



# EVALUACIÓN DE LA FRACCIÓN INHALABLE DE LOS AEROSOLES: EL MUESTREADOR PERSONAL IOM

## INTRODUCCIÓN

Entre los diversos muestreadores comercializados para captar la fracción inhalable de los aerosoles, el IOM (junto con el PGP-GSP 3,5 y el CIP 10-1) es uno de los que mejor se ajusta al convenio de la fracción inhalable (1)(2)(3).

El IOM presenta la ventaja de que, al pesarse conjuntamente el cassette-filtro, todas las partículas que penetran en el muestreador son pesadas; no obstante, la absorción de vapor de agua si el cassette es de plástico puede afectar la medición gravimétrica y hacer poco fiable el resultado, aun utilizando "muestras blanco" (4). Una desventaja del mismo puede ser el amplio orificio de entrada que puede facilitar la penetración de partículas >100 µm por proyección en algunos procesos industriales.

## OBJETO DEL ESTUDIO

Estudiar la fiabilidad gravimétrica -repetibilidad y reproducibilidad- del muestreador IOM en la medición de la fracción inhalable de los aerosoles, ensayando diferentes tipos de cassette (de plástico y de acero inoxidable), naturalezas de filtros (fibra de vidrio, PVC copolímero, ésteres celulosa, y teflón) y condiciones ambientales del laboratorio diversas (temperatura y humedad).

## CARACTERÍSTICAS DEL MUESTREADOR IOM

El modelo estándar de muestreador IOM está constituido por una cabeza o cuerpo de plástico de color negro que contiene un portafiltros o cassette de plástico, también de color negro, reutilizable, en el que se ubica el filtro, cuya naturaleza puede variar según sea el procedimiento analítico posterior a aplicar (fibra de vidrio GF/A, PVC 0,8 ó 5,0 µm, ésteres de celulosa 0,8 µm, policarbonato 0,8 µm; teflón 0,5 µm).

### Modalidades de muestreador IOM

Según la naturaleza del material y las combinaciones de sus componentes (5):

- Totalmente de plástico: cabeza y cassette de plástico.
- Mixto: cabeza de plástico y cassette de acero inoxidable.
- Totalmente de acero inoxidable: cabeza y cassette de acero inoxidable.



### Condiciones de la toma de muestras y análisis

El aire a muestrear es aspirado a través del orificio circular del muestreador conectado a una bomba personal, ajustada a un caudal de  $2,0 \pm 0,1$  l/m. El muestreador dispone de un adaptador, fácil de utilizar, que posibilita la calibración de la bomba de muestreo, previamente conectada al muestreador y provisto de la unidad de muestreo (cassette+filtro).

El volumen de muestreo recomendado para captar la fracción inhalable de materia particulada puede variar en función del VLA establecido para el aerosol y del límite de detección o fiabilidad gravimétrica del laboratorio que vaya a analizar la muestra. Por ejemplo, para las partículas (insolubles o poco soluble) no especificadas de otra forma (VLA= 10 mg/m<sup>3</sup>), un volumen de 100-200 litros de aire puede ser adecuado.

La determinación gravimétrica de la masa captada se lleva a cabo por diferencia de pesada de la unidad cassette-filtro, entre antes y después de la captación. En cualquier caso el cassette-filtro se deja estabilizar en el área de las balanzas, un mínimo de 48 h, tanto antes de la captación (prepesada), como tras la captación (pesada).

Tabla 1. Principales características del muestreador IOM para la fracción inhalable

Equipo	Cassette	Orificio(Ø)	Caudal (lpm)	Filtro (mm)	Fración polvo
IOM	Plástico o acero inoxidable	15 mm	2,0	25	Inhalable

## METODOLOGÍA DE LOS ENSAYOS

- Ensayos por duplicado, utilizando 2 cassettes y 2 filtros de cada naturaleza.
- Diez pesadas consecutivas por filtro, en los estudios de repetibilidad.
- Diez pesadas totales por filtro, a distintas horas de la jornada y por espacio de 3 semanas, en los estudios de reproducibilidad.
- Cassettes-filtros estabilizados en las condiciones del laboratorio, mínimo, 48 h.
- Lectura de las pesadas, estabilizadas y sin fluctuar, como mínimo, durante 20 s.
- Anotación de la humedad y la temperatura ambiental, en cada pesada.
- Resultados estadísticos calculados globalmente para el conjunto de los dos ensayos duplicados, con una probabilidad del 95% (2σ) y del 99% (3σ) .

## RESULTADOS

### Repetibilidad de las pesadas del IOM

La repetibilidad gravimétrica, con ambos tipos de cassette (plástico y acero inoxidable), ha sido bastante similar, con independencia de la naturaleza del filtro (fibra de vidrio, copolímero de PVC, ésteres celulosa o teflón), situándose la dispersión, entre los 29 y 35 µg para el cassette de plástico (2σ), y entre los 17 y 25 µg (2σ), para el cassette de acero inoxidable; si bien, con el cassette de acero inoxidable, las pesadas resultaron más repetitivas (Tabla 2)(5).

### Reproducibilidad de las pesadas del IOM

La comparación de las reproducibilidades obtenidas con cassette de plástico y de acero inoxidable, con filtros de distinta naturaleza y estabilizados en las condiciones ambientales del laboratorio, ha puesto claramente de manifiesto la mejor reproducibilidad gravimétrica del cassette de acero inoxidable frente al de plástico, de 7 a 8 veces superior (Tabla 2)(5), con independencia de la naturaleza del filtro ensayado; excepto para los de ésteres de celulosa, mucho más hidrófilos.

Tabla 2: Repetibilidad y reproducibilidad gravimétrica del muestreador IOM

FILTRO (25 mm)	Fibra de vidrio	PVC copolímero	Éster celulosa	Teflón
Fabricante	GF/A Whatman	Millipore 0,8 µm	Millipore 0,8 µm	Millipore 0,5 µm
Referencia	1820025	PVC082500	AAWP02500	FHLP02500
Nº pesadas/ensayo	10	10	10	10
Duración ensayo repetibilidad	15-20 minutos	15-20 minutos	15-20 minutos	15-20 minutos
Duración ensayo reproducibilidad	3 semanas	3 semanas	3 semanas	3 semanas
<b>MUESTREADOR IOM: CASSETTE DE PLÁSTICO</b>				
<b>REPETIBILIDAD [Temperatura media lab.: 25,4°C ± 0,4°C (2σ); Humedad relativa media lab.: 53,8 ± 1,2% (2σ)]</b>				
2σ global (95%) (n=2)	29 µg	31 µg	30 µg	35 µg
<b>REPRODUCIBILIDAD [Temperatura media lab.: 23,1°C ± 1,6°C (2σ); Humedad relativa media lab.: 31,9 ± 2,4% (2σ)]</b>				
2σ global (95%) (n=2)	227 µg	235 µg	336 µg	209 µg
<b>MUESTREADOR IOM: CASSETTE DE ACERO INOXIDABLE</b>				
<b>REPETIBILIDAD [Temperatura media lab.: 24,8°C ± 0,2°C (2σ); Humedad relativa media lab.: 28,4 ± 0,6% (2σ)]</b>				
2σ global (95%) (n=2)	17 µg	23 µg	25 µg	24 µg
<b>REPRODUCIBILIDAD [Temperatura media lab.: 23,1°C ± 1,4°C (2σ); Humedad relativa media lab.: 31,8 ± 2,4% (2σ)]</b>				
2σ global (95%) (n=2)	28 µg	32 µg	176 µg	29 µg

## CONCLUSIONES

1. La repetibilidad gravimétrica del muestreador IOM no se ve influenciada, significativamente, por la naturaleza del cassette o del filtro ensayado.
2. La reproducibilidad de la pesada del IOM, a lo largo del tiempo, se ve muy afectada cuando el cassette es de plástico y hay variaciones apreciables en la humedad ambiental, pero muy poco influenciada cuando el cassette es de acero inoxidable.
3. La utilización del IOM con cassette de acero inoxidable para muestrear los aerosoles inhalables, está justificada por su mayor fiabilidad gravimétrica, especialmente en condiciones ambientales variables, a pesar de su mayor coste económico (una 5 veces superior), compensado, además, por la mayor duración de dicho material.
4. La metodología propuesta recomienda la utilización del IOM con cassette de acero inoxidable, con filtro de fibra de vidrio GF/A o copolímero de PVC (0,8 µm ó 5,0 µm), en función del contaminante y del tipo de la metodología analítica posterior necesaria.
5. La incertidumbre analítica estimada para las determinaciones gravimétricas con el muestreador IOM, utilizando filtros de fibra de vidrio o de PVC, es  $\leq \pm 35$  µg (2σ) con el cassette de acero inoxidable y  $\leq \pm 250$  µg (2σ) con el cassette de plástico, en ambos casos con una probabilidad del 95% .

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) NORMA UNE-EN 481:1995. Atmosferas en los puestos de trabajo. Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles.
- (2) TECHNICAL REPORT. CEN/TR 15230:2005 Workplace atmospheres-Guidance for sampling of inhalable, thoracic and respirable aerosol fractions.
- (3) INSHT. Toma de muestras de los aerosoles. Muestreadores de la fracción inhalable. Criterios y Recomendaciones. CR-03/2006.
- (4) INSHT. Evaluación exposición laboral a aerosoles. Muestreadores personales de las fracciones del aerosol. NTP 764.
- (5) INSHT. Evaluación exposición laboral a aerosoles. El muestreadores personal IOM para la fracción inhalable. NTP 814.

Autor:

**ANTONIO MARTÍ VECIANA**

Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. Barcelona.  
antoniom@mtin.es



CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. BARCELONA