

## 1. Introducción

La evaluación de riesgos derivados de la exposición a agentes químicos por inhalación deberá incluir la medición de las concentraciones del agente en el aire en la zona de respiración del trabajador y su comparación con el valor límite ambiental. La medición incluye dos etapas separadas de toma de muestra y análisis. La toma de muestra puede llevarse a cabo con muestreadores pasivos o activos. En este último caso es necesario el uso de una bomba para hacer pasar el aire que se supone contaminado a través del elemento de retención (tubos, filtros).

Una vez analizada la muestra, el cálculo de la concentración del contaminante en la atmósfera de trabajo incluye el volumen de muestreo. Si este valor no se conoce con exactitud, el obtenido para la concentración no será fiable. La obtención de un valor fiable del volumen requiere que la bomba funcione adecuadamente y esté correctamente calibrada.

Esta ficha técnica resume las características y requisitos básicos de las bombas de muestreo de caudal constante.



Fuentes: [www.sensidyne.com](http://www.sensidyne.com); [www.skinc.com](http://www.skinc.com)

## 2. Bombas de muestreo personal: clasificación

Las bombas utilizadas en Higiene Industrial son de diafragma o pistón, accionadas por motor y alimentadas por batería. Habitualmente se emplean bombas que operan a caudales inferiores a 5 L/min, conocidas como bombas de muestreo personal. La clasificación más útil de las bombas es con relación a los caudales a los que operan. La Norma UNE En 1232 clasifica las bombas en:

A) Bombas con caudales hasta 5 L/min.

- Tipo P: Se utilizan para tomar muestras de aerosoles a caudales entre 1 y 5 L/min y pérdidas de carga entre 0,1 y 6,25 kPa.
- Tipo G: Se utilizan para tomar muestras de gases y vapores a caudales entre 5 y 300 mL/min y pérdidas de carga entre 0,01 y 10 kPa.

B) Bombas con caudales superiores a 5 L/min. Se utilizan para tomar muestras estáticas aunque en algunos casos también podrían utilizarse para tomar muestras personales de aerosoles.

## 3. Requisitos de las bombas de caudal volumétrico constante

### REQUISITOS DE DISEÑO

La Norma UNE-EN 1232 especifica para este tipo de bombas:

- Peso < 1,2 kg. Sin salientes o ángulos molestos
- Sistema de sujeción a la persona.
- Dispositivo de ajuste de caudal que sólo puede manipularse por medio de una herramienta manual o electrónica.
- Control automático de caudal en caso de cambios en la pérdida de carga.
- Sistema de desconexión de la bomba en caso de funcionamiento defectuoso o indicador de esta situación.
- Fusible
- Cronómetro con reposición automática a cero (aconsejable)

### REQUISITOS FUNCIONALES

- Resistencia mecánica.
- Estabilidad del caudal con el aumento de la pérdida de carga (tabla 1).
- Autonomía de funcionamiento: al menos 2 h y preferible 8 h.
- Estabilidad del caudal con la temperatura.
- Estabilidad del caudal con el cambio de orientación.
- Pulsación del caudal (excepto para bombas tipo G): grado de variación del caudal volumétrico para un caudal dado

### OTROS REQUISITOS

- Instrucciones de uso en español
- Conformidad con las normas de compatibilidad electromagnética (UNE EN 50081-1 y UNE EN 50082-1)
- Conformidad de uso en zonas con riesgo de explosión.

Tabla 1. Intervalos de pérdida de carga requeridos

Tipo G			Tipo P		
Caudal (mL/min)	$\Delta P$ (kPa) *		Caudal (L/min)	$\Delta P$ (kPa)**	
	Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo
5	0,01	0,1	1	0,1	4,0
10	0,02	0,2	2	0,3	4,0
50	0,1	1,2	3	0,4	4,0
100	0,2	2,6	4	0,6	5,0
300	0,7	6,25	5	0,7	6,25

\*Valor inferior: 1 tubo adsorbente. Valor superior: hasta dos tubos adsorbentes en línea

\*\* Valor inferior: filtro no cargado. Valor superior: filtro cargado.

## 4. Selección y uso de las bombas de muestreo personal

Las bombas (como los demás equipos utilizados en la toma de muestra) se seleccionarán teniendo en cuenta:

- Las especificaciones indicadas en el método de medición.
- La experiencia y conocimiento del usuario.
- Disponibilidad de calibración y mantenimiento adecuados.

Hay algunos aspectos que es necesario considerar en las distintas etapas de la vida de la bomba:

### 1. Adquisición

La adquisición de una bomba de muestreo personal se hará entre aquellas que cumplan los requisitos de la Norma UNE-EN 1232. Es importante tener en cuenta que la denominación de bombas P y G empleada en la citada norma no es habitual en la información suministrada por los fabricantes y suelen facilitarse, entre las características técnicas, el intervalo de caudales en que el fabricante declara que la bomba puede operar o bien la referencia a su uso para muestreo de gases y vapores o de aerosoles.

### 2. Utilización

Durante la vida útil de la bomba es necesario tener en cuenta:

a) Factores que influyen en la estabilidad del caudal. El caudal puede verse afectado por: diferencias de temperatura entre la calibración y la toma de muestra, variación de temperatura entre muestras consecutivas, la utilización de la bomba en condiciones próximas a los límites declarados por el fabricante, variación de la pérdida de carga durante el muestreo, calidad de la batería, etc.

b) Selección de la bomba a utilizar durante la toma de muestra. Se tendrá en cuenta:

- Tipo de muestreo: estático (fijo) o personal
- Lugar en el que se va a realizar el muestreo: temperatura, agentes químicos presentes, etc.
- Método de medición:
  - ⊕ Características de los agentes químicos objeto de muestreo: gases y vapores, aerosoles o mezcla
  - ⊕ En el caso de aerosoles, de qué fracción se trata (respirable, inhalable..)
  - ⊕ Elemento de retención
  - ⊕ Tiempo y caudal de muestreo

c) Variación de las prestaciones de la bomba con el uso. El uso de la bomba afecta con el tiempo a las características de funcionamiento de la bomba, especialmente si se ha utilizado en condiciones extremas. Las características más afectadas son el intervalo de pérdida de carga y el tiempo para el que la bomba mantiene un caudal constante a una pérdida de carga determinada.

### 3. Calibración

### 4. Mantenimiento y verificación de las características de la bomba.

El establecimiento e implantación adecuados, tanto de un programa de mantenimiento como de verificación de las características de las bombas de muestreo, asegura un conocimiento de su estado y la selección de la bomba más adecuada para cada toma de muestra.

## 5. Calibración del caudal en las bombas de muestreo personal



Fuentes: [www.brandtinst.com](http://www.brandtinst.com); [www.sensidyne.com](http://www.sensidyne.com)

- La calibración del caudal comprende dos pasos:
  - Medición del caudal con un medidor de volumen o caudal preferentemente primario. Si es secundario debe calibrarse frente a uno primario.
  - Ajuste al caudal requerido con el dispositivo de que disponga la bomba
- Las bombas de muestreo deben calibrarse al menos antes y después de la toma de muestra, en el mismo lugar del muestreo y acoplado a la bomba un elemento de retención similar al utilizado durante la toma de muestra. Deben tomarse al menos tres valores de caudal en cada calibración. Como caudal inicial se toma la media aritmética de los tres valores de caudal obtenidos antes de la toma de muestra. El caudal final se obtiene por un procedimiento análogo. Además pueden hacerse mediciones de caudal durante la toma de muestra. Esto es recomendable en muestreos de larga duración.
- Si la calibración se realiza en el laboratorio debe tenerse en cuenta que las diferencias de temperatura entre calibración y muestreo pueden dar lugar a notables diferencias entre los caudales medidos.
- Si no se hacen calibraciones durante la toma de muestra, como caudal de muestreo se toma la media aritmética de los caudales inicial y final.
- Si se hacen mediciones intermedias de caudal se divide el tiempo en intervalos marcados por las medidas de flujo. Se halla el caudal para cada intervalo de tiempo como la media aritmética entre las medidas de caudal al principio y al final del intervalo de tiempo. El caudal de muestreo se calcula ponderando los caudales correspondientes a cada intervalo de tiempo con la duración del mismo.

## 6. Bibliografía

- Bombas para el muestreo personal de agentes químicos. CR-01/2006. INSHT.

[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/MetodosAnalisis/Ficheros/CR/CR\\_001\\_A06.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/MetodosAnalisis/Ficheros/CR/CR_001_A06.pdf)

- Bombas de muestreo personal para agentes químicos(l):recomendaciones para su selección y uso. NTP 777. INSHT

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/752a783/777.pdf>

- AENOR. UNE EN 1232:1997. Atmósferas en el lugar de trabajo. Bombas para el muestreo personal de los agentes químicos. Requisitos y métodos de ensayo.

- *The Occupational Environment – Its Evaluation and Control*. Ed. Salvatore. R. DiNardi. American Industrial Hygiene Association, Fairfax, VA, 1997 y ediciones posteriores.