
 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	


# Determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión

Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM<sub>10</sub>) y 2,5 micras (PM<sub>2,5</sub>) en aire ambiente

 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	

## ÍNDICE

<b>1. OBJETO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. ALCANCE Y ÁMBITO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>3. DEFINICIONES .....</b>	<b>3</b>
<b>4. FUNDAMENTO DEL MÉTODO .....</b>	<b>4</b>
<b>5. CRITERIOS GENERALES .....</b>	<b>5</b>
<b>6. EQUIPOS Y MATERIAL DE MUESTREO .....</b>	<b>6</b>
6.1. COMPATIBILIZACIÓN DE EQUIPOS.....	9
6.2. CARACTERÍSTICAS DEL CAPTADOR (CONCERNIENTES AL FABRICANTE).....	9
6.3. ASPECTOS OPERATIVOS PARA EL MUESTREO.....	11
6.4. MATERIAL COMPLEMENTARIO .....	11
<b>7. ELEMENTOS DE CAPTACIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>8. OPERATIVA.....</b>	<b>12</b>
<b>9. PARÁMETROS ESPECÍFICOS DEL MUESTREO.....</b>	<b>14</b>
<b>10. VALIDACIÓN DEL MUESTREO .....</b>	<b>16</b>
10.1. VALORACIONES:.....	18
<b>11. PESADA DE FILTROS .....</b>	<b>18</b>
<b>12. CONTROL DE CALIDAD EN CONTINUO.....</b>	<b>18</b>
12.1. RESUMEN DE CRITERIOS Y PERIODICIDADES .....	20
<b>13. CÁLCULOS.....</b>	<b>21</b>
13.1. CONCENTRACIÓN DE PMX .....	21
13.2. CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE .....	21
<b>14. RESPONSABILIDADES .....</b>	<b>21</b>
<b>15. REFERENCIAS .....</b>	<b>22</b>

 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	

## 1. OBJETO

La presente Instrucción Técnica tiene como objeto poner de manifiesto los cambios relevantes derivados de la publicación de la actualización de la norma UNE-EN 12341:2024, así como complementar e interpretar algunos aspectos de dicho método normalizado y ayudar a identificar los criterios esenciales de calidad y metodología para la determinación de la materia particulada inferior a 10 micras (PM<sub>10</sub>) y 2,5 micras (PM<sub>2,5</sub>) suspendidas en el aire ambiente.

## 2. ALCANCE Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

El método es aplicable a la determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión, presente en el aire ambiente, en los alrededores de aquellas instalaciones, incluidas en el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras a la atmósfera (CAPCA) vigente y en el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, que incluyan obligaciones en materia emisiones en sus autorizaciones, ubicadas en el territorio de la Comunidad autónoma de Castilla-La Mancha.

Es de obligado cumplimiento todo lo establecido en la última versión de la norma de referencia UNE EN 12341, (a fecha de esta publicación UNE-EN 12341:2024), salvo en aquellos puntos que existan diferencias, en criterios, operatividad o exigencias más restrictivas, expuestas en la presente IT.

El rango de aplicación de este documento para mediciones de 24 h va desde aproximadamente 1 µg/m<sup>3</sup> (es decir, el límite de detección del método de medición normalizado, expresado como su incertidumbre) hasta 150 µg/m<sup>3</sup> para PM<sub>10</sub> y 120 µg/m<sup>3</sup> para PM<sub>2,5</sub>, aunque su rango de aplicación bien podría extenderse a concentraciones en aire ambiente, de hasta cerca de 200 µg/m<sup>3</sup>, cuando se utilicen materiales filtrantes adecuados.

La citada Norma UNE, establece requisitos dirigidos principalmente a PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>; no obstante, los filtros muestreados pueden ser utilizados para determinación posterior de metales, hidrocarburos y otros constituyentes de las partículas PM<sub>2,5</sub>.

## 3. DEFINICIONES

A efectos de esta Instrucción Técnica se establecen las siguientes definiciones:

**Aire ambiente:** El aire exterior de la baja troposfera, con exclusión de los lugares de trabajo.

**Aire muestreado:** Aire ambiente que ha sido muestreado a través del cabezal de muestreo y sistema de muestreo

**Autoridad competente:** Organización que aplica los requisitos de las directivas de la UE y regula las instalaciones, conforme a los requisitos de las normas europeas aplicables.

**Blanco de campo:** Filtro que experimenta los mismos procedimientos de acondicionamiento y pesada que un filtro de muestra, incluyendo el transporte a y desde el almacenamiento en campo, pero que no es utilizado para el muestreo.

**Cabezal de muestreo:** Entrada al sistema de muestreo, donde se capta el aire ambiente de la atmósfera.

**Captadores de referencia PM<sub>10</sub>:** Por convenio, un instrumento de muestreo que posee las características de funcionamiento requeridas, a fin de evaluar la concentración másica de PM<sub>10</sub>.


**Características de funcionamiento:** Uno de los parámetros asignados a un captador, para definir su funcionamiento.

**Condiciones ambientales:** Se consideran condiciones ambientales, las existentes durante el periodo de medición.

**Contaminante:** Cualquier sustancia presente en el aire ambiente, que pueda tener efectos nocivos sobre la salud humana, el medio ambiente en su conjunto y demás bienes de cualquier naturaleza.

**Control (o campaña de muestreo):** La totalidad de los muestreos realizados para determinar la calidad del aire (emisiones difusas y en ocasiones inmisión), en una determinada instalación en un periodo de tiempo.

**Criterio de funcionamiento:** Valor numérico cuantitativo limitante, asignado a una característica de funcionamiento, para la cual se ensaya la conformidad.

 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración máscica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	

**Equipos de medición:** El conjunto de dispositivos instrumentales necesarios para medir la concentración de un contaminante en una determinada localización.

**Emisiones difusas:** Toda descarga a la atmósfera, no realizada por focos canalizados, continua o discontinua, de partículas o gases procedentes directa o indirectamente de cualquier fuente susceptible de producir contaminación atmosférica. Quedan incluidas las emisiones no capturadas liberadas al ambiente exterior por ventanas, puertas, respiraderos y aberturas similares, o directamente generadas en exteriores.

**Ensayo de tipo:** Examen de dos o más muestreadores del mismo modelo (idénticos en hardware y firmware), que son sometidos por un fabricante a un organismo competente, para comprobar sus requisitos de funcionamiento.

**Exactitud de la medida:** Grado de concordancia entre el resultado de una medición y un valor verdadero del mesurando. (el concepto de “exactitud” es cualitativo. No debería utilizarse el término “precisión” para la “exactitud”)

**Incertidumbre (de medida):** Parámetro asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que podrían ser razonablemente atribuidos al mesurando.

**Materia particulada en suspensión, SPM:** Noción de todas las partículas rodeadas por aire, en un volumen de aire dado y no perturbado.

**Método de referencia:** Metodología de medición que, por convenio, da el valor de referencia aceptado del mensurado.

**Muestreador de referencia:** Sistema de muestreo que se ha demostrado que cumple los requisitos de diseño y las características de funcionamiento de este documento.

**Objetivo de medición:** Alcance del programa de medición.

**Organismo de Control en Atmósfera (OCA):** Organismo de control acreditado por parte de un organismo de acreditación que forma parte del Acuerdo ILAC (Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios), como LE (Laboratorio de ensayos) de acuerdo con la norma de referencia UNE-EN ISO/IEC 17025, incluida en el Registro de Organismos de Control en Atmósfera de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha.

**Organismo competente:** Organización que puede demostrar sus competencias para una tarea específica a la autoridad competente del Estado Miembro de la UE.

**Plan de medición:** Procedimiento estructurado para cumplir un objetivo de medición definido.

**PM:** Se refiere a materia particulada (del inglés Particulate Matter).

**PM<sub>x</sub>:** Materia particulada en suspensión en el aire, que es suficientemente pequeña para pasar a través de una cabeza de tamaño selectiva con una eficiencia de corte del 50 %, para un diámetro aerodinámico de  $x \mu\text{m}$ .


**PM<sub>10</sub>:** Materia particulada en suspensión en el aire, que es suficientemente pequeña para pasar a través de un cabezal de tamaño selectivo con una eficiencia de corte del 50%, para un diámetro aerodinámico inferior o igual a  $10 \mu\text{m}$ .

**PM<sub>2,5</sub>:** Materia particulada en suspensión en el aire, que es suficientemente pequeña para pasar a través de un cabezal de tamaño selectivo con una eficiencia de corte del 50%, para un diámetro aerodinámico inferior o igual a  $2,5 \mu\text{m}$ .

**Valor límite (VL):** Un nivel fijado basándose en conocimientos científicos, con el fin de evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana, para el medio ambiente en su conjunto y demás bienes de cualquier naturaleza, que debe alcanzarse en un período determinado y no superarse una vez alcanzado.

## 4. FUNDAMENTO DEL MÉTODO

El método consiste en la toma de una muestra representativa de aire ambiente, mediante la captación de un caudal constante conocido, a través de un cabezal de tamaño selectivo, que criba el tamaño de corte de la partícula objeto de evaluación. La fracción de corte pertinente PM<sub>x</sub>, se capta en un filtro durante un periodo nominal conocido de 24 h. La masa del material PM<sub>x</sub>, se determina por análisis gravimétrico del filtro en condiciones constantes previamente especificadas, antes y después de la captación de la materia particulada. La concentración se determina dividiendo la masa de partículas captada, entre el volumen de aire aspirado.

 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	

En concreto:

Las mediciones se realizan con captadores con cabezales diseñados, tal como se especifica en la norma UNE-EN 12341:2024

- Operando a un caudal nominal de 2,3 m<sup>3</sup>/h.
- Durante un periodo nominal de muestreo de 24 h.
- Los resultados de la medición se expresan en µg/m<sup>3</sup>.
- El volumen de aire es el volumen en condiciones ambientales cerca del cabezal en el tiempo de muestreo.

Los factores que pueden afectar al resultado de la medición son:

- Diseño y construcción del cabezal.
- Caudal de muestreo.
- Pérdidas de partículas por deposición de PM en el tubo de conexión entre el cabezal y el filtro.
- Pérdidas de partículas por volatilización de agua y de PM semivolátil en el tubo de conexión entre el cabezal y el filtro.
- Variaciones en la pesada de los filtros.

Se hace necesario controlar diferentes parámetros para minimizar los efectos de estos factores.

Es necesario disponer de un sistema de aseguramiento de la calidad para garantizar el correcto empleo de la norma.

**Nota:** Para más información sobre este apartado consultar el punto 4 de la norma UNE-EN 12341.

## 5. CRITERIOS GENERALES


La norma no define un emplazamiento concreto. Deberá actuarse según lo indicado en el documento normativo de referencia, ya sea de ámbito autonómico o nacional.

No obstante, la metodología de actuación que se propone se basa en hipótesis conservadoras, intentando buscar siempre las condiciones más desfavorables posibles, tanto desde el punto de vista de generación de contaminantes, como de su dispersión, asegurando así que, si en estas condiciones adversas no se superan los valores límites legales, se puede tener una certidumbre razonable de que dicha superación no se dará en el resto de situaciones.

Por tal motivo, el ensayo se llevará a cabo cuando queden aseguradas las condiciones normales de operación o en los que se estime que se genere la mayor carga contaminante. Se evitarán, asimismo, los periodos en los que las condiciones meteorológicas pudieran incidir significativamente en la generación y dispersión de los contaminantes a evaluar.

Con antelación suficiente, se realizará la adecuada planificación del muestreo, que tendrá en cuenta entre otros, los siguientes aspectos:

- Solicitud de información al titular de la instalación
- Objeto del estudio
- Características y croquis de planta señalando la ubicación de las fuentes de emisión
- Condiciones de proceso durante la actuación
- Dirección de los vientos dominantes en la zona
- Ubicación de áreas vulnerables de afección
- Topografía del terreno
- Criterios de microimplantación
- Condiciones meteorológicas previstas durante la campaña
- Emisiones de contaminantes de fuentes naturales

 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	


- Contaminación de fondo

Esta información, y la específica del parámetro objeto de evaluación, deberá ser recogida en el plan de muestreo previo a la actuación y deberá ser valorada y validada de forma posterior a las mediciones, atendiendo a lo que establece la IT-CLM-AT-I-02.

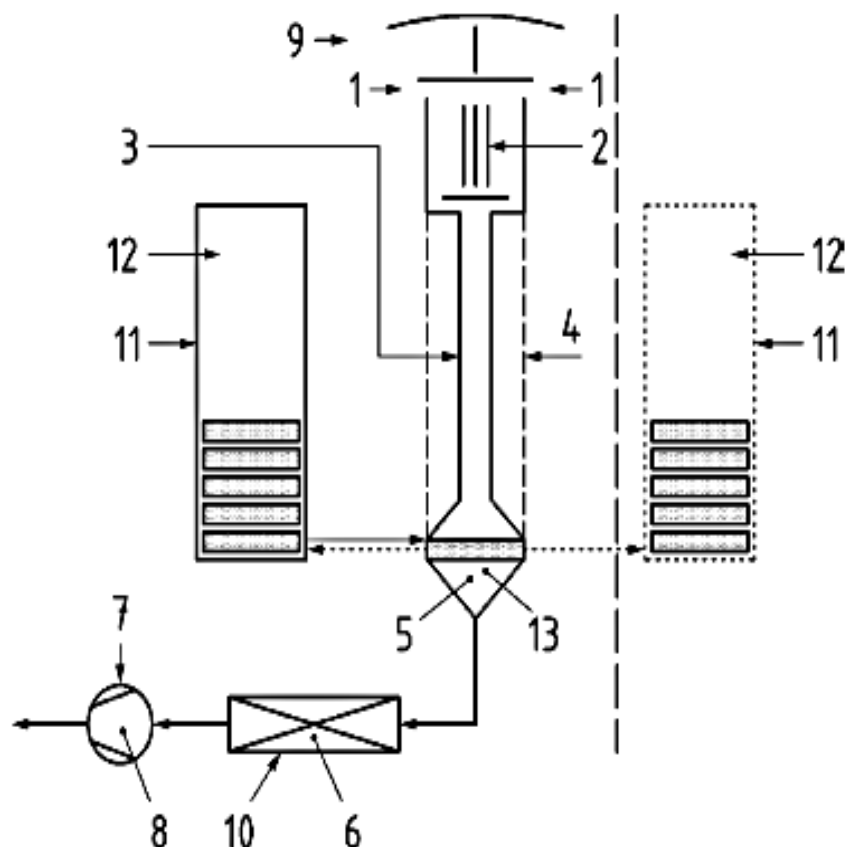
## 6. EQUIPOS Y MATERIAL DE MUESTREO

Se requiere un equipo de aspiración y filtración, comúnmente llamado “captador de bajo/ medio volumen”, secuencial o con filtros individuales, que reúna adecuadas condiciones tanto estructurales como de conservación.

Las mediciones se realizan con captadores con cabezales diseñados, como se especifica a continuación. La figura que se muestra más abajo proporciona una ilustración de un diagrama de flujos esquemático para un muestreador secuencial. También son posibles y están permitidos diseños alternativos, que satisfagan los requisitos de la norma:

 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	

**Diagrama de flujos esquemático para un muestreador secuencial**



**Leyenda**

..... Cabeza con la funda de aire y sistema contenedor/tubo (opcional)

◄---► Trayectoria sistemática del filtro blanco/muestreado

1 Muestra de aire ( $T_a$ ,  $P_a$ )

2 Cabeza de impactación

3 Tubo de conexión

4 Funda de aire de la cabeza (opcional)

5 Portafiltros

6 Caudalímetro

7 Bomba

8 Sistema de regulación de caudal


9 Medición de la temperatura  $T_a$  y presión  $P_a$

10 Medición de la temperatura  $T$  y presión  $P$  (en caso necesario de regular el caudal)

11 Cambiador de muestra y almacenamiento de filtros

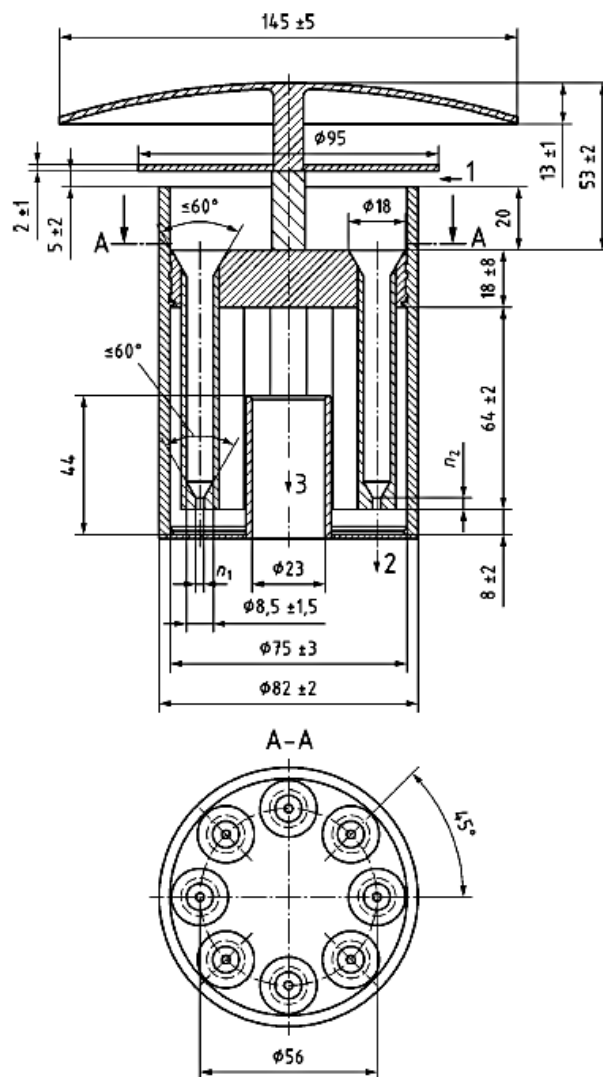
12 Medición de la temperatura de almacenamiento

13 Medición de la temperatura del aire en las proximidades del filtro

 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración máscica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	

### Diseño esquemático de la cabeza para PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>, caudal de 2,3 m³/h

Medidas en milímetros




#### Leyenda

Tolerancia de todas las mediciones, salvo que se especifique otra cosa:  $\pm 0,2$  mm, o  $\pm 0,5^\circ$ , respectivamente.

- 1 muestra de aire
- 2 drenaje para el agua impactada
- 3 al filtro
- n1 diámetro interno de la tobera  
para PM<sub>2,5</sub>:  $2,6 + 0,01$  mm/ - 0 mm (tolerancia de fabricación H7 conforme a la Norma ISO 286-2 [28])  
para PM<sub>10</sub>:  $6,5 \pm 0,015$  mm/ - 0 mm (tolerancia de fabricación H7 conforme a la Norma ISO 286-2 [28])
- n2 longitud de la tobera  
para PM<sub>2,5</sub>:  $3,7 \pm 0,1$  mm  
para PM<sub>10</sub>:  $7,0 \pm 0,1$  mm

**Nota:** Para más información sobre este apartado consultar el punto 5 de la norma UNE-EN 12341



 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	

## 6.1. Compatibilización de equipos

- Los captadores nuevos, deben ser totalmente conformes a lo especificado en la actual norma.

**Nota:** La presente Instrucción Técnica remite por completo a la norma UNE-EN 12341 (punto 5, entre otros) para el desarrollo de la evaluación y el cumplimiento de los valores de características de funcionamiento.

- Los modelos antiguos de estos muestreadores, incluidos los descritos en el anexo B de la Norma UNE-EN 12341:2014, tienen un estatus especial en lo que respecta a su utilización y pueden seguir siendo utilizados, siempre y cuando, se calcule y aplique a sus incertidumbres, una tolerancia adicional adecuadamente justificada.


**Nota:** Se indica un procedimiento apropiado para calcular la tolerancia adicional sobre la incertidumbre en el anexo B de la Norma UNE - EN 12341:2014 [21].

**Nota:** Esta tolerancia adicional deberá estar documentada, validada y disponible por parte del Organismo de Control en Atmósfera.


## 6.2. Características del captador (concernientes al fabricante)

El captador o muestreador, debe tener un diseño y algunas características específicas que el fabricante debe cumplir. A continuación, se expone una tabla resumen de algunos de los aspectos más relevantes (consultar punto 5 de la norma para completar los requisitos específicos):

Pto. de la norma	Diseño/característica de funcionamiento	Requisito	Características adicionales
5.1.2 5.1.4 5.1.5	<b>Diseño del muestreador</b>	El diseño del muestreador debe ser conforme a las especificaciones	El captador se debe diseñar de forma que sea posible verificar y calibrar todos los sensores importantes, para asegurar el correcto funcionamiento del captador.  El manual del captador debe contener las instrucciones de cómo acceder a los sensores.
5.1.3 y Anexo A	<b>Diseño de la cabeza</b>	El diseño de la cabeza de muestreo debe ser conforme a las especificaciones	Material inerte, no corrosivo, conductor de la electricidad, tal como acero inoxidable, aleación de aluminio o aluminio anodizado  El caudal de muestreo se debe mantener a un caudal nominal de 2,3 m <sup>3</sup> /h (38,3 l/m).
5.1.4	<b>Tubo de conexión</b>	Debe garantizar minimizar pérdidas de materia particulada	Debe garantizar minimizar las pérdidas por deposición de materia particulada debidas a procesos cinéticos, así como las pérdidas debidas a procesos térmicos, químicos o electrostáticos. <ul style="list-style-type: none"> <li>debe estar hecho de un material inerte, no corrosivo, conductor de la electricidad, tal como acero inoxidable o aluminio anodizado.</li> <li>debe ser recto y vertical.</li> <li>La longitud entre el cabezal y el portafiltras, no debe ser mayor de 3 m.</li> <li>se debe diseñar para minimizar el efecto del calentamiento solar, de forma que la muestra de aire se mantenga tan cercana como sea posible a la temperatura ambiente.</li> <li>La temperatura se debe mantener tan cercana a la temperatura ambiente como sea posible, para evitar el contacto del aire muestreado con superficies frías que</li> </ul>

 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	

Pto. de la norma	Diseño/característica de funcionamiento	Requisito	Características adicionales
			<p>podieran causar condensación, por ejemplo, pasando aire ambiente a través de una funda alrededor del tubo de conexión.</p>
5.1.5	<b>Portafiltros</b>	Debe garantizar minimizar pérdidas de materia particulada	<p>El diámetro del área expuesta a través de la cual pasa el aire muestreado debe estar entre 34 mm y 44 mm.</p> <p>Debe diseñarse de tal manera que la temperatura del portafiltro y del filtro se mantenga tan cercana como sea posible de la temperatura ambiente.</p> <p>Debe minimizarse el efecto de las fuentes de calor, tales como radiación solar y aparatos eléctricos (por ejemplo, la bomba de muestreo) y de elementos enfriadores, como el aire acondicionado.</p>
5.1.5	<b>Temperatura del aire a través del filtro durante el muestreo</b>	Validar una adecuada T <sup>a</sup> de filtración respecto a la T <sup>a</sup> ambiente	Debe disponer de sensor de T <sup>a</sup>
5.1.6	<b>Sistema de control de caudal</b>	Garantizar la velocidad adecuada al cabezal de corte PMx	El sistema de caudal para la captación de muestras debe proporcionar el caudal necesario para la correcta selección del tamaño en el cabezal, y también un volumen conocido muestreado, para el cálculo de la concentración de PMx.
5.1.12	<b>Registro horario mínimo y transmisión de los parámetros operativos</b>	<p>El muestreador debe ser capaz de registrar y de transmitir con periodicidad de al menos una hora los parámetros siguientes como mínimo:</p> <p>caudal medio;</p> <p>duración del muestreo y volumen de muestra;</p> <p>temperatura media del aire en la sección del filtro;</p> <p>temperatura media ambiente;</p> <p>temperatura media de almacenamiento del filtro;</p> <p>presión media ambiental.</p>	El muestreador debe continuar registrando estos parámetros operativos incluso si está en modo de espera, es decir, cuando el muestreador no está tomando muestras de forma activa, pero los filtros expuestos del muestreador permanezcan almacenados
5.1.13	<b>Efecto de fallo en la red eléctrica</b>	Los parámetros del instrumento deben estar protegidos frente a pérdidas. Al retornar la corriente eléctrica el instrumento debe reanudar automáticamente su funcionamiento	<p>El muestreador debe incluir un reloj de reserva en tiempo real, capaz de registrar el tiempo durante un corte de energía prolongado, durante un mínimo de 30 días. Este tiempo debe utilizarse cuando se restaure la corriente en el muestreador y está permitida la sincronización de tiempo.</p> <p>Será necesario disponer de un muestreador que implemente las especificaciones del punto 5.1.13 de la norma</p> <p>El muestreador debe efectuar las acciones apropiadas al restaurarse la corriente:</p> <p>Si la corriente se restaura dentro de un periodo de 24 h, el muestreador debe retomar el muestreo con el filtro actual.</p> <p>Si la corriente se restaura después haber transcurrido un periodo de muestreo de 24 h, el muestreador debe pasar a un nuevo filtro (el siguiente en el cargador de filtros o el filtro apropiado programado para el día) y comenzar el muestreo.</p>

 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	

Pto. de la norma	Diseño/característica de funcionamiento	Requisito	Características adicionales
			En ambos casos, los parámetros medidos, incluido el tiempo de muestreo real de los filtros afectados y los tiempos de interrupción y restauración del suministro eléctrico, deben quedar registrados para todos los filtros afectados.

### 6.3. Aspectos operativos para el muestreo

El muestreador debe recopilar, y el Organismo de Control en Atmosfera evaluar y validar, en cada muestreo los siguientes parámetros:

- Temperatura del aire en la sección del filtro
- Caudal
- Caudal máximo y caudal mínimo durante el muestreo
- Caudal medio durante el periodo de muestreo
- Duración del muestreo.
- Volumen muestreado
- Temperatura ambiente
- Temperatura de almacenamiento del filtro
- Presión ambiental


El muestreador debe ser capaz de registrar y de transmitir con periodicidad de al menos una hora, los anteriores parámetros como mínimo. Debe continuar registrando estos parámetros operativos incluso si está en modo de espera; es decir, cuando el muestreador no está tomando muestras de forma activa, pero los filtros expuestos del muestreador permanezcan almacenados.

**Nota:** En aquellos muestreadores en los que la sección del filtro se encuentra muy próximo a la entrada de aire (muestreadores sin secuenciador o dispensador de filtros, normalmente), pueden eximirse de este control de temperatura, considerando esta temperatura la misma que la temperatura ambiente ya registrada.

### 6.4. Material complementario

Durante el proceso de toma de muestras, deberán registrarse las condiciones meteorológicas reinantes durante el período de medición. Como mínimo, se dispondrá de información sobre parámetros de velocidad y dirección de viento y datos sobre precipitaciones, que indiquen ausencia (o no) de lluvia.

Material complementario		
Elemento	Características	
<b>Estación meteorológica</b>	Características	<p>Será recomendable instalar una estación meteorológica, dentro o cercana al perímetro de los muestreos, para evaluar y validar las condiciones ambientales.</p> <p>Parámetros para controlar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad y dirección de viento y datos sobre precipitaciones que indiquen ausencia (o no) de lluvia.</li> </ul> <p>En caso de no disponer de estación propia, deberá utilizarse la estación meteorológica externa más cercana en un área similar a la de realización del muestreo (radio de unos 10 Kilómetros, y la altura entre ambos puntos no exceda los 100 metros).</p>

 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	

### Material complementario

Elemento	Características	
<b>Termógrafo o datalogger de control de Tª de las muestras</b>	Características	Capaz de registrar datos en continuo exportables con periodicidad, al menos, cincominutales durante el periodo máximo de almacenamiento previo a la entrega al laboratorio. Tolerancia demostrada de +/- 0,5 °C
<b>Otros</b>		Nevera termoeléctrica, silicona o vaselina en aerosol o crema, guantes de látex, placas Petri y pinzas

## 7. ELEMENTOS DE CAPTACIÓN

Filtros	
Elemento	Características
<b>Filtros</b>	Características detalladas en el punto 5.1.5.2 de la norma, como: <ul style="list-style-type: none"> <li>Los filtros deben estar hechos de fibra de vidrio, fibra de cuarzo, PTFE o de fibra de vidrio recubierto de PTFE.</li> <li>Los filtros deben tener una eficiencia en la separación, de al menos el 99,5 % para partículas con un diámetro aerodinámico de 0,3.</li> </ul>


Los periodos del almacenaje deben ser tan cortos como sea posible. La siguiente tabla, da directrices para los periodos máximos de almacenamiento.

Periodos recomendados de almacenamiento de filtro:

Filtro	Periodo máximo de almacenamiento
<b>Filtros no muestreados después de la pesada</b>	2 meses (tiempo total de almacenamiento en el cuarto de pesada y el muestreador) o más si la medición del blanco permanece dentro de los límites especificados (véase punto 6.7.2 de la norma)
<b>Filtros muestreados y blancos de campo en el muestreador</b>	1 mes
<b>Filtros muestreados y blancos de campo en el cuarto de pesada antes de la pesada</b>	1 mes

## 8. OPERATIVA

**Colocación del punto de muestreo:** El captador o muestreador se situará en un lugar tal que cumpla las especificaciones y criterios establecidos en la Instrucción Técnica IT-CLM-AT-I-02, debiendo estar basado en la premisa de buscar las zonas de máximo impacto de las emisiones de la instalación, en relación con la presencia de las áreas próximas más sensibles, entendiendo como tales zonas de viviendas, núcleos habitados, ecosistemas naturales de especial relevancia, etc.

 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	

El captador se situará, considerando:

Que el punto de entrada del muestreo no deberá estar situado en las proximidades de fuentes de emisión (como vías de paso, acopios de material particulado, focos de emisión canalizada, etc.) para evitar la entrada directa de emisiones sin mezclar con aire ambiente, siendo una distancia recomendable de entre 50 y 100 m.

- La topografía circundante.
- La distancia a edificaciones cercanas, masas arbóreas, muros verticales y otros objetos que puedan incidir en la determinación. Esta distancia será del doble de la altura del objeto, siempre que sea posible, o en su defecto, superior a 10 metros.
- No deberán existir restricciones al flujo de aire alrededor del punto de entrada del muestreo. Por regla general, el punto de entrada del muestreo se colocará a varios metros de edificios, balcones, árboles y otros obstáculos.
- En general, el punto de entrada de muestreo deberá estar situado entre 1,5 m (que equivale a la zona de respiración) y 4 m sobre el nivel del suelo.
- La salida del sistema de muestreo deberá colocarse de tal forma que se evite la recirculación del aire saliente hacia la entrada del sistema.
- Además, deberán tenerse en cuenta otros factores como: fuentes de interferencias, condiciones de seguridad, accesos, posibilidad de conexión eléctrica y telefónicas adecuadas, visibilidad del lugar en relación con su entorno, seguridad de la población y del personal técnico, interés de una implantación común de puntos de muestreo de distintos contaminantes y normas urbanísticas, etc.
- En caso de que haya aporte de PM<sub>x</sub> de fuentes naturales, se tienen en cuenta las directrices que publique la Comisión Europea y en su defecto, se utiliza el «Procedimiento para la identificación de episodios naturales de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> y la demostración de causa en lo referente de PM<sub>10</sub>», publicado por el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.

**Nota:** En relación con las condiciones ambientales para el caso de las PM<sub>x</sub>, varios factores influyen en el resultado. Por un lado, las altas temperaturas y el viento aumentan la materia particulada en suspensión en el aire y, por otro lado, la lluvia y la humedad la disminuyen. Se tendrán en cuenta estas condiciones a la hora de planificar la actividad; así, se evitará llevar a cabo los muestreos cuando se den las condiciones ambientales desfavorables descritas en la IT-CLM-AT-I-02.

Para llevar a cabo este control, se recogen los datos meteorológicos de temperatura y presión atmosférica proporcionados por el captador y se valora su representatividad. Así mismo, en el informe final de control se incluyen los datos relativos a precipitaciones y viento de la estación meteorológica propia o de la más cercana (atendiendo a los criterios establecidos) que sea representativa del área de muestreo.


Para valorar la validez de las condiciones climáticas acontecidas durante los días de muestreo, se utilizan los datos recogidos y se trasladan a un formulario de validación.

**Blanco:** Se realizará un blanco por punto y por campaña de muestreo, antes del comienzo de esta (puntos 6.7.3 y 6.4.2 de la norma).

**Fugas:** El Organismo de Control en Atmósfera debe asegurarse, de que la línea de muestreo utilizada durante el ensayo es estanca, por lo que se debe realizar uno al comienzo de cada campaña, cuando se produce un traslado o la instalación de una estación de monitorización (punto 7.9) atendiendo al punto 5.1.10 de la norma.

Si no se puede ensayar por razones técnicas el sistema completo, el cabezal puede ser excluido del ensayo, pero serán objeto de la prueba todas las conexiones posteriores al filtro. Por esta razón, la prueba puede ser previa a la colocación del filtro.

**Muestreo:** Para llevar a cabo la operativa del muestreo, se atenderá a lo especificado en los diferentes puntos de la norma, con especial seguimiento sobre el punto 6.4.2. de la norma.

 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	

Además:

- Antes de poner en marcha el captador, se verificará la integridad externa del equipo y la correcta fijación en el suelo u otro soporte y el estado de limpieza del cabezal de muestreo.
- El equipo se programa para que el periodo de inicio y final del muestreo sea de 24h  $\pm$  1,2 horas (72 min) con una precisión de 1 minuto, anotando la fecha y la hora del comienzo del muestreo.
- A lo largo del muestreo, la aspiración del equipo se debe regular para que el caudal sea de 2,3 m<sup>3</sup>/h y asegurar así que el cabezal haga adecuadamente el corte, dejando pasar las partículas PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> al filtro. Así mismo, el flujo volumétrico promediado durante el periodo de muestreo se deberá situar dentro del 2% del valor nominal y el valor instantáneo del caudal dentro del 5% del valor nominal, en condiciones ambientales.
- Se deberá garantizar disponer de registros de las condiciones meteorológicas, del funcionamiento del proceso que genera las emisiones difusas durante el muestreo, así como de los datos generados por el captador.


**Recuperado de las muestras:** Según lo especificado en el punto 6.4.3. de la norma, prestando especial atención a requisitos como:

- El transporte de los filtros muestreados debe proteger de la contaminación externa, realizándose en contenedores aislantes con tapa, para evitar la contaminación externa y el calentamiento excesivo.
  - Se deben considerar cuidadosamente e implementar condiciones de temperatura adecuadas para el almacenamiento de los filtros muestreados, para minimizar las pérdidas de materiales volátiles y semivolátiles, durante el almacenamiento. Las condiciones de almacenamiento también deberían asegurar la prevención de la condensación en los filtros; por tanto:
    - Se deben guardar los filtros muestreados, a una temperatura igual o menor de 23 °C.
- Nota:** La temperatura de 23 °C se elige, al ser la temperatura del cuarto de pesada (20 °C), con una tolerancia de 3 °C, para tener en cuenta consideraciones prácticas. Un sistema de refrigeración del filtro puede tener un efecto en la cantidad de PM y de agua retenidas en el filtro, en función de los filtros elegidos para el muestreo. El efecto no puede observarse más que cuando la refrigeración está activa y conlleva un aumento de la humedad relativa.
- Se deberá controlar en continuo la temperatura de los filtros durante el almacenamiento y el transporte de las muestras hasta el laboratorio de ensayo.
  - Para análisis gravimétrico, los filtros se deben introducir en el cuarto de pesada dentro de un mes después del muestreo.

## 9. PARÁMETROS ESPECÍFICOS DEL MUESTREO


Aspectos y requisitos para tener en cuenta, previos y durante el muestreo:

Parámetros específicos del muestreo			
Pto de la norma	Aspecto	Requisito	Características adicionales
5.1.9	Período de toma de muestra (ciclo del filtro individual)	24 h	24 h $\pm$ 95 % de disponibilidad ( $\pm$ 72 min. de indisponibilidad) Con una precisión de $\pm$ 1 min, en ese periodo de muestreo El muestreador debe ser capaz de proporcionar información sobre la hora de inicio, la hora de parada y la duración del muestreo, para cada filtro individual. Las duraciones de la sustitución deben quedar documentadas en el informe
6.7.3 6.4.2	Blanco de campo	Uno por cada punto y campaña	Lo especificado en el 6.7.3 de la norma. <ul style="list-style-type: none"> <li>• En todo caso, como mínimo, un filtro no debe muestrearse, pero sí debe permanecer dentro del cargador para servir como un blanco de campo</li> </ul>

 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración máscica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	

Parámetros específicos del muestreo			
Pto de la norma	Aspecto	Requisito	Características adicionales
			<p>(punto 6.4.2).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El periodo de almacenamiento del blanco de campo en el captador debe ser el mismo que el de los filtros de muestra, ya que los procesos que afectan al blanco de campo y al filtro de muestra, deben ser los mismos.</li> <li>El valor absoluto de la masa del blanco de campo debe ser inferior o igual a 60 µg.</li> </ul>
5.1.5	Temperatura del aire a través del filtro durante el muestreo	Dentro de un rango de $\pm 5$ °K con respecto a la temperatura ambiente cuando es $> 20$ °C	<p>Se debe tener en cuenta que si la temperatura ambiente es <math>&gt; 20</math> °C, la temperatura del filtro de muestra no debe diferir dentro de un rango de <math>\pm 5</math> °K de la temperatura del aire ambiente que rodea el captador.</p> <p>Esto se debe verificar incorporando mediciones de temperatura en el aire muestreado directamente por detrás del filtro, que se debe comparar con las mediciones de la temperatura del aire ambiente.</p> <p><u>Nota:</u> No aplicable a muestreadores en los que la sección del filtro se encuentra muy próximo a la entrada de aire (léase Nota del punto 6.3 de la presente IT).</p>
5.1.6	Caudal nominal	Caudal nominal: (2,3 m <sup>3</sup> /h en condiciones ambientales) Requisito: $\leq 2,0$ %	<p>El caudal de muestreo se debe mantener a un caudal nominal de 2,3 m<sup>3</sup>/h (38,3 l/m) en condiciones ambientales</p> <p><u>Especificaciones</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El control de caudal debe ser tal que el volumen muestreado de aire en condiciones ambientales por unidad de tiempo (m<sup>3</sup>/h), se mantenga constante, lo que obliga a estar corrigiendo constantemente el caudal de aspiración, por ello es necesario medir T<sup>a</sup> y P.</li> <li>El caudal medido por el sistema de control de caudal instalado después del filtro que se muestrea se debe convertir a condiciones ambientales.</li> <li>Requiere la medición de la temperatura y presión ambiental.</li> <li>El caudal de muestreo, la temperatura y la presión, deben ser objeto de una monitorización continua y registrarse al menos cada 6 min. en promedios horarios durante un periodo de 24 h. como mínimo.</li> </ul> <p>Estas mediciones horarias deben utilizarse para evaluar el cumplimiento de los requisitos de este ensayo.</p>
5.1.6	Constancia del caudal volumétrico de muestra	$\leq 2,0$ % del caudal nominal durante el periodo de muestreo $\leq 5,0$ % del caudal nominal (caudal instantáneo)	<p>Durante la toma efectiva de muestras, el caudal instantáneo y el caudal medio durante el periodo de muestreo, deben satisfacer los siguientes requisitos de funcionamiento en condiciones ambientales en los ensayos de campo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\leq 2,0</math> % del caudal nominal durante el periodo de muestreo</li> <li><math>\leq 5,0</math> % del caudal nominal (caudal instantáneo)</li> </ul>
5.1.10	Test de fugas	$\leq 1,0$ % del caudal de muestra (0,38 l/m)	<p>Se realizará uno al comienzo de cada campaña, cuando se produce un traslado o la instalación de una estación de monitorización (punto 7.9) atendiendo al punto 5.1.10 de la norma.</p> <p>Si no se puede ensayar por razones técnicas el sistema completo, el cabezal puede ser excluido del ensayo, pero serán objeto de la prueba todas las conexiones posteriores al filtro. Por esta razón, la prueba puede ser previa a la colocación del filtro</p>
	Parámetros auxiliares	Control sobre las condiciones ambientales	<p>Será recomendable instalar una estación meteorológica, dentro o cercana al perímetro de los muestreos, para evaluar y validar las condiciones ambientales.</p> <p>Parámetros para controlar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Velocidad y dirección de viento y datos sobre precipitaciones, que</li> </ul>



 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración máscica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	

Parámetros específicos del muestreo			
Pto de la norma	Aspecto	Requisito	Características adicionales
			indiquen ausencia (o no) de lluvia. En caso de no disponer de estación propia, deberá utilizarse la estación meteorológica externa más cercana, en un área similar a la realización del muestreo (radio de unos 10 Kilómetros, y la altura entre ambos puntos no exceda los 100 metros)
5.1.11	Tratamiento de los filtros muestreados	Protegidos de condiciones externas y T <sup>a</sup>	Punto 5.1.11 de la norma. • Protegidos de la contaminación externa. • Se deben guardar los filtros muestreados, a una temperatura ≤ a 23 °C. Los filtros se deben introducir en el cuarto de pesada, en un plazo máximo de un mes después del muestreo del primer filtro.
5.1.9	Sesgo máximo del reloj del muestreador	± 5 min (durante 30 días)	La precisión a largo plazo del reloj del muestreador debe ser inferior a 5 min. a lo largo de un periodo de 30 días.
5.1.14	Finalización del muestreo debido a sobrecarga en el filtro		Los instrumentos con cambiadores de filtros deben poseer la capacidad de reiniciarse automáticamente con un nuevo filtro, si la muestra del filtro anterior se malogró, debido a la alta caída de presión a través del filtro. Se recomienda que el periodo mínimo de muestreo para obtener una concentración válida diaria sea mayor de 18 h.
5.1.11	Tratamiento de los filtros muestreados	Protegidos de condiciones externas y T <sup>a</sup>	Punto 5.1.11 de la norma • Protegidos de la contaminación externa. • Se deben guardar los filtros muestreados a una temperatura ≤ a 23 °C. Los filtros se deben introducir en el cuarto de pesada en un plazo máximo de un mes después del muestreo del primer filtro
6	Pesada	Inicial y final	Lo especificado en el punto 6 de la norma.


## 10. VALIDACIÓN DEL MUESTREO

Aspectos y requisitos para tener en cuenta después del muestreo y que deben ser comprobados para dar validez al mismo y sus resultados. Se desestimará cualquier muestra que tenga signos evidentes de manipulación, interferencia o alteración de esta.


El usuario debe recopilar, evaluar y validar en cada muestreo, los detalles y requisitos derivados del muestreo, en relación con los siguientes aspectos:

Validación del muestreo			
Pto de la norma	Aspecto	Requisito	Características adicionales
5.1.9	Periodo de toma de muestra (ciclo del filtro individual)	24 h	24 h ± 95 % de disponibilidad (±72 min de indisponibilidad) Con una precisión de ± 1 min., en ese periodo de muestreo. El muestreador debe ser capaz de proporcionar información sobre la hora de inicio, la hora de parada y la duración del muestreo, para cada filtro individual. Las duraciones de la sustitución, deben quedar documentadas en el informe.



 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	

Validación del muestreo			
Pto de la norma	Aspecto	Requisito	Características adicionales
5.1.13	Fallo de corriente	Restauración automática	Fallo de corriente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si la corriente se restaura dentro de un periodo de 24 h., el muestreador debe retomar el muestreo con el filtro actual.</li> <li>• Si la corriente se restaura después de haber transcurrido un periodo de muestreo de 24 h., el muestreador debe pasar a un nuevo filtro y comenzar nuevo muestreo.</li> </ul> En ambos casos, los parámetros medidos, deben quedar registrados para todos los filtros afectados.
6.7.3 6.4.2	Blanco de campo	Uno por punto y campaña	El valor absoluto de la masa del blanco de campo, debe ser inferior o igual a 60 µg. <ul style="list-style-type: none"> <li>• En caso de que se superen los 60 µg en el blanco de campo, se desecha el control correspondiente.</li> </ul>
5.1.5	Temperatura del aire a través del filtro durante el muestreo	Dentro de un rango de $\pm 5$ °K con respecto a la temperatura ambiente cuando es $> 20$ °C	Evaluación y validación de la temperatura del filtro de muestra respecto de la temperatura del aire ambiente que rodea el captador. <ul style="list-style-type: none"> <li>• No debe diferir dentro de un rango de <math>\pm 5</math> °K con respecto a la temperatura ambiente cuando es <math>&gt; 20</math> °C</li> </ul>
5.1.6	Caudal nominal	Caudal nominal: (2,3 m³/h en condiciones ambientales)	Evaluación y validación del caudal de muestreo, se ha mantenido a un caudal nominal de 2,3 m³/h (38,3 l/m) en condiciones ambientales, a través de las mediciones horarias de las mismas. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisito: <math>\leq 2,0</math> %</li> </ul>
5.1.6	Constancia del caudal volumétrico de muestra	$\leq 2,0$ % del caudal nominal durante el periodo de muestreo $\leq 5,0$ % del caudal nominal (caudal instantáneo)	Evaluación y validación de la toma efectiva de muestras, del caudal instantáneo y el caudal medio durante el periodo de muestreo en condiciones ambientales, en los ensayos de campo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\leq 2,0</math> % del caudal nominal durante el periodo de muestreo</li> <li>• <math>\leq 5,0</math> % del caudal nominal (caudal instantáneo)</li> </ul>
5.1.10	Test de fugas	N/A salvo necesidad	Si no ha sufrido movimientos bruscos, golpes, caídas o algún otro contratiempo que pueda haber comprometido la integridad del muestreador, no será necesario realizar un test de fugas al finalizar los muestreos. En caso de necesidad, será el mismo criterio: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\leq 1,0</math> % del caudal de muestra (0,38 l/m)</li> </ul>
	Condiciones climáticas	Control sobre las condiciones ambientales	Evaluación y validación de los datos obtenidos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Precipitaciones</li> <li>• Viento</li> </ul>
5.1.9	Sesgo máximo del reloj del muestreador	$\pm 5$ min (durante 30 días)	A comprobar al finalizar el periodo de campaña, extrapolando el % a los días efectivos del periodo muestreado
5.1.14	Finalización del muestreo debido a sobrecarga en el filtro		Evaluación y validación del cumplimiento: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se recomienda que el periodo mínimo de muestreo para obtener una concentración válida diaria, sea mayor de 18 h.</li> </ul>
	Estado del filtro		Se observa que su integridad, ha sido alterada. Pérdida de parte del material particulado recogido.

 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	

Validación del muestreo			
Pto de la norma	Aspecto	Requisito	Características adicionales
			Filtro roto, mojado, mancha de muestreo desplazada o incompleta, presencia de organismos u objetos extraños u otras causas.
5.1.11	Tratamiento de los filtros muestreados	Protegidos de condiciones externas y T <sup>a</sup> ≤ a 23 °C	Evaluación y validación del cumplimiento de ambas premisas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protegidos de la contaminación externa.</li> <li>• Se deben guardar los filtros muestreados a una temperatura ≤ a 23 °C.</li> </ul> Los filtros se deben introducir en el cuarto de pesada en un plazo máximo de un mes después del muestreo del primer filtro. <b>Nota:</b> Se toma como referencia el primer filtro muestreado

## 10.1. Valoraciones:

### Condiciones meteorológicas

De concurrir condiciones meteorológicas extraordinarias, se deberán desechar las muestras diarias afectadas por ellas, atendiendo a lo expuesto en la IT-CLM-AT-I-02.

### Condiciones del muestreo

La valoración de los diferentes aspectos influyentes en la validez de los resultados del muestreo de cada captador deberá realizarse caso por caso.

No obstante, un incumplimiento en los requisitos establecidos para el blanco de campo, el caudal de aspiración, la temperatura y la integridad física del filtro o del material particulado recogido, implicará desechar el muestreo directamente.

## 11. PESADA DE FILTROS


Todo lo concerniente a la pesada de filtros, antes y después de los muestreos, seguirá lo indicado en la norma UNE-EN 12341:2024 (punto 6, entre otros)

**Nota:** Si se quiere determinar PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>, el laboratorio contratado deberá estar acreditado en la determinación gravimétrica para PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> según UNE-EN 12341:2024 o posteriores actualizaciones.

## 12. CONTROL DE CALIDAD EN CONTINUO

El control de calidad es esencial para asegurar que las incertidumbres de los valores medidos para la materia particulada en aire ambiente se mantienen dentro de límites dados durante extensos periodos de seguimiento en campo. Esto requiere que deban seguirse los procedimientos de mantenimiento, ensayo y calibración que son esenciales, establecidos para la obtención de datos de calidad del aire, exactos y trazables.

En este apartado, se dan criterios para el mantenimiento, verificaciones y calibración. Estos procedimientos son considerados como un mínimo necesario, para el mantenimiento del nivel de calidad requerido.

 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	

- **Sensores de temperatura y presión del muestreador**


Dado que los sensores de temperatura y presión son esenciales para el control del funcionamiento apropiado del instrumento, como es el control de caudal según las especificaciones del fabricante, estos sensores se deben someter a:

Acción	Requisito
<b>Verificaciones</b>	Periodicidad trimestral. Mediante patrones calibrados con trazabilidad acreditada. Esas verificaciones se deben realizar, antes de la verificación del caudal. Si los valores del sensor difieren más de los criterios los sensores, se deben recalibrar y ajustar de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
<b>Calibración</b>	Periodicidad anual. Mediante patrones calibrados con trazabilidad acreditada. Estos patrones de transferencia deben cumplir las especificaciones de incertidumbre (95 % de confianza) dadas en la tabla.

**Nota:** Las verificaciones de los sensores de temperatura y presión se deben realizar antes de la verificación del caudal.

- **Caudal del muestreador**

Acción	Requisito
<b>Verificaciones</b>	Periodicidad trimestral Mediante patrones calibrados con trazabilidad acreditada Incertidumbre expandida relativa del medidor de caudal (el equipo verificador) que debe ser $\leq 2\%$ en las condiciones de laboratorio. Las verificaciones de caudal deben incluir la línea de muestreo. Si los valores difieren más de los criterios, se deben recalibrar y ajustar de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Para el resto de sistemática, se atenderá a lo dispuesto en el punto 7.7 de la norma UNE-EN 12341:2024
<b>Calibración</b>	Periodicidad anual. Mediante caudalímetro calibrado con trazabilidad acreditada. Incertidumbre expandida relativa de caudalímetro (equipo calibrador) $< 1\%$ en condiciones de laboratorio Las calibraciones de caudal deben incluir la línea de muestreo. Todos los sensores deben estar en funcionamiento, durante la calibración del caudal.

 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración máscica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	

- **Exactitud del reloj muestreador**

Acción	Requisito
<b>Verificación</b>	La exactitud del reloj del muestreador debe someterse a ensayo cada tres meses. La desviación máxima del reloj debe ser inferior a $\pm 15$ min, durante un periodo de tres meses.

- **Estanquidad del sistema de muestreo**


Acción	Requisito
<b>Verificación</b>	Periodicidad anual. A todo el sistema de muestreo. Este ensayo requiere la utilización de un dispositivo de medición de presión o un medidor de caudal volumétrico. Puede usarse un ensayo de fugas integrado en un muestreador por el fabricante, siempre y cuando el rigor de tal ensayo sea equivalente al ensayo de estanquidad descrito en los apartados 5.1.10.2. y 5.1.10.3.

## 12.1. Resumen de criterios y periodicidades

Aplica a	Pto. Norma	Acción	Requisito	Criterios de acción <sup>(1)</sup>	Requisitos de incertidumbre para los patrones de transferencia
<b>Sensores de temperatura y presión</b>	7.5	Verificación	Cada 3 meses	$\pm 3$ K $\pm 1$ KPa	$\pm 1,5$ K $\pm 0,5$ KPa
	7.6	Calibración	Cada año	$\pm 3$ K $\pm 1$ KPa	$\leq a \pm 1,0$ K $\leq a \pm 0,5$ KPa
<b>Caudal del muestreador</b>	7.7	Verificación	Cada 3 meses	5 %	2 %
	7.8	Calibración	Cada año	3 %	$\leq 1$ %
<b>Verificación de fugas del sistema completo de muestreo</b>	7.9	Verificación	Cada año	<1 %	
<b>Exactitud del reloj del muestreador</b>	7.13	Verificación	Cada 3 meses	desviación máxima < $a \pm 15$ min	-

<sup>(1)</sup> Con referencia a los valores nominales. Deben realizarse las calibraciones y deben efectuarse los ajustes si se superan los criterios de acción.

**Nota:** Para más información sobre este apartado consultar el punto 7 de la norma UNE-EN 12341.

 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	

## 13. CÁLCULOS

Los resultados de la medición se deben expresar en µg/m<sup>3</sup>, donde el volumen de aire es el de las condiciones ambientales cercanas al cabezal durante el muestreo.

El resultado se calcula como la diferencia en masa, entre el filtro muestreado y sin muestrear, dividido por el volumen de muestra determinado como el caudal multiplicado por el tiempo de muestreo.

### 13.1. Concentración de PM<sub>x</sub>

$$C = \frac{m1 - m2}{Qa \times t}$$

Donde:

- C: es la concentración, en microgramos por metro cúbico (µg/m<sup>3</sup>)
- m1: es la masa del filtro muestreado, en microgramos (µg)
- m2: es la masa del filtro no muestreado, en microgramos (µg)
- Qa: es el caudal en condiciones ambientales, en metros cúbicos por hora (m<sup>3</sup>/h);
- t: es el tiempo de muestreo, en horas (h).

### 13.2. Cálculo de incertidumbre

La determinación de la concentración de PM<sub>10</sub> o de PM<sub>2,5</sub> en el aire ambiente debe cumplir con el requisito de incertidumbre máxima de los valores medidos con el fin de conseguir una incertidumbre menor a la requerida en la normativa de referencia.

El Organismo de Control en Atmósfera deberá disponer de procedimientos y cálculos pormenorizados para la evaluación de las contribuciones a la incertidumbre de la medición y realizar valoración, en base al método y a lo que establece la IT-CLM-AT-I-02.


## 14. RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del titular de la instalación:

- Facilitar al OCA cualquier información previa al control para desarrollar un plan de muestreo acorde a las emisiones difusas a evaluar.
- Facilitar datos de producción fehacientes para poderlos extrapolar con los datos de los parámetros evaluados, así como cualquier otra información necesaria para completar el contenido mínimo de los informes.

Es responsabilidad del Organismo de Control en Atmósfera:

- Adecuarse a esta Instrucción Técnica, en la disponibilidad de equipos que cumplan las especificaciones y tolerancias que se detallan en la misma y aquellas definidas en las normas de referencia.
- Adecuarse a criterios de obligado cumplimiento recogidos en la presente Instrucción Técnica y no contemplados de manera explícita en las normas de referencia.
- Todo el instrumental de medida descrito en la presente Instrucción Técnica deberá estar en disposición del Organismo de Control en Atmósfera.
- Dotar de material suficiente y en estado óptimo de medida al personal técnico para el objeto de la actuación a desarrollar.
- Deberán mantener y asegurar la trazabilidad de los registros primarios con los resultados de las medidas declaradas.

 <b>Castilla-La Mancha</b>	Emisiones a la atmósfera provenientes de emisiones difusas	<b>IT-CLM-AT-I-05</b>
	<b>Determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión</b> Instrucción Técnica para la determinación de partículas en suspensión inferiores a 10 micras (PM <sub>10</sub> ) y 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> ) en aire ambiente	

- Dispondrá de un periodo transitorio de seis meses para adecuar su alcance de acreditación a dicha IT. No obstante, la aplicación de esta IT será de obligado cumplimiento a los 3 meses del momento de su publicación.

**Nota:** Dispondrá de un periodo transitorio de **un año** para adecuar su alcance de acreditación a dicha IT. No obstante, la aplicación de esta IT será de obligado cumplimiento a los **seis meses** del momento de su publicación.

## 15. REFERENCIAS

- UNE-EN 12341:2024. Aire ambiente Método de medición gravimétrico normalizado para la determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión
- Normas de referencia como UNE-EN 15259.
- Real Decreto 39/2017, de 27 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- Documentación técnica de la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC).