

METODO CH-2A: MEDICIONES DIRECTAS DEL VOLUMEN DEL GAS EN CHIMENEAS Y DUCTOS PEQUEÑOS

1.0 **Aplicabilidad y Principio**

1.1 **Aplicabilidad**

Este método se aplica para medir las velocidades del flujo del gas en chimeneas y ductos pequeños, ya sea en la línea o en la descarga de los éstos y dentro de un rango de temperaturas de 0 a 50°C.

1.2 **Principio**

Se utiliza un medidor que registre directamente el volumen del gas. Las mediciones de la temperatura y de la presión se realizan con el fin de corregir el volumen a las condiciones estándares.

2.0 **Aparatos**

Se entregan a continuación las especificaciones sobre los aparatos. Se considera aceptable cualquier otro aparato que ha demostrado (sujeto a la aprobación del Servicio de Salud respectivo) tener la capacidad para cumplir con las especificaciones.

2.1 **Medidor del volumen de gas**

Un medidor de desplazamiento positivo, medidor de turbina u otro artefacto con capacidad para medir el volumen directamente y dentro de un 2%. El medidor debe estar equipado con un medidor de temperatura ($\pm 2\%$ de la temperatura mínima absoluta) y un medidor de presión ($\pm 2,5$ mm Hg). La capacidad del medidor, recomendada por el fabricante, debe ser suficiente para las velocidades de flujo máxima y mínima esperadas en las condiciones de muestreo. Para seleccionar un adecuado medidor de gas se deben considerar los siguientes factores: temperatura, presión, características corrosivas y tamaño de los conductos.

2.2 Barómetro

Un barómetro de mercurio, anerode u otro con capacidad para medir presiones atmosféricas dentro de 2,5 mm Hg. En muchos casos, las lecturas barométricas se pueden obtener de una estación del Servicio Nacional Metereológico, en este caso, se pedirá el valor en la estación (que corresponde a la presión barométrica absoluta) y se aplicará un ajuste para las diferencias de altura entre la estación metereológica y el punto de muestreo, tal como se describe en la sección 2.5 del método 2.

2.3 Cronómetro

Con la capacidad para medir dentro de un segundo.

3.0 Procedimiento.

3.1 Instalación.

Debido a que existen numerosos tipos de conductos y ductos pequeños en donde se puede medir el volumen, sería difícil describir todos los esquemas de instalaciones posibles. En general, dondequiera que sea posible, se debe usar uniones de pestaña (flange) para todas las conexiones. Emplear empaquetadura u otros materiales para sellar, con el objeto de garantizar conexiones sin filtraciones. El medidor de volumen debe estar ubicado de modo de evitar vibraciones severas y otros factores que pueden afectar la calibración del medidor.

3.2 Test para detectar filtraciones

Un medidor de volumen instalado en una ubicación bajo presión positiva se puede emplear para detectar filtraciones en las conexiones del medidor, el cual usa un líquido que es una solución jabonosa para detectar filtraciones. Aplicar una pequeña cantidad de la solución en las conexiones. En caso de haber filtraciones, se formarán burbujas y será necesario corregir la filtración.

Un medidor de volumen instalado en una ubicación bajo presión negativa es muy difícil de emplear para detectar las filtraciones sin tener que bloquear el flujo en la bocatoma de la línea y observar el movimiento del medidor. Si este procedimiento no es posible, chequear visualmente todas las conexiones y asegurar que todo está bien cerrado.

3.3 Medición del volumen.

3.3.1 Para fuentes continuas, velocidades de flujo de emisiones constantes, se debe registrar la lectura inicial del medidor de volumen, temperatura (s), presión, y hacer funcionar el cronómetro. Durante el período de tiempo que dura el muestreo, se deben registrar la(s) temperatura(s) y presión para determinar los valores promedio. Al finalizar el muestreo, detener el cronómetro y registrar el tiempo transcurrido, la lectura final de volumen, temperatura y presión. Además, registrar la presión barométrica al comienzo y al final del muestreo. Posteriormente, registrar los datos en un cuadro similar al de la Fig. 2A-1.

3.3.2 Para fuentes discontinuas, velocidades de flujo de emisiones inestables, se debe usar el procedimiento indicado en 3.3.1, además de lo siguiente: registrar todos los parámetros del medidor y los tiempos de inicio y detención correspondiente para cada proceso cíclico o proceso discontinuo.

4.0 Calibración.

4.1 Medidor de volumen.

El medidor de volumen se calibra con un medidor de referencia estándar antes de su uso en terreno. El medidor de referencia corresponde a un espirómetro o medidor de desplazamiento de líquido con una capacidad compatible con la del medidor del test.

Alternativamente, se puede usar un tubo Pitot estándar calibrado como medidor de referencia junto con un montaje de túnel de viento. Colocar el medidor del test en el túnel de viento de modo que el flujo total pase a través de el medidor de test.

Para cada corrida de calibración, realizar una transversal de 4 puntos a lo largo de uno de los diámetros de la chimenea en una posición de al menos 8 diámetros del túnel recto corriente abajo y a 2 diámetros corriente arriba de cualquier codo, bocatoma o perturbación que altere el flujo de aire.

Determinar la ubicación de los puntos en la travesa como se especifica en el Método 1. Calcular el volumen de referencia utilizando los valores de velocidad siguiendo el procedimiento del Método 2, el área transversal del túnel de viento y el tiempo desarrollado.

Instalar el medidor de test en una configuración similar a la que se utilizara en terreno (es decir, en relación con el dispositivo que mueve el flujo). Conectar los medidores de presión y de temperatura como se usarán en terreno. Conectar el medidor de referencia en la bocatoma de la línea del flujo, si es apropiado para el medidor, y hacer pasar el flujo de gas a través del sistema para acondicionar los medidores. Durante esta operación de acondicionamiento, se debe revisar el sistema para detectar filtraciones.

La calibración se debe realizar a lo menos a tres diferentes velocidades de flujo. Las velocidades de flujo para la calibración deben ser aproximadamente 0,3; 0,6 y 0,9 veces la velocidad de flujo máximo nominal del medidor de test.

Para cada corrida de calibración, se deben recopilar los siguientes datos: lecturas de volumen inicial y final del medidor de referencia, lectura de volumen inicial y final del medidor de test, temperatura y presión promedio del medidor, presión barométrica y tiempo desarrollado. Repetir las corridas para cada velocidad de flujo por lo menos 3 veces.

Calcular el coeficiente de calibración del medidor de test, Y_m para cada corrida del siguiente modo:

Ecuación 2A-1

$$Y_m = \frac{(V_{rf} - V_{ri}) (t_r + 273)}{(V_{mf} - V_{mi}) (t_m + 273)} \frac{P_b}{(P_b + P_g)}$$

donde:

- Y_m = Coeficiente de calibración del medidor de test, adimensional.
- V_r = Lectura del volumen del medidor de referencia, m^3 .
- V_m = Lectura del volumen del medidor de test, m^3 .
- t_r = Temperatura promedio del medidor de referencia, $^{\circ}C$.

- t_m = Temperatura promedio del medidor de test, °C.
 P_b = Presión barométrica, mm Hg.
 P_g = Presión estática promedio del medidor de test, mm Hg.
 f = Lectura final para la medición.
 i = Lectura inicial para la medición.

Comparar los 3 valores Y_m para cada una de las velocidades de flujo probadas y determinar los valores máximo y mínimo. La diferencia entre los valores máximo y mínimo para cada velocidad del flujo no debe ser superior a 0,030. Se pueden exigir corridas extras para completar este requerimiento. Si no se puede cumplir con esta especificación en 6 corridas sucesivas, entonces el medidor de test no es el adecuado. Además, los coeficientes del medidor deben estar entre 0,95 y 1,05.

Si estas especificaciones se cumplen para todas las velocidades de flujo, entonces se deben promediar todos los valores de Y_m de las corridas que cumplan con las especificaciones, para así obtener el coeficiente promedio de calibración del medidor, Y_m .

El procedimiento anterior se debe realizar por lo menos una vez para cada medidor de volumen. Posteriormente, se debe hacer una revisión abreviada de la calibración después de cada test en terreno. La calibración del medidor de volumen se debe revisar, efectuando 3 corridas de calibración en una sola velocidad de flujo intermedia (basándose en un test en terreno previo) con la presión del medidor ajustada al valor promedio encontrado en el test en terreno. Calcular el valor promedio del factor de calibración. Si la calibración ha cambiado en más de un 5%, se debe calibrar nuevamente el medidor para todo el rango de flujo, tal como se describió anteriormente.

NOTA: Si los valores del coeficiente de calibración del medidor de volumen obtenidos antes y después de una serie de muestreo difieren en más de un 5%, entonces se deben eliminar las series de muestreos, o realizar los cálculos para las series de muestreos utilizando un valor de coeficiente del medidor (es decir, antes y después) que entregue el mayor valor de velocidad de emisión de contaminante.

4.2 Medidor de temperatura.

Después de cada serie de muestreo, revisar el medidor de temperatura a temperatura ambiente. Usar un termómetro de referencia de mercurio de "American Society for Testing and Materials" (ASTM), o equivalente, como referencia. Si el medidor que se está revisando concuerda dentro del 2% (temperatura absoluta) con el de referencia, los datos de temperatura obtenidos en terreno se consideran válidos. De lo contrario, los datos del muestreo se consideran inválidos o se realizan ajustes en los resultados, sujetos a la aprobación del Servicio de Salud respectivo.

4.3 Barómetro

Calibrar el barómetro con un barómetro de mercurio antes de realizar los muestreos en terreno.

5.0 Cálculos.

Efectuar los cálculos, reteniendo al menos un decimal extra sobre el de los datos obtenidos. Redondear las cifras después de los cálculos finales.

5.1 Nomenclatura.

P_b = Presión barométrica, mm Hg.

P_n = Presión estática promedio en el medidor de volumen, mm Hg.

Q_n = Velocidad de flujo del gas, m³/min., condiciones estándares.

T_n = Temperatura absoluta promedio de medidor °K.

V_n = Lectura de volumen de medidor, m³.

Y_n = Coeficiente promedio de calibración del medidor, adimensional.

f = Lectura final para el período de muestreo.

- i = Lectura inicial para el período de muestreo.
s = Condiciones estándares, 25°C y 760 mm Hg.
 θ = Tiempo transcurrido durante el período de muestreo, min.

5.2 Volumen

Ecuación 2A-2

$$V_{ms} = 0.3921 Y_m (V_{mf} - V_{mi}) \frac{(P_b + P_g)}{T_m}$$

5.3 Velocidad de flujo del gas.

Ecuación 2A-3

$$Q_s = \frac{V_{ms}}{\theta}$$

6.0 Bibliografía.

1. Rom, Jerome J. Maintenance, Calibration, and Operation of Isokinetic Source Sampling Equipment. U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC Publication N°. APTD-0576. March 1972.
2. Wortman, Martín R. Vollaro, and P.R. Westlin. Dry Gas Volume Meter Calibrations. Source Evaluation Society Newsletter. Vol. 2, N°2 May 1977.
3. Westlin, P.R. and R.T. Shigehara Procedure for Calibrating and Using Dry Gas Volume Meters as Calibration Standards. Source Evaluation Society Newsletter. Vol. 3, N° 1 February 1978.

Libro de Metodologías
Aprobadas

Código : Método CH-2A
Revisión: 1
Fecha : Marzo 1996
Página : 8 de 9

7.0 Bibliografía utilizada para la proposición del método.

"Method 2A. Direct Measurement of Gas Volume Through Pipes and Sall Ducts". USEPA. Code of Federal Regulations 40, pt. 60, app. A. Revised, July 1990.

