GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
insst
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

La toma de muestra en el procedimiento de medida de fibras de amianto en aire













MTA/MA-051

Título:
La toma de muestra en el procedimiento de medida de fibras de amianto en aire (MTA/MA-051)

Autor:
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Elaborado por:
Diana Torremocha García
José Luis Sanz Romera
José Mª Rojo Aparicio

Edita:
Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O. A., M.P.
C/ Torrelaguna, 73 - 28027 Madrid
Tel. 91 363 41 00, fax 91 363 43 27
www.insst.es

Composición:
Servicio de Ediciones y Publicaciones del INSST

Edición:
Madrid, octubre 2025

NIPO (en línea): 118-25-001-2

Hipervínculos:
El INSST no es responsable ni garantiza la exactitud de la información en los sitios web que no son de su propiedad. Asimismo la inclusión de un hipervínculo no implica aprobación por parte del INSST del sitio web, del propietario del mismo o de cualquier contenido específico al que aquel redirija.

Agradecimientos:
A IGR, S.A, Inteccon y Alenium la cesión del material necesario para los experimentos.
Los ensayos realizados en este documento han sido parcialmente efectuados por Iván Manero Calvo, Asier Aguilera Grande y Lorena Fernández España en el marco de las becas de investigación, desarrollo e innovación para titulados/as superiores universitarios/as, en materias y técnicas propias de la prevención de riesgos laborales.

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:
http://cpage.mpr.gob.es

Catálogo de publicaciones del INSST:
https://www.insst.es/catalogo-de-publicaciones

datos abiertos

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 4

2. LÍMITES DEL MTA/MA-051 4

3. OBJETIVOS 5

4. CONSIDERACIONES SOBRE EL SISTEMA DE MUESTREO 5

5. METODOLOGÍA 7

   5.1. Muestreo ambiental 8

   5.2. Muestreo personal 9

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 10

7. CONCLUSIONES 12

8. REFERENCIAS 13

1. INTRODUCCIÓN

Los trabajos con amianto están regulados en España mediante el Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto. El anexo I de este real decreto recoge que la toma de muestras y el análisis (recuento de fibras) se realizará, preferentemente, por el procedimiento descrito en el método MTA/MA-051 del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), "Determinación de fibras de amianto y otras fibras en aire. Método del filtro de membrana/microscopía óptica de contraste de fases, (método multifibra)" [1], que está basado en el método recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) [2]. A este respecto, el Apéndice 3 de la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al amianto [3] aporta propuestas para la mejora de la estrategia de muestreo, para la toma de muestras, para el análisis e interpretación de resultados y para la aplicación de la Norma UNE-EN 689:2019+AC:2019 "Exposición en el lugar de trabajo. Medición de la exposición por inhalación de agentes químicos. Estrategia para verificar la conformidad con los valores límite de exposición profesional" [4] en este tipo de mediciones.

La Directiva 2023/2668 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de noviembre de 2023, por la que se modifica la Directiva 2009/148/CE sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al amianto durante el trabajo [5], establece para las fibras de amianto un valor límite ambiental de exposición diaria (VLA-ED®) de 0,01 fibras/cm^3, y proporciona la posibilidad, hasta el 20 de diciembre de 2029, de utilizar como método de análisis la microscopía óptica de contraste de fases (MOCF). A partir del 21 de diciembre de 2029, cada Estado miembro obligará a las empresas, en función del método de recuento de fibras utilizado, a cumplir uno de los dos valores límite recogidos en su artículo 8, es decir: 0,01 fibras/cm^3, si el método de análisis utiliza el recuento de fibras con una anchura inferior a 0,2 micrómetros (microscopía electrónica, ME); o 0,002 fibras/cm^3 cuando el método se basa en el recuento de fibras de anchura comprendida entre 0,2 y 3 micrómetros (MOCF). En cualquier caso, la medición de fibras de amianto en aire mediante métodos analíticos basados en la microscopía electrónica constituye una mejora significativa en lo que respecta al seguimiento del amianto, ya que va a permitir el recuento de fibras más finas, por lo que, de hecho, la MOCF deberá ser sustituida por la ME o por cualquier otro método alternativo que proporcione resultados equivalentes o más exactos.

Por tanto, los nuevos requisitos introducidos en la Directiva, y mientras se produce la transición hacia metodologías basadas en la microscopía electrónica, hacen necesario profundizar en las posibilidades del procedimiento de medida MTA/MA-051 para determinar, con una fiabilidad conocida, fibras de amianto en aire a concentraciones iguales o inferiores al próximo VLA-ED® (0,01 fibras/cm^3).

2. LÍMITES DEL MTA/MA-051

El límite de cuantificación (LC) define la capacidad de un procedimiento de medida para poder determinar, con fiabilidad y representatividad, concentraciones de un agente químico en aire. En el caso de las fibras de amianto, este LC es función del volumen de aire muestreado y del límite inferior de recuento (LIR) o número mínimo de fibras a partir del cual una muestra puede diferenciarse significativamente de un blanco (véase la ecuación 1).

Ecuación 1.

$$LC = \frac{LIR}{V \times 1000}$$

LC: Límite de cuantificación (fibras/cm^3).
LIR: Límite inferior de recuento (fibras/filtro).
V: Volumen de aire muestreado (litros).

El valor del LIR, para la determinación de fibras por microscopía óptica, está establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 10 fibras por 100 campos contados. De esta forma, para una superficie efectiva del filtro de 385 mm^2 y un área de la retícula Walton-Becket de 0,00785 mm^2, el LIR equivale, aproximadamente, a 4900 fibras/filtro.

Como refleja la ecuación 2, el límite de cuantificación o concentración mínima de fibras de amianto en aire, que puede ser determinada mediante el procedimiento de medida recogido en el MTA/MA051, depende exclusivamente del volumen de aire muestreado (más información en la NTP 1159) [6].

Ecuación 2.

$$LC = \frac{4900}{V \times 1000}$$

Por consiguiente, dada la relación directa del volumen con el tiempo y el caudal de muestreo, se puede intervenir sobre uno de estos dos parámetros, o sobre ambos simultáneamente, para obtener un volumen de muestreo que garantice un LC adecuado y conforme al objetivo de la medición y a los requisitos normativos aplicables.

3. OBJETIVOS

Los objetivos perseguidos en este documento son los siguientes:

- Revisar el LC que debe proporcionar el MTA/MA-051 del INSST para su empleo en las determinaciones de fibras de amianto en aire, dado el nuevo valor límite de exposición profesional establecido en la Directiva 2023/2668.
- Establecer el volumen mínimo de muestreo necesario para conseguir un LC que permita al procedimiento de medida cumplir con los requisitos normativos.
- Determinar si pueden alcanzarse, con los equipamientos de muestreo actuales y las características de funcionamiento del MTA/MA-051, estas nuevas exigencias para el volumen de muestreo y el LC del procedimiento de medida, todo ello mientras se produce la transición hacia metodologías basadas en la microscopía electrónica.
- Confirmar la validez del método MTA/MA-051 para la determinación de otras fibras distintas a las de amianto (fibras cerámicas refractarias, VLA-ED® = 0,3 fibras/cm^3; fibras vítreas artificiales, VLA-ED® = 1 fibra/cm^3).

4. CONSIDERACIONES SOBRE EL SISTEMA DE MUESTREO

El MTA/MA-051 establece, en su apartado 5.1, los elementos que componen el sistema de muestreo. Este sistema, independientemente del tipo de muestreo (personal o ambiental), estará constituido por una bomba y un muestreador que contiene un elemento de retención (filtro), unidos por un tubo flexible (figuras 1 y 2).

- Bomba de muestreo: Tiene que ser de tipo P (para el muestreo de partículas en suspensión en aire) y capaz de mantener el caudal durante todo el tiempo de muestreo con una variación máxima de ± 5% del caudal inicial. Además, en el caso de muestreos personales, debe cumplir lo establecido en la norma UNE-EN ISO 13137:2022. "Atmósferas en el lugar de trabajo. Bombas para muestreo personal de los agentes químicos y biológicos. Requisitos y métodos de ensayo" [7].
- Muestreador: Los utilizados para este tipo de mediciones están compuestos por los siguientes componentes: 1. Tapones de cierre; 2. Base del portafiltro; 3. Soporte/s del filtro; 4. Elemento de retención (filtro); 5. Protector o cuerpo extensor; y 6. Tapa del portafiltro (figura 3).



Figura 1. Muestreo personal.



Figura 2. Muestreo ambiental.

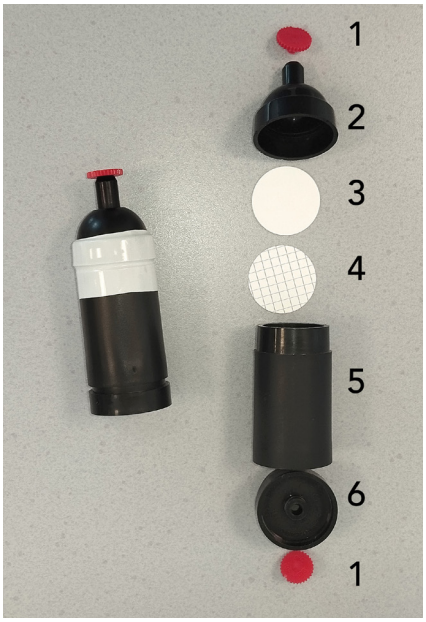


Figura 3. Muestreador de fibras.

Respecto a estos componentes, hay que hacer algunas consideraciones asociadas a lo existente en el momento de redactar el MTA/MA-051, en 2004, y a lo que, en la actualidad, está comercialmente disponible:

- En el método se indica que el muestreador puede disponer de uno o dos soportes, pero ya no existen modelos que tengan más de un soporte.
- El elemento de retención recogido en el método es un filtro de celulosa, que puede ser de nitrato de celulosa o de ésteres de celulosa. En la actualidad, únicamente se comercializan filtros que son mezcla de nitrato y acetato de celulosa.
- El método permite que el filtro sea o no reticulado, aunque recomienda que tenga cuadrícula impresa para localizar con mayor facilidad los planos focales en los que se encuentran las fibras. En este caso, la recomendación sigue siendo válida.
- Aunque el método permite la reutilización de los muestreadores, previa limpieza exhaustiva de los mismos, esta actuación no debería entenderse como una práctica recomendable.

5. METODOLOGÍA

En primer lugar, teniendo en cuenta las especificaciones del MTA/MA-051, se debe determinar el caudal máximo que es capaz de suministrar una bomba de muestreo ambiental o de muestreo personal a través de un muestreador provisto de uno de los dos tipos de filtros que pueden utilizarse en las determinaciones de fibras de amianto en aire (filtros de tamaño de poro de 0,8 µm o filtros de tamaño de poro de 1,2 µm).

Con este objetivo, se han realizado los ensayos utilizando un sistema compuesto por: bomba, medidor de pérdida de carga, muestreador de fibras de amianto provisto de filtro de membrana de celulosa del tamaño de poro objeto de estudio (0,8 µm o 1,2 µm) y calibrador de caudal primario de burbuja (figuras 4a, 4b y 5). El montaje, con todos los elementos utilizados, se acondiciona en una cámara con temperatura y humedad controladas, y se anotan los datos de las condiciones ambientales al inicio y al final de la prueba para verificar su reproducibilidad.

Tanto con las bombas de muestreo ambiental como con las bombas de muestreo personal, se parte de un caudal inicial, se deja estabilizar la bomba durante 5 minutos y se realizan 3 mediciones del caudal. Este proceso se repite con 6 muestreadores diferentes provistos de filtros del mismo lote y tamaño de poro. A continuación, se aumenta 1 l/min el caudal y se repite el proceso. Los resultados obtenidos para ambos tipos de bombas de muestreo son extrapolables a otras de características similares a las utilizadas en el ensayo, ya que la pérdida de carga depende, principalmente, del tipo de muestreador y del caudal utilizado.

Para cada uno de los dos tipos de filtros (de 0,8 µm o 1,2 µm de tamaño de poro), se ha obtenido el caudal máximo proporcionado por las bombas, incluso aunque éste fuera superior al recomendado o permitido por el MTA/MA-051, de forma que sirva de referencia sobre las posibilidades que puede proporcionar cada uno de ellos.

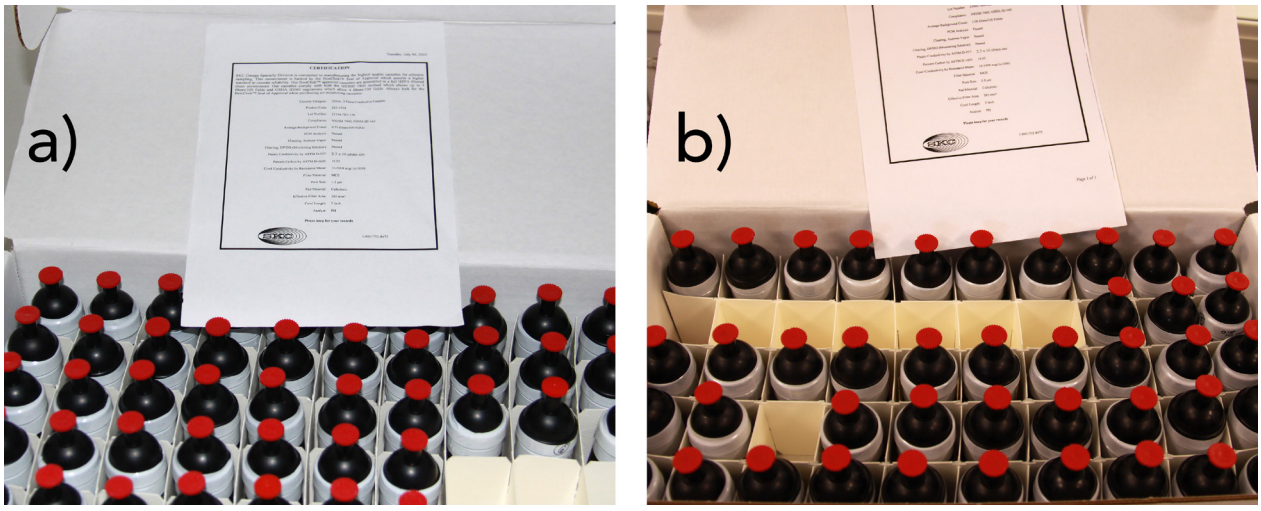


Figura 4. Muestreadores de fibras provistos de filtros con tamaño de poro 0,8 (a) y 1,2 µm (b).



Figura 5. Elementos que forman parte del ensayo y orden de ensamblado.

5.1. MUESTREO AMBIENTAL

Con objeto de cubrir el intervalo de caudal más amplio posible, las pruebas se han realizado con dos tipos de bombas, los modelos JHS16000 y Flite 3 (figura 6). Los resultados obtenidos en el ensayo para la bomba modelo JHS 16000 se muestran en la tabla 1. Los resultados fueron similares para la bomba modelo Flite 3 y, como se ha indicado, estos resultados pueden extrapolarse a bombas de muestreo de características similares, aunque siempre se recomienda al usuario verificar su funcionamiento.

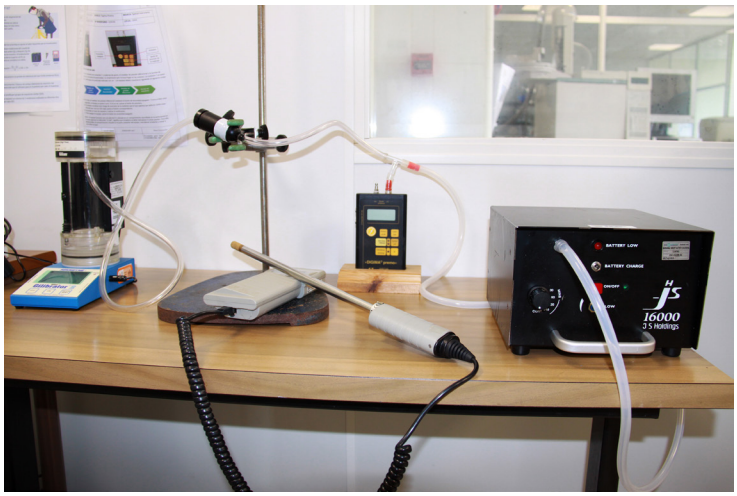


Figura 6. Montaje para la prueba diseñada con bombas de muestreo ambiental (JHS 16000).

Caudal nominal (l/min)	Muestreador amianto Filtro (tamaño poro 0,8 µm)		Muestreador amianto Filtro (tamaño poro 1,2 µm)	
	Caudal real (l/min)	Pérdida de carga (kPa)	Caudal real (l/min)	Pérdida de carga (kPa)
3,0	3,0	4,7	3,0	3,3
4,0	4,0	6,5	4,0	4,4
5,0	5,0	8,1	5,0	5,7
6,0	6,0	9,9	6,0	6,8
7,0	7,0	11,6	7,0	7,8
8,0	8,0	13,4	8,0	9,1
9,0	9,0	15,2	9,0	10,5
10,0	10,0	17,2	10,0	11,9
11,0	11,0	19,0	11,0	13,4
12,0	12,1	20,9	12,1	14,8
13,0	13,1	23,0	13,1	16,2
14,0	14,0	24,8	14,9	21,1
15,0	15,4	28,2	15,6	22,2
16,0	-	-	16,5	24,0
17,5	-	-	17,5	25,4

Tabla 1. Caudales reales, y pérdidas de carga asociadas, para bombas de muestreo ambiental utilizando muestreadores de fibras con filtros de 0,8 µm y 1,2 µm de tamaño de poro, respectivamente.

Como se puede observar, el caudal real máximo alcanzado con los filtros de 0,8 µm de tamaño de poro es de 15,4 l/min, y en el caso de los de tamaño de poro de 1,2 µm es de 17,5 l/min. A caudales superiores a los indicados, en ambos casos, la bomba se para o directamente no funciona.

Asimismo, se ha intentado comprobar el tiempo máximo de uso de la bomba JHS 16000 con un muestreador de fibras provisto de un filtro de 1,2 µm de tamaño de poro. No ha sido posible verificar este aspecto, ya que la bomba no dispone de una pantalla (*display*) de comprobación del tiempo de funcionamiento, pero ha sido superior a las 8 horas durante las que se ha podido vigilar su funcionamiento.

5.2. MUESTREO PERSONAL

Los mismos ensayos se han realizado utilizando una bomba Gilian 12, tipo P (figura 7). Esta bomba cumple los requisitos establecidos en la norma de bombas para muestreo personal de agentes químicos, UNE-EN ISO 131377. En este caso, el intervalo de funcionamiento para el caudal, indicado por el fabricante, cubre entre 4 y 12 litros por minuto. Los resultados obtenidos, utilizando el montaje mostrado en la figura 7, se indican en la tabla 2. Estos resultados son extrapolables a otros tipos de bombas de muestreo personal de similares características.



Figura 7. Montaje para la prueba diseñada con bombas de muestreo personal.

Caudal nominal (l/min)	Muestreador amianto Filtro (tamaño poro 0,8 µm)		Muestreador amianto Filtro (tamaño poro 1,2 µm)	
	Caudal real (l/min)	Pérdida de carga (kPa)	Caudal real (l/min)	Pérdida de carga (kPa)
4,0	4,0	6,1	4,0	4,2
5,0	5,0	7,8	5,0	5,6
6,0	6,0	9,6	5,9	6,7
7,0	7,0	11,5	6,9	7,9
7,1	7,1	11,8	-	-
8,0	-	-	7,9	9,1
8,3	-	-	8,3	9,7

Tabla 2. Caudales reales, y pérdidas de carga asociadas, para bombas de muestreo personal utilizando muestreadores de fibras con elementos de retención de 0,8 µm y 1,2 µm de tamaño de poro, respectivamente.

En el caso de la bomba de muestreo personal, el caudal real máximo alcanzado con los filtros de tamaño de poro 0,8 µm es de 7,1 l/min y en el caso de los de tamaño de poro de 1,2 µm es de 8,3 l/min. Como ocurre en las bombas de muestreo ambiental, a caudales superiores, la bomba se para o directamente no funciona.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación con la pérdida de carga asociada a las determinaciones de fibras minerales en aire, como se observa en las tablas 1 y 2, un dato fundamental es el tamaño de poro del filtro (elemento de retención) que tenga el muestreador que se vaya a utilizar. El método de medida, MTA/MA-051, permite elegir el tamaño de poro entre 0,8 µm y 1,2 µm. Así, para una misma bomba, como se ha demostrado, con el filtro que tenga mayor tamaño de poro se podrá alcanzar un caudal real máximo superior al que se obtendría con la misma bomba funcionando con un muestreador donde el tamaño de poro del filtro sea menor.

Es importante tener en cuenta que la pérdida de carga al comienzo del muestreo irá aumentando a medida que se vayan depositando fibras en el filtro [8]. Asimismo, el funcionamiento de la bomba se resiente más al utilizar filtros de tamaño de poro menor y caudales próximos al máximo que puede alcanzar. Estas condiciones extremas afectarán tanto al tiempo real que podremos utilizar la bomba en un muestreo puntual como a la vida útil de la misma.

Muestreos personales

La legislación aplicable a los trabajos con exposición a fibras de amianto limita el tiempo máximo de exposición durante la jornada laboral a 4 horas. Por otra parte, y a partir de los datos obtenidos en los ensayos, las bombas de muestreo personal actualmente existentes, independientemente del tamaño de poro del filtro utilizado, no pueden proporcionar caudales superiores a 8 l/min o difícilmente lo pueden alcanzar y mantener.

Por consiguiente, y teniendo en cuenta estas dos consideraciones, el volumen de aire máximo que se puede obtener en un muestreo personal es de, aproximadamente, 1700 litros (7,1 l/min x 240 min) cuando se utilizan filtros de tamaño de poro inferior (0,8 µm), y de unos 1900 litros (8 l/min x 240 min) cuando se utilizan filtros de tamaño de poro mayor (1,2 µm).

En estas condiciones, se pueden calcular los límites de cuantificación (LC) del procedimiento de medida, MTA/MA-051 según el volumen de aire muestreado (véase ecuaciones 3 y 4).

Ecuación 3. $$LC = \frac{4900}{1700 \times 1000} = 0{,}0029 \text{ fibras/cm}^3$$ (filtros del tamaño del poro de 0,8 µm).

Ecuación 4. $$LC = \frac{4900}{1900 \times 1000} = 0{,}0026 \text{ fibras/cm}^3$$ (filtros del tamaño del poro de 1,2 µm).

Dado el valor límite ambiental establecido por la Directiva 2023/2668 para exposiciones a fibras de amianto, 0,01 fibras/cm^3, los LC calculados representan concentraciones medias ponderadas en el tiempo de exposiciones a fibras de amianto equivalentes, respectivamente, al 29 % y 26 % del valor límite establecido en la Directiva publicada a finales de 2023.

Por tanto, independientemente del tamaño de poro del filtro utilizado (entre 0,8 y 1,2 µm), el procedimiento de medida, MTA/MA-051, para su empleo en muestreos personales tiene ciertas limitaciones. Es decir: su uso solo podrá aconsejarse para exposiciones próximas a 4 horas y en condiciones en las que las concentraciones medias de fibras en el ambiente sean iguales o superiores al 30 % del nuevo valor límite establecido en la Directiva (0,01 fibras/cm^3).

Muestreos ambientales

El muestreo ambiental no se utiliza para evaluar la exposición de los trabajadores, sino que su objetivo es otro, como puede ser verificar que no hay presencia de fibras en el ambiente tras un proceso de desamiantado. En estos casos, se utilizan bombas de muestreo más potentes, como las ensayadas, que permiten caudales operativos cercanos a los 16 l/min, caudal máximo admitido por el MTA/MA-051. Además, la duración del muestreo ambiental no está limitada a 4 horas.

Por ello, al no tener las limitaciones de los muestreos personales en cuanto a tiempos o caudales más bajos, una práctica recomendable puede ser la realización de muestreos ambientales de 8 horas a caudales próximos a los 13 l/min. En estas condiciones, el volumen de muestreo es de 6240 litros (480 min x 13 l/min) y el LC del MTA/MA-051 resulta ser:

Ecuación 5.

$$LC = \frac{4900}{6240 \times 1000} = 0{,}00079 \text{ fibras/cm}^3$$

Este LC corresponde a una concentración de fibras de amianto en el ambiente equivalente al 7,9% del valor límite establecido en la Directiva de 2023/2668 (0,01 fibras/cm^3). Por consiguiente, e independientemente del tamaño de poro del filtro empleado, el MTA/MA-051 cumple los requisitos normativos aplicados a los procedimientos de medida de agentes químicos en aire (Norma UNE-EN 482:2021 "Exposición en el lugar de trabajo. Procedimientos para la determinación de la concentración de los agentes químicos. Requisitos generales relativos al funcionamiento") [9] y puede ser utilizado sin limitaciones en los muestreos ambientales estáticos de fibras de amianto.

Finalmente, esta misma discusión puede extrapolarse a las determinaciones de otras fibras minerales distintas a las del amianto al tratarse el MTA/MA-051 de un método de medida inespecífico (multifibra). No obstante, en el caso de fibras cerámicas refractarias, fibras vítreas artificiales (fibra de vidrio, lana mineral, etc.) y otras fibras artificiales o sintéticas (p-aramida, etc.), los valores límites ambientales de exposición diaria (VLA-ED®) son 0,3 fibras/cm^3, 1 fibra/cm^3, y 1 fibra/cm^3, respectivamente. Con esos datos, serían necesarios volúmenes de muestreo de 163 y 49 litros para que los límites de cuantificación fueran la décima parte del VLA-ED® correspondiente.

Ecuación 6.

$$LC = \frac{4900}{163 \times 1000} = 0{,}03 \text{ fibras/cm}^3$$

Ecuación 7.

$$LC = \frac{4900}{49 \times 1000} = 0{,}1 \text{ fibras/cm}^3$$

Estos volúmenes son fáciles de conseguir con caudales de muestreo relativamente asequibles para el tipo de bombas ensayadas o similares. Por consiguiente, el MTA/MA-051 (microscopía óptica) puede utilizarse, independientemente del tamaño de poro del filtro y sin ningún tipo de limitación, en la determinación de fibras minerales distintas al amianto, incluso en mediciones de exposiciones de corta duración.

7. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones obtenidas de este estudio son:

- En el mercado pueden encontrarse, actualmente, bombas de muestreo ambiental que utilizando filtros con un tamaño de poro de 1,2 µm, alcanzan el caudal máximo (16 l/min) permitido en el MTA/MA-051.
- La estrategia de muestreo debe contemplar volúmenes de muestreo lo más altos posibles, lo que se consigue más fácilmente mediante el uso de filtros de tamaño de poro de 1,2 µm.
- Para muestreos personales de cuatro horas, el procedimiento de medida contemplado en el MTA/MA-051 sólo podrá ser aconsejable cuando la concentración media de fibras en el ambiente sea igual o superior al 30 % del valor límite ambiental de 0,01 fibras/cm^3.
- El MTA/MA-051 cumple, para muestreos ambientales o en punto fijo, los requisitos normativos aplicables a los procedimientos de medida de agentes químicos, UNE-EN 482, cuando se emplean bombas de muestreo que alcanzan caudales operativos superiores a 13 l/min.
- El método MTA/MA-051 sigue siendo aplicable, sin ningún tipo de limitación, para la determinación de la concentración de fibras minerales en el aire distintas a las de amianto.

8. REFERENCIAS

[1] MTA/MA-051/A04. Determinación de fibras de amianto y otras fibras en aire. Método del filtro de membrana/microscopía óptica de contraste de fases (Método multifibra). INSST.

[2] Organización Mundial de la Salud. Determinación de la concentración de fibras suspendidas en aire. Método basado en la microscopía óptica de contraste de fase. OMS. Ginebra (1997).

[3] Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al amianto, 2021. INSST.

[4] UNE-EN 689:2019+AC:2019. Exposición en el lugar de trabajo. Medición de la exposición por inhalación de agentes químicos. Estrategia para verificar la conformidad con los valores límite de exposición profesional.

[5] Directiva (UE) 2023/2668 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de noviembre de 2023, por la que se modifica la Directiva 2009/148/CE sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al amianto durante el trabajo (OJ L, 2023/2668, 30.11.2023, ELI: http://data.europa.eu/eli/dir/2023/2668/oj).

[6] NTP 1159. Amianto: Determinación de fibras en aire. Volumen de muestreo, 2021. INSST.

[7] UNE-EN ISO 13137:2022. Atmósferas en el lugar de trabajo. Bombas para muestreo personal de los agentes químicos y biológicos. Requisitos y métodos de ensayo.

[8] NTP 1168. Pérdida de carga asociada a muestreadores y elementos de retención en el muestreo de agentes químicos, 2021. INSST.

[9] Norma UNE-EN 482:2021. Exposición en el lugar de trabajo. Procedimientos para la determinación de la concentración de los agentes químicos. Requisitos generales relativos al funcionamiento.


ATENCIÓN
CONTIENE
AMIANTO
Respirar el polvo
de amianto es
peligroso para
la salud
Seguir las normas
de seguridad

F.144.1.25