de 2020 a 04 de Noviembre de 2020.

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



## 6. Equipos

Para la medición se ha empleado la captación pasiva, mediante tubos adsorbentes Radiello (Figura 3).

Los componentes del sistema de muestreo son:

- Cuerpo difusor amarillo código RAD1202
- Placa de apoyo código RAD121
- Adaptador vertical código RAD122
- Cartucho adsorbente RAD145
- Soporte triangular
- Carcasa protectora



Figura 3. Sistema de muestreo Pasivos Radiello  
Fuente: Manual Radiello 2019

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

## 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>4</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>4</sup> [NTP 151: Toma de muestras con captadores pasivos \(insst.es\)](http://npt151.com)

## 7.1 Descripción de cartucho RAD 145

RAD145 es un cartucho formado por una red cilíndrica de acero inoxidable (3 x 8 µm) con un diámetro interno de 4,8 mm relleno de Carbograph 4TM de 35-50 tamaño de malla. Este cartucho está alojado de forma coaxial dentro de un cuerpo difusivo de policarbonato y polietileno microporoso.

Entre las ventajas más destacadas del Radiello frente a otros muestreadores pasivos están la posibilidad de adsorción de concentraciones elevadas a elevada velocidad sin depender de la humedad relativa del ambiente y de la velocidad del viento en un rango de 0,01 a 10 m/s, lo que hace adecuado el muestreo de aire exterior.

Los compuestos orgánicos volátiles son atrapados por adsorción y recuperados por desorción térmica, el análisis se realiza por cromatografía de gases capilar y detección FID o MS.

La desorción térmica no requiere el uso de disolventes tóxicos como el disulfuro de carbono, garantiza niveles muy bajos de detección, es adecuado para la detección por espectrometría de masas y permite la recuperación analítica satisfactoria de los analitos adsorbidos en los cartuchos.

## 8. Ubicación

El presente estudio se realiza en la cabina de la estación de calidad del aire del gobierno de Aragón, en el municipio de Alagón (Figura 5).

Situación: Ctra. Zaragoza – Logroño, km 133

Posición GPS: N: 41° 45' 718'' W: 1° 08' 677''



Figura 5. Ubicación Estación de Alagón  
Fuente: Google. (s.f.). [Estación Alagón, Aragón].



Figura 6. Ubicación Estación de Alagón  
Fuente: Propia



## 9. Datos Meteorológicos

Las condiciones meteorológicas influyen en el tiempo que pasan los COV en la atmósfera y también son responsables de que un contaminante emitido por una fuente sea transportado en una dirección o en otra.

A continuación, se indican las condiciones meteorológicas en la ciudad de Alagón, durante las dos campañas de muestreo:

### 9.1 Temperatura

La temperatura media en la campaña de verano fue de: 25,47 °C, por su parte en la campaña de invierno se presentó una temperatura media de 14,92 °C (Figura 7).

Las temperaturas máximas diarias presentada fueron de 30,40°C en verano y 19,90 °C en invierno. Las temperaturas mínimas diarias registradas fueron de 17,90 °C en verano, frente a 10,80 °C en invierno.

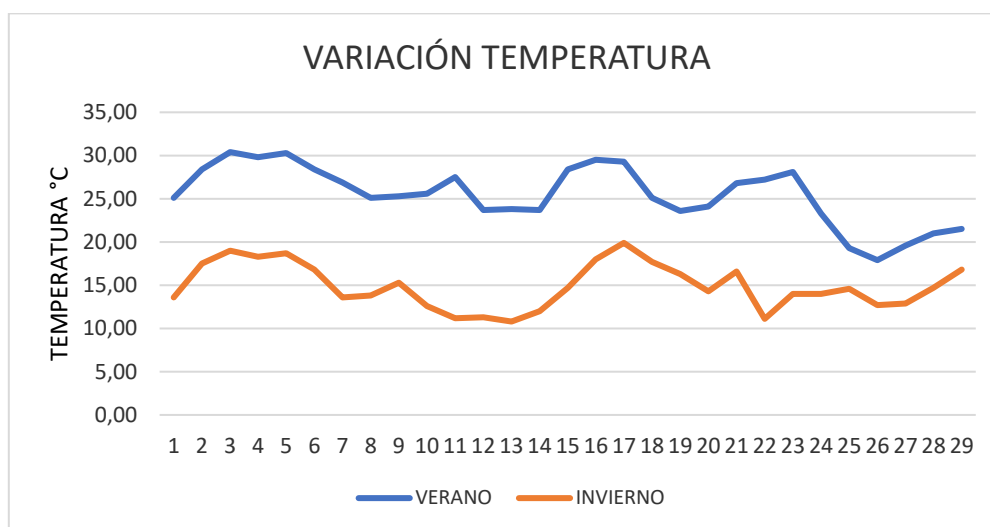


Figura 7. Variación de temperatura  
Fuente: Propia

### 9.2 Humedad Relativa

Los valores de humedad relativa, promediados durante los días de muestreo fueron 59,58% y 66,65% para la primera y segunda campaña respectivamente (Figura 8).

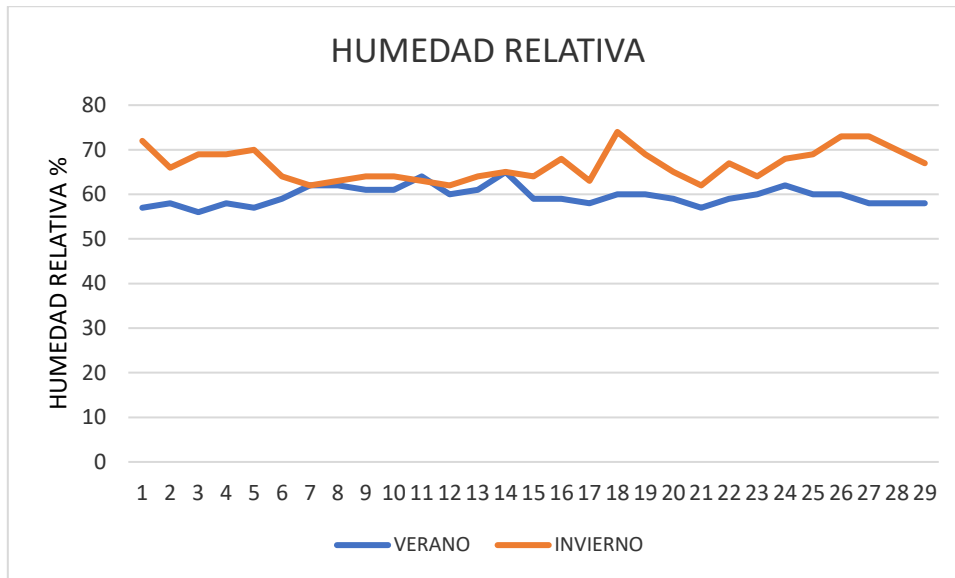


Figura 8. Humedad Relativa  
Fuente: Propia



## 9.3 Radiación Solar

Durante la campaña de verano con un tiempo cálido y muy soleado el promedio fue de 226,59 (W/m<sup>2</sup>) que descendió considerablemente en la campaña 2 hasta los 134,07 (W/m<sup>2</sup>), debido a condiciones propias de invierno (Figura 9).

La radiación es responsable de los fenómenos de foto degradación de COV en la atmósfera que junto a los óxidos de nitrógeno reaccionan en presencia de luz solar para formar ozono.

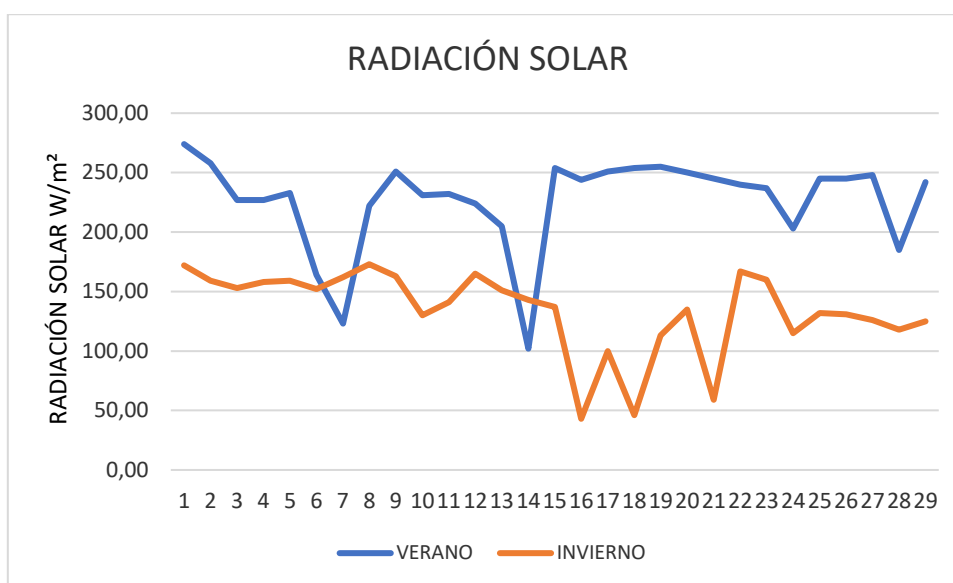


Figura 9. Radiación solar  
Fuente: Propia

## 9.4 Precipitación

La precipitación acumulada de lluvia durante la campaña de verano en Alagón, fue de 1,6 mm. En la campaña de invierno, se registró un valor de 11,3 mm.

## 9.5 Rosa de los vientos

En la figura 10, se observa la rosa de los vientos considerando los datos horarios de dirección e intensidad de viento registrados durante la campaña de verano.

La dirección del viento predominante en Alagón es del Noroeste en la campaña de verano. Su velocidad media fue de 2,22 m/s, con un porcentaje de calma de 18,25 %.

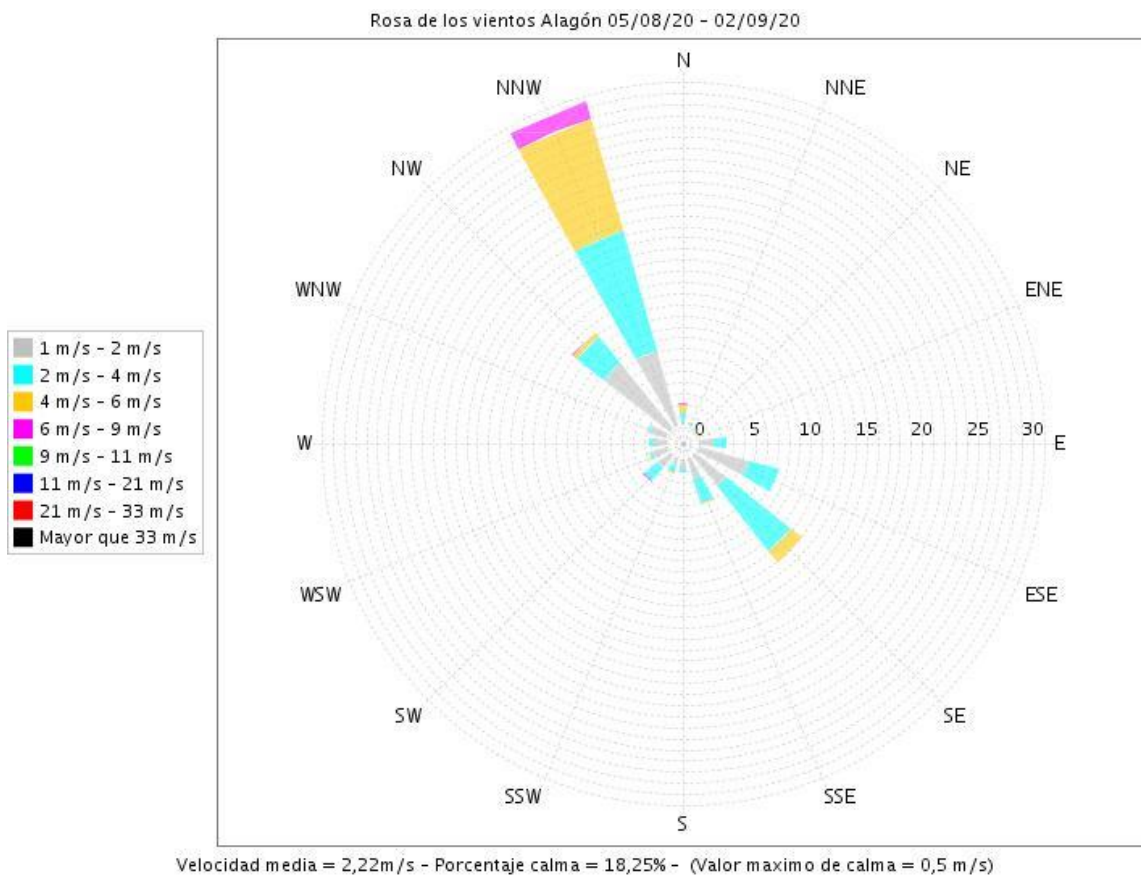


Figura 10. Rosa de los vientos campaña Verano  
Fuente: CECOMA

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

En la campaña de invierno, la dirección del viento predominante en Alagón es del Noroeste, su velocidad media fue de 1,93 m/s, con un porcentaje de calma de 35,95%.

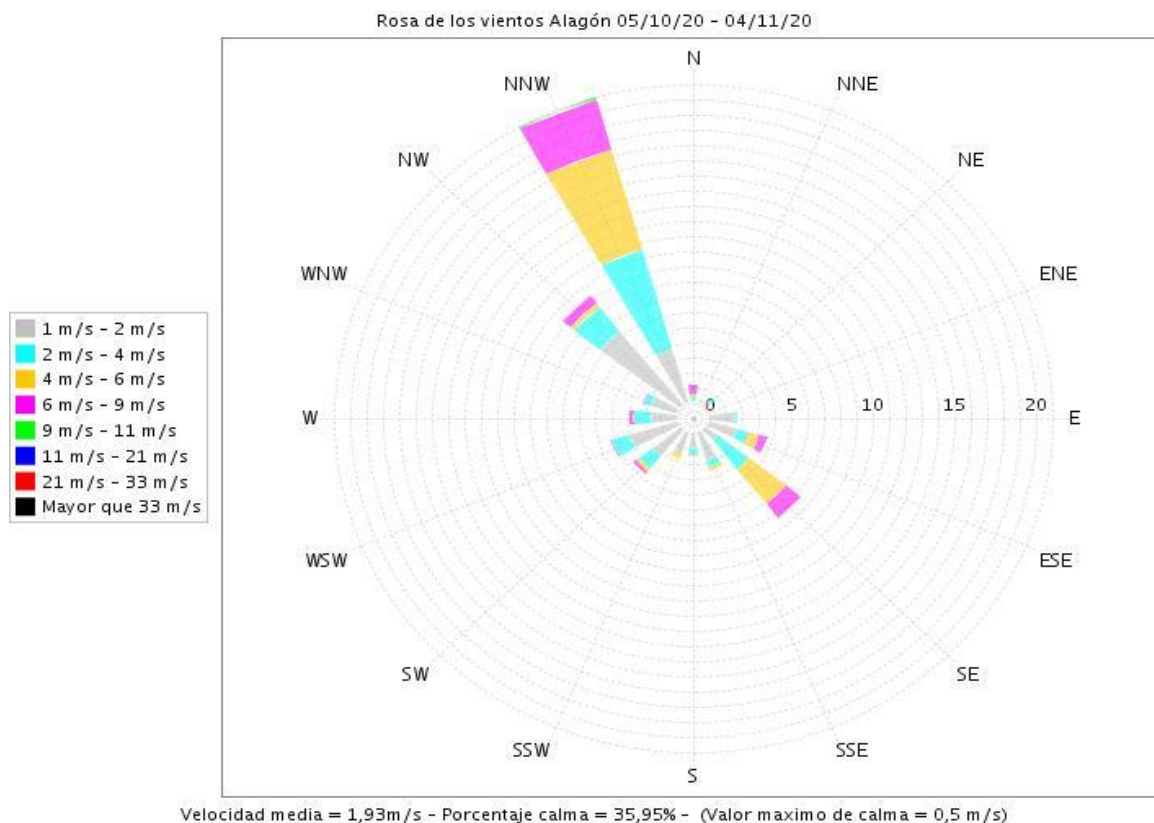


Figura 11. Rosa de los vientos campaña Invierno  
Fuente: CECOMA

## 10. Toma de muestras

Los captadores se instalaron en la cabina de la estación de calidad de aire del municipio de Alagón.

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 IPROMA para análisis y determinación de la cantidad contaminante captado.

## 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 capítulo 7 y la información del manual del captador Radiello para la determinación de COV.

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

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

### 11.2 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 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 120772/2020 y 162538/2020, dados por laboratorio IPROMA, se realizaron los cálculos descritos en el capítulo 10, referente a evaluación de datos. A continuación, se describen los resultados:

Campaña	Identificación	Fecha Inicio	Hora Inicio	Fecha Final	Hora Final
VERANO	PRE-ALA-01/20	05/08/2020	10:00	02/09/2020	10:00
INVIERNO	PRE-ALA-02/20	05/10/2020	10:00	04/11/2020	10:00

Figura 12. Identificación de campaña  
Fuente: Propia

CAMPAÑA DE VERANO						
Parámetro	Resultado	Unidades	Método	Lte. Cuantif.	Incertd.	
543	Benceno	0,07	µg/tubo	CGM/027-a	0.05 µg/tubo	0.02 µg/tubo
544	Tolueno	0,13	µg/tubo	CGM/027-a	0.05 µg/tubo	21 %
545	Etilbenceno	0,1	µg/tubo	CGM/027-a	0.10 µg/tubo	0.04 µg/tubo
683	m,p-Xilenos	0,37	µg/tubo	CGM/027-a	0.20 µg/tubo	22 %
682	o-Xileno	0,17	µg/tubo	CGM/027-a	0.10 µg/tubo	20 %
1865	Isopreno	0,06	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %
1205	n-Pentano	0,03	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %
1981	i-Pentano	0,04	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %
1982	1-Penteno	0,03	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %
1983	2-Penteno	0,08	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %
1078	n-Hexano	0,05	µg/tubo	CGM/027-n	0.05 µg/tubo	20 %
2863	i-Hexano	0,01	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	15 %
1160	n-Heptano	0,01	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %
1678	n-Octano	0,04	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %
1985	i-Octano	0,01	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %
594	1,2,4-Trimetilbenceno	0,7	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %
1687	1,2,3-Trimetilbenceno	0,7	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %
593	1,3,5-Trimetilbenceno	0,14	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %

Figura 13. Resultados de laboratorio campaña de verano  
Fuente: Propia

CAMPAÑA DE INVIERNO						
Parámetro	Resultado	Unidades	Método	Lte. Cuantif.	Incertd.	
543	Benceno	0,32	µg/tubo	CGM/027-a	0.05 µg/tubo	20 %
544	Tolueno	0,9	µg/tubo	CGM/027-a	0.05 µg/tubo	21 %
545	Etilbenceno	0,7	µg/tubo	CGM/027-a	0.10 µg/tubo	20 %
683	m,p-Xilenos	1,1	µg/tubo	CGM/027-a	0.20 µg/tubo	20 %
682	o-Xileno	0,8	µg/tubo	CGM/027-a	0.10 µg/tubo	20 %
1865	Isopreno	0,03	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %
1205	n-Pentano	0,2	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %
1981	i-Pentano	0,2	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %
1982	1-Penteno	0,2	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %
1983	2-Penteno	0,3	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %
1078	n-Hexano	0,2	µg/tubo	CGM/027-n	0.05 µg/tubo	20 %
2863	i-Hexano	0,2	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	15 %
1160	n-Heptano	0,03	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %
1678	n-Octano	0,06	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %
1985	i-Octano	0,04	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %
594	1,2,4-Trimetilbenceno	0,6	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %
1687	1,2,3-Trimetilbenceno	0,4	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %
593	1,3,5-Trimetilbenceno	0,2	µg/tubo	CGM/027-n	0.010 µg/tubo	20 %

Figura 14. Resultados de laboratorio campaña de invierno  
Fuente: Propia

CAMPAÑA DE VERANO			
Parámetro	Q <sub>k</sub>	Masa (µg)	Concentración (µg/m <sup>3</sup> )
Benceno	26,88	0,07	0,06
Tolueno	30,09	0,13	0,11
Etilbenceno	25,78	0,10	0,10
m,p-Xilenos	26,68	0,37	0,34
o-Xileno	24,68	0,17	0,17
Isopreno	25,08	0,06	0,06
n-Pentano	25,08	0,03	0,03
i-Pentano	25,08	0,04	0,04
1-Penteno	25,08	0,03	0,03
2-Penteno	25,08	0,08	0,08
n-Hexano	25,08	0,05	0,05
i-Hexano	25,08	0,01	0,01
n-Heptano	25,38	0,01	0,01
n-Octano	24,18	0,04	0,04
i-Octano	25,08	0,01	0,01
1,2,4-Trimetilbenceno	21,97	0,70	0,79
1,2,3-Trimetilbenceno	25,08	0,70	0,69
1,3,5-Trimetilbenceno	25,08	0,14	0,14

Figura 15. Resultados campaña de verano  
Fuente: Propia

CAMPAÑA DE INVIERNO			
Parámetro	Q <sub>k</sub>	Masa (µg)	Concentración (µg/m <sup>3</sup> )
Benceno	25,5	0,32	0,29
Tolueno	28,5	0,90	0,73
Etilbenceno	24,4	0,70	0,66
m,p-Xilenos	25,3	1,10	1,01
o-Xileno	23,4	0,80	0,79
Isopreno	23,8	0,03	0,03
n-Pentano	23,8	0,20	0,19
i-Pentano	23,8	0,20	0,19
1-Penteno	23,8	0,20	0,19
2-Penteno	23,8	0,30	0,29
n-Hexano	23,8	0,20	0,19
i-Hexano	23,8	0,20	0,19
n-Heptano	24,0	0,03	0,03
n-Octano	22,9	0,06	0,06
i-Octano	23,8	0,04	0,04
1,2,4-Trimetilbenceno	20,8	0,60	0,67
1,2,3-Trimetilbenceno	23,8	0,40	0,39
1,3,5-Trimetilbenceno	23,8	0,20	0,19

Figura 16. Resultados campaña de invierno  
Fuente: Propia



RESULTADOS CAMPAÑA COV			
Parámetro	Concentración (µg/m³) Verano	Concentración (µg/m³) Invierno	Promedio Anual Concentración (µg/m³)
Benceno	0,06	0,29	0,18
Tolueno	0,11	0,73	0,42
Etilbenceno	0,10	0,66	0,38
m,p-Xilenos	0,34	1,01	0,68
o-Xileno	0,17	0,79	0,48
Isopreno	0,06	0,03	0,04
n-Pentano	0,03	0,19	0,11
i-Pentano	0,04	0,19	0,12
1-Penteno	0,03	0,19	0,11
2-Penteno	0,08	0,29	0,19
n-Hexano	0,05	0,19	0,12
i-Hexano	0,01	0,19	0,10
n-Heptano	0,01	0,03	0,02
n-Octano	0,04	0,06	0,05
i-Octano	0,01	0,04	0,02
1,2,4-Trimetilbenceno	0,79	0,67	0,73
1,2,3-Trimetilbenceno	0,69	0,39	0,54
1,3,5-Trimetilbenceno	0,14	0,19	0,17

Figura 17. Resultados campaña COV  
Fuente: Propia

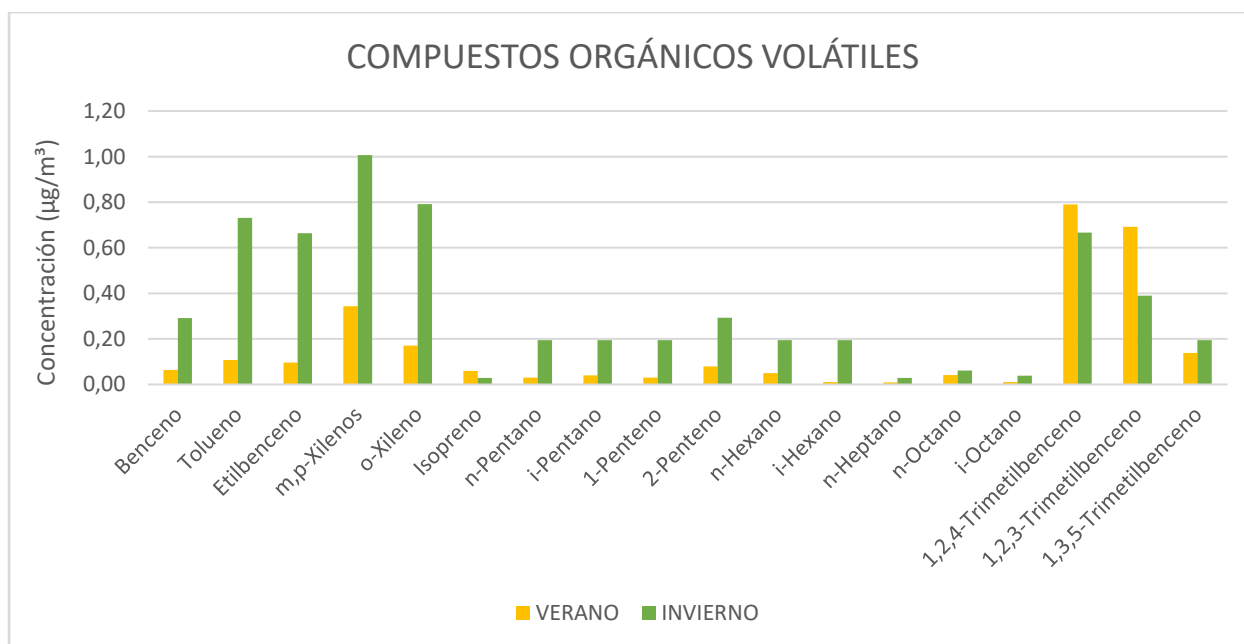


Figura 18. Resultados campaña de verano  
Fuente: Propia

De acuerdo a los resultados, se registraron en el municipio de Alagón, concentraciones de benceno de  $0,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la campaña de verano y concentraciones de  $0,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la campaña de invierno. Obteniendo un promedio anual de concentración de benceno de  $0,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Si tenemos en cuenta la medición de contaminantes en el punto de muestreo, encontramos que, para el periodo de medición de COV, no se presentan superaciones en valores límite horario de óxidos de nitrógeno ni en los valores objetivo de Ozono. Para la campaña de verano, se tiene una media de  $13,65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{NO}_2$  y  $55,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{O}_3$ . Por su parte, en la campaña de invierno, se tiene una media de  $18,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{NO}_2$  y  $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $\text{O}_3$ .

### 13. Conclusiones

La campaña de medición de COV, ha sido satisfactoria al obtener el 100% de los datos para los días de muestreo programados. Se cumple así con el 14% de cobertura mínima de datos en mediciones indicativas.

En el municipio de Alagón, en la campaña de verano, se registró una concentración de  $0,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{C}_6\text{H}_6$ . Por su parte, en la campaña de invierno, se registró un valor de  $0,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{C}_6\text{H}_6$ . Determinando así un valor medio anual de benceno de  $0,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Al realizar la comparativa del resultado del valor promedio 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.

En el periodo 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.

Teniendo en cuenta el comportamiento de los COV en los dos periodos estacionales, se infiere que, por las condiciones atmosféricas, la campaña de verano, presenta menores concentraciones de COV, debido a que cuenta con mayor temperatura e incidencia de la radiación solar facilitando la reactividad de estos compuestos y los procesos de evaporación.

La velocidad del viento también afecta a la concentración de COV en la atmósfera, ya que éste diluye y dispersa los contaminantes, por lo que las altas velocidades de viento pueden disminuir la concentración de estos compuestos. Como, se observó en el estudio, las velocidades de viento en la época de verano son mayores que las de la época de invierno, por lo tanto, se presenta mayor dispersión de contaminantes y menor concentración de COV en la primera campaña.

Por su parte, la campaña de invierno, cuenta con aumento de precipitaciones, se presentan mayores emisiones derivadas de la combustión (como consecuencia del uso de calefacciones) y dadas las características propias de época fría, se favorece el aumento de la densidad de tráfico, lo que provoca un aumento de las emisiones de COV. Así mismo, presenta menores velocidades de viento, lo que corresponden con el registro de concentraciones de COV más elevadas, porque se presentan menor dispersión de estos contaminantes.

Cuando llueve se favorece la congestión del tráfico, aumentando las emisiones de contaminantes debido a un aumento de ralentización, aceleración y frenado y la pérdida de combustible por el tubo de escape de los coches, por ello se evidencian mayores niveles de NOX en la campaña de invierno.

En la evaluación, se observa que las mayores concentraciones de COV, se encuentran en la fracción correspondiente a los hidrocarburos aromáticos o los llamados (BTEX) benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos; generalmente la fuente principal de estos BTEX es la emisión de vehículos, estableciendo así marcada concordancia con la ubicación del punto de muestreo, puesto que la estación de Alagón, cuenta con influencia de tráfico rodado, al encontrarse próxima a la carretera Zaragoza- Logroño.