

METODO 5 G: DETERMINACION DE LAS EMISIONES DE PARTICULAS DE CALEFACTORES A LEÑA MEDIDAS DESDE UN TUNEL DE DILUCION

1.0 Aplicabilidad y Principio.

1.1 Aplicabilidad.

Este método se aplica para determinar las emisiones del material particulado de calefactores a leña.

1.2 Principio.

Se extrae proporcionalmente el material particulado en un solo punto de una campana de recolección y de un túnel muestreador que combina el gas de chimenea de un calefactor a leña con el aire de dilución ambiente. El material particulado se recoge en dos filtros de fibra de vidrio en series. Los filtros se mantienen a una temperatura no superior a 32°C (90°F). Se determina gravimétricamente la masa particulada después de sacar el agua sin mezclar.

Existen tres criterios para trenes de muestreo, descritos en éste método :

(1) un tren de muestreo seco con filtro doble operado a unos 0,015 m³/min., (2) un tren de muestreo con impingers y filtro doble operado a unos 0,015 m³/min., y (3) dos trenes de muestreo con filtro doble operados simultáneamente en cualquier velocidad de flujo.

Las referencias de las opciones (2) y (3) se encuentran en la sección 7 de este método. Se describe en detalle en este método la opción (1), equipo para el tren de muestreo de filtro doble y su operación.

2.0 Aparatos

2.1 Tren de muestreo

La configuración del tren de muestreo se muestra en la Fig. 5G-1 y consiste en los siguientes componentes :

2.1.1 Sonda

Sonda de acero inoxidable (por ejemplo, 316 o grado más resistente a la corrosión) o de vidrio, con un DI de aproximadamente 9,5 mm (3/8 pulg.) y de 0,6 m (24

pulg.) de ancho. Si la sonda es de acero inoxidable debe estar hecha de tubería sin soldadura.

2.1.2 Tubo Pitot tipo S

Tal como se describe en la sección 2.1 del Método CH-2. El ensamblaje del tubo Pitot tipo S debe tener un coeficiente conocido, determinado según se indica en el Método CH-2, sección 4.

Alternativamente, se puede usar un tubo Pitot estándar, según se describe en el Método CH-2, sección 2.1.

2.1.3 Medidor de presión diferencial.

Manómetro inclinado o artefacto equivalente, tal como se describe en el Método CH-2, sección 2.2. Se debe usar un manómetro para las lecturas de la presión de la velocidad (Δp) y otro (opcional) para las lecturas de la presión diferencial de orificios (ΔH).

2.1.4 Sistema portafiltros.

Dos, cada uno de vidrio de borosilicato, acero inoxidable o teflón, con un soporte de filtro de acero inoxidable o de vidrio poroso y una empaquetadura de Viton, teflón o de goma de silicona. El diseño del sujetador debe proporcionar un sellado positivo contra filtraciones desde el exterior o alrededor de los filtros. Los portafiltros deben estar colocados en serie, separados por una distancia entre 25-100 mm (1 a 4 pulg.) corriente abajo del filtro primario. El portafiltro debe tener la capacidad para soportar un filtro de un diámetro 100 mm (4 pulg.), excepto lo que se indica en la sección 7.

2.1.5 Sistema de monitoreo de la temperatura

Un medidor de la temperatura con la capacidad para medir temperaturas dentro del 1,5% de la temperatura absoluta. El medidor debe estar instalado en el lado de salida del portafiltro frontal, de modo que la punta sensora de éste se encuentre en contacto directo con el gas de muestreo ó en una fuente de calor, tal como se muestra en la Fig. 5G-1. El medidor de la temperatura debe cumplir con las especificaciones de calibración del Método CH-2, sección 4. De modo alternativo, la punta sensora del medidor de temperatura puede estar instalada en el lado de la bocatoma del portafiltro frontal.

2.1.6 Secador

Todo sistema que cuenta con la capacidad para eliminar el agua de las muestras de gas hasta menos del 1,5% de humedad (porcentaje en volumen) antes del sistema medidor. El sistema incluye un monitor para demostrar que la temperatura de la muestra de gas es inferior a 20°C (68°F).

2.1.7 Sistema de medición

Igual que el Método CH-5, sección 2.1.8.

2.1.8 Barómetro

De mercurio, aneroide u otro barómetro con la capacidad para medir presiones barométricas dentro de 2,5 mm Hg (0,1 pulg. Hg).

2.1.9 Medición de la temperatura del gas del túnel de dilución

Un medidor de la temperatura con la capacidad para medir temperaturas dentro del 1,5% de la temperatura absoluta.

2.2 Túnel de dilución

Los aparatos del túnel de dilución se muestran en la Fig. 5G-2 y consisten en los siguientes componentes:

2.2.1 Campana

Hecha de acero inoxidable con un diámetro mínimo de 0,3 m (1 pie) en el extremo ancho y un acoplamiento estándar de 0,15 a 0,3 m (0,5 a 1 pie) con la capacidad para conectarse a un tubo estándar de 0,15 a 0,3 m (0,5 a 1 pie) del calefactor, en el extremo angosto.

2.2.2 Codos de 90°

Codos de acero de 90°, de 0,15 a 0,3 m (0,5 a 1 pie) de diámetro para conectar ductos mezcladores, ductos rectos y montaje del regulador de tiraje (opcional). Debe haber al menos 2 codos de 90° corriente arriba de la sección de muestreo (ver Fig. 5G-2).

2.2.3 Ducto recto

De acero, de 0,15 a 0,3 m (0,5 a 1 pie) de diámetro para proporcionar el ducto para el sistema de dilución corriente arriba de la sección de muestreo. Se debe usar un ducto de acero de 0,15 m (0,5 pies)

de diámetro para la sección de muestreo. En esta última, al menos a 1,2 m (4 pies) corriente abajo del codo, deben existir 2 orificios (puertos de muestreo de transversal de velocidad) a 90° entre si, del tamaño suficiente para permitir la entrada de la línea de muestreo para las mediciones de la transversal. Un orificio (puerto de muestreo) debe encontrarse al menos de 1,2 m (4 pies) corriente abajo de las aperturas de la transversal de velocidad, y debe poseer el tamaño adecuado para permitir la entrada de la sonda de muestreo. Se pueden usar ductos de diámetros más grandes para la sección de muestreo, siempre y cuando se mantengan las especificaciones para el rango de la velocidad mínima de gas y la velocidad de dilución que se entregan en la sección 4. El largo del ducto del orificio de la campana hasta los puertos de muestreo no debe sobrepasar 9,1 m (30 pies).

2.2.4 Deflectores para mezclar

Dos semicírculos de acero conectados en 90° al eje del ducto en lados opuestos, ubicados en la mitad entre corriente arriba de 2 codos de la sección de muestreo. El espacio entre los deflectores debe ser aproximadamente 0,3 m (12 pulg.).

2.2.5 Ventilador

Ventilador con la capacidad para extraer gas desde un túnel de dilución con el flujo suficiente para mantener la velocidad y especificaciones de la velocidad de dilución indicadas en la sección 4 y llevar el gas a la atmósfera.

2.3 Recuperación de muestras

Se necesitan escobillas para sonda, botellas de lavado, recipientes para almacenar muestras, cajas Petri y un embudo, según se describe en el Método CH-5, sección 2.2.1 hasta 2.2.4 y 2.2.8 respectivamente.

2.4 Análisis

Se requieren platos de vidrio para pesar, desecador, balanza analítica, vasos de precipitado (250 ml o más chicos), higrómetro y medidor de temperatura, tal como se describe en el Método CH-5, secciones 2.3.1 hasta 2.3.3 y 2.3.5 hasta 2.3.7, respectivamente.

3.0 Reactivos

3.1 Muestreo

Los reactivos que se usan para muestrear son los siguientes :

3.1.1 Filtros

De fibra de vidrio, con un diámetro mínimo de 100 mm (4 pulg.) sin aglutinante orgánico, mostrando una eficiencia de al menos 99,95% (<0,05% penetración) en partículas de humo de 0,3 micrones de di octil oftalato. Resultan aceptable para este propósito filtros Gelman A/E 61631.

3.1.2 Grasa de sellado

Igual que en el Método CH-5, sección 3.1.5.

3.2 Recuperación de muestras

Acetona grado reactivo, igual que en el Método CH-5, sección 3.2.

3.3 Análisis

Se requiere 2 reactivos para el análisis :

3.3.1 Acetona

Tal como se indica en la sección 3.2.

3.3.2 Desecante

Sulfato de calcio anhídrico, cloruro de calcio o sílica gel, indicando el tipo.

4.0 Procedimiento

4.1 Túnel de dilución

Se muestra un esquema del túnel de dilución en la Fig. 5G-2. Las dimensiones de este túnel y otros se describen en la sección 2.2. Montar el túnel de dilución sellando las uniones y juntas para evitar que el aire se filtre. Limpiar el túnel con una escobilla metálica para chimeneas del tamaño adecuado antes del muestreo de certificación.

4.1.1 Determinación del tiraje

Preparar el calefactor a leña tal como se indica en el Método 28, sección 6.2.1. Ubicar la campana del túnel de dilución al centro, sobre la chimenea de

escape del calefactor a leña. Hacer funcionar el ventilador del túnel a la velocidad que se usará durante la corrida del muestreo. Medir el tiraje impuesto en el calefactor a leña por el túnel de dilución (es decir, la diferencia del tiraje medido con y si el túnel de dilución en operación), del modo señalado en el Método 28, sección 6.2.3. Ajustar la distancia entre la parte superior del escape de la chimenea del calefactor a leña y la campana del túnel de dilución, de modo que el tiraje inducido por el túnel de dilución sea inferior a 1,25 Pa (0,005 pulg. H₂O). No debe existir fuego en el calefactor a leña, cerrar las puertas del calefactor y abrir completamente los controles de suministro de aire durante esta revisión y ajustes.

4.1.2 Captura del humo

Durante el periodo de ignición previo al muestreo, descrito en el Método 28, sección 6.3, se debe hacer funcionar el túnel de dilución y monitorear visualmente la salida de la chimenea del calefactor. Hacer funcionar el calefactor a leña con las puertas cerradas y determinar que el 100% del gas de salida sea recogido en la campana del túnel de dilución. Si se recoge menos del 100% se debe ajustar la distancia entre la chimenea del calefactor y la campana del túnel de dilución hasta que no se observe gas de salida visible escapándose. Parar el período de ignición previo al muestreo, repetir la determinación del tiraje con el procedimiento de la sección 4.1.1.

4.2 Mediciones de la velocidad

Durante el período de ignición previo al muestreo descrito en el Método 28, sección 6.3, realizar una transversal de velocidad para identificar el punto de la velocidad promedio. Se debe usar este único punto para medir la velocidad durante la ejecución del muestreo.

4.2.1 Transversal de velocidad

Medir el diámetro del ducto en el puerto de la transversal de velocidad a través de ambos orificios. Calcular el área del ducto haciendo uso del promedio de los 2 diámetros. Se recomienda una revisión para detectar filtraciones previo al muestreo, tal como se señala en el Método CH-2, sección 3.1. Ubicar el tubo Pitot calibrado al centro de la chimenea en cualquiera de los puntos de muestreo. Ajustar el regulador de tiro o artefacto similar en la bocatoma del ventilador hasta que la velocidad indicada por el tubo Pitot sea aproximadamente 220 m/min (715 fpm). Continuar las lecturas de Δp y de la temperatura

hasta que la velocidad se mantenga constante (cambio inferior a 5%) durante 1 minuto. Una vez que se ha obtenido una velocidad constante al centro del ducto, se debe hacer una transversal de velocidad según se indica en el Método CH-2, sección 3.3, usando 4 puntos por transversal como se señala en el Método CH-1. Medir Δp y la temperatura del túnel en cada punto transversal y registrar las lecturas. Calcular la velocidad total del flujo del gas de chimenea, empleando los cálculos del Método CH-2, sección 5. Verificar la velocidad de flujo sea $4 \pm 0,45 \text{ sm}^3/\text{min}$ ($140 \pm 14 \text{ scfm}$). Si no es así, ajustar nuevamente el regulador de tiro y repetir las transversales de velocidad. Se puede suponer que la humedad es de 4% (100% de humedad relativa a 85°F). También se permiten las mediciones directas de la humedad como las que se establecen el Método CH-4.

NOTA: Si las velocidades de quemado exceden 3 kg/hora (6,6 lb/hora), entonces se permiten velocidades de flujo de ducto de túnel de dilución superiores a $4 \text{ sm}^3/\text{min}$. (140 scfm) y diámetros de ducto en la sección de muestreo mayores de 150 mm (6 pulg.). En caso de usar ductos o velocidades de flujo superiores, la velocidad en la sección de muestreo debe ser al menos 220 m/min (715 fpm). Con el fin de garantizar la retención de la masa de material particulado medible, se recomienda que la razón de la velocidad promedio de flujo de masa en el túnel de dilución con la velocidad promedio de quemado de combustible sea inferior a 150:1, en caso de emplear tamaños de ducto o velocidades de flujo superiores.

4.2.2 Mediciones de la velocidad durante el muestreo

Después de obtener los resultados de las transversales de velocidad que cumplen con los requerimientos de velocidad de flujo, se debe elegir un punto de velocidad promedio y colocar el tubo Pitot y la termocupla en esa ubicación en el ducto. Alternativamente, ubicar el tubo Pitot y la termocupla al centro del ducto y calcular un factor de corrección de velocidad para la posición central. Fijar el tubo Pitot con el fin de garantizar que éste no se mueva durante la ejecución del muestreo y sellar los orificios para evitar que el aire se filtre. Alinear el tubo Pitot de modo que éste se encuentre paralelo al eje del ducto en el punto de medición. Verificar que se mantenga esta posición durante la ejecución del muestreo (a intervalos de 30 minutos aproximadamente). Monitorear la temperatura y la velocidad durante el período de ignición previo al muestreo para garantizar un flujo constante adecuado. Hacer los ajustes necesarios para la velocidad de flujo del túnel de dilución.

4.3 Muestreo

4.3.1 Preparación previa al muestreo

Se sugiere mantener y calibrar el equipo de muestreo, según el procedimiento descrito en APTD-0576.

Revisar y desecar los filtros tal como se describe en el Método CH-5, sección 4.1.1.

4.3.2 Preparación del tren de muestreo

Durante la preparación y montaje del tren de muestreo, se deben mantener cubiertos todos los orificios donde pueda haber contaminación hasta justo antes del montaje o del inicio del muestreo.

Con la ayuda de pinzas o de guantes quirúrgicos desechables, introducir un filtro marcado (identificado) y pesado en cada portafiltro. Asegurarse que cada filtro se encuentre debidamente centrado y la empaquetadura colocada para evitar que la corriente de gas escape por los filtros. Una vez que el montaje se ha completado, revisar cada filtro para asegurarse que no presenta rasgaduras.

Marcar la sonda con una cinta resistente al calor o con otro método para indicar la distancia adecuada en la chimenea o ducto.

Instalar el tren como se muestra en la Fig. 5G-1.

4.3.3 Procedimientos de la revisión para detectar filtraciones

4.3.3.1 Revisión de filtraciones previa al muestreo. Se recomienda, pero no se requiere, hacer una revisión de filtraciones previa al muestreo. Si el operador opta por realizar esta revisión, debe hacerla según se indica en el Método CH-5, sección 4.1.4.1. Se puede usar un vacío de 130 mm Hg (5 pulg. Hg) en vez de uno de 380 mm Hg (15 pulg. Hg).

4.3.3.2 Revisión de filtraciones posteriores al muestreo.

Es obligatorio realizar una revisión de filtraciones al finalizar cada serie de muestreo. Esta revisión se debe efectuar conforme a los procedimientos descritos en el Método CH-5, sección 4.1.4.1. Se puede utilizar un vacío de 130 mm Hg (5 pulg. Hg) o el mayor vacío medido durante el muestreo, el que sea mayor, en vez de uno de 380 mm Hg (15 pulg. Hg).

4.3.4 Determinaciones preliminares

Determinar la presión, temperatura y la velocidad promedio de los gases del túnel del modo indicado en la sección 4.2. Se supone que el contenido de humedad de los gases del túnel de dilución corresponde a 4% para calcular la velocidad de flujo. También se puede medir directamente el contenido de humedad tal como se establece en el Método CH-4.

4.3.5 Operación del tren de muestreo

Ubicar la bocatoma de la sonda al centro de la chimenea y bloquear los orificios cerca de la sonda y del puerto de muestreo para evitar una dilución no representativa de la corriente de gas. Se debe tener cuidado de no golpear la sonda contra las paredes de la chimenea al retirar o insertar ésta a través del puerto de muestreo. Esto minimiza la posibilidad de extraer material depositado.

Iniciar el muestreo al comienzo de la ejecución del muestreo según se define en el Método 28, sección 6.4.1.

Durante la ejecución del muestreo, se debe mantener una velocidad de flujo de la muestra proporcional a la velocidad de flujo del túnel de dilución (dentro del 10% de la razón inicial de proporcionalidad) y una temperatura en el portafiltro no superior a 32°C (90°F). La velocidad de flujo inicial de la muestra debe ser aproximadamente 0,015 m³/min (0,5 cfm).

Para cada corrida de muestreo, se deben registrar los datos requeridos en una hoja de datos como la que se muestra en la Fig. 5G-3. Asegurarse de registrar la lectura inicial del medidor de gas seco. Se deben registrar las lecturas del medidor de gas seco al inicio y final de cada aumento de tiempo de muestreo y cuando ha finalizado el muestreo. Tomar otras lecturas según se indica en la Fig. 5G-3 al menos una vez cada 10 minutos durante la corrida de muestreo. Debido a que el nivel y el cero del manómetro se pueden desviar por las vibraciones y los cambios de temperatura, es necesario revisarlo periódicamente durante el muestreo.

Para los propósitos de determinación de la velocidad proporcional de muestreo, se pueden usar los datos obtenidos de artefactos calibrados de velocidad de flujo, como rotámetros de vidrio, en vez de lecturas ampliadas de medidores de gas seco. Se deben revisar los procedimientos para calcular la velocidad proporcional, pero los límites de aceptabilidad siguen siendo los mismos.

Durante la corrida de muestreo, se deben efectuar ajustes periódicos para mantener la temperatura entre (o corriente arriba de) los filtros al nivel adecuado. No se deben cambiar los trenes de muestreo durante la corrida de muestreo.

Al final de la corrida de muestreo (ver el Método 28, sección 6.4.6), se debe cerrar la válvula de ajuste grueso, retirar la sonda de la chimenea, apagar la bomba, registrar la lectura final del medidor de gas seco y realizar una revisión de fugas posteriores al muestreo, tal como se establece en la sección 4.3.3. También se deben revisar para ver si se presentan filtraciones en las líneas de la sonda, del modo descrito en el Método CH-2, sección 3.1. Las líneas deben pasar esta revisión de fugas para validar los datos sobre la presión de la velocidad.

4.3.6 Cálculos de la velocidad de muestreo proporcional

Calcular la proporcionalidad en porcentaje (ver cálculos, sección) para determinar si es válida o si es necesario realizar otra corrida de muestreo.

4.4 Recuperación de muestras

Comenzar la recuperación de muestras de la sonda y del filtro, según está descrito en el Método CH-5, sección 4.2, pero con la diferencia de que se puede usar un volumen de blanco de acetona de 50 ml o mayor.

Tratar las muestras del siguiente modo:

Recipiente 1.

Retirar cuidadosamente el filtro del portafiltro primario y colocarlo en un recipiente de caja Petri identificado (marcado). Usar un par de pinzas y/o guantes quirúrgicos limpios desechables para manipular el filtro. Si es necesario doblar el filtro, se puede hacer, pero teniendo cuidado de que la masa retinada de partículas permanezca dentro del doblez. Transferir cuidadosamente a una caja Petri todo el material particulado y/o fibras de filtro que se adhieren a la empaquetadura del portafiltro, usando una escobilla de cerdas de nylon y/o un cuchillo filudo. Sellar el recipiente.

Recipiente 2.

Retirar el filtro del segundo portafiltro, usando el mismo procedimiento descrito más arriba.

NOTA: Se pueden ubicar los 2 filtros en el mismo recipiente para desechar y pesar. Usar la suma de los pesos de filtro tarados para determinar la masa de las muestras recogidas.

Recipiente 3.

Tomando las precauciones necesarias para que el polvo al exterior de la sonda o de otras superficies externas no se introduzca en la muestra, recuperar cuantitativamente el material particulado o cualquier condensado de la sonda o de los portafiltros, lavando y escobillando estos componentes con acetona, juntar el lavado en un recipiente de vidrio marcado (Nº 3). Se necesitan al menos 3 ciclos de escobillado y lavado.

Se deben mantener las escobillas limpias y protegidas de la contaminación entre corridas de muestreo.

Después de haber recogido todos los lavados de acetona y material particulado en los recipientes para muestras, asegurar las tapas de los recipientes con muestras, de modo que la acetona no se filtre cuando sea trasladada al área de pesaje del laboratorio. Marcar la altura de los niveles de fluido para determinar si hubo fugas durante el traslado. Etiquetar los recipientes para identificar con claridad los contenidos. No son aplicables los requerimientos para tapar y transportar los recipientes con muestras si la recuperación de las muestras y los análisis se realizan en la misma sala.

4.5 Análisis

Registrar los datos requeridos en una hoja como la que se muestra en la Fig. 5G-4. Usar la misma balanza analítica para determinar el peso tara y pesos finales de las muestras. Manipular cada recipiente del siguiente modo:

Recipientes 1 y 2.

Dejar los contenidos en los recipientes de muestras o transferir los filtros y material particulado suelto a platos de pesaje de vidrio. Desecar durante 36 horas como máximo antes del pesaje inicial, pesar a un peso constante y llevar los resultados al 0,1 mg más próximo. Para los propósitos de esta sección, el término peso constante implica una diferencia no superior a 0,5 mg o 1% del peso total de la muestra (menos el peso tara), el que sea mayor, entre 2

pesajes consecutivos, con un intervalo de 2 horas, como mínimo, entre pesajes.

Recipiente 3.

Observar el nivel del líquido en el recipiente y confirmar en la hoja de análisis si hubo filtraciones durante su transporte. Si hubo filtraciones observables, entonces debe rechazar la muestra o usar métodos, sujeto a la aprobación de la Autoridad Sanitaria, para corregir los resultados finales. La determinación de la filtración de muestras no se aplica si la recuperación y análisis de las muestras se realizaron en la misma sala.

Medir el líquido en este recipiente ya sea volumétricamente dentro de 1 ml o gravimétricamente dentro de 0,5 g. Transferir los contenidos a un vaso de precipitado tarado de 250 ml o más pequeño y evaporar hasta secar a temperatura y presión ambiente. Desecar y pesar a un peso constante. Llevar los resultados al 0,1 mg más cercano.

Recipiente de blanco de acetona.

Medir la acetona de este recipiente ya sea volumétrica o gravimétricamente. Transferir la acetona a un vaso de precipitado tarado de 250 ml o más pequeño y evaporar hasta secar a una temperatura y presión ambiente. Desecar y pesar a un peso constante. Llevar los resultados al 0,1 mg más próximo.

5.0 Calibración

Mantener un registro en el laboratorio de todas las calibraciones.

5.1 Tubo Pitot

El ensamblaje del tubo Pitot tipo S debe estar calibrado conforme al procedimiento señalado en el Método CH-2, sección 4, previo al primer muestreo de certificación y después semestralmente. No es necesario que el tubo Pitot esté calibrado, pero, en caso de requerirlo, debe ser inspeccionado y limpiado antes de cada muestreo de certificación.

5.2 Sistema de medición de volumen

5.2.1 Calibración inicial y periódica

Es necesario calibrar el sistema de medición de volumen antes de su uso inicial y después, por lo menos, semestralmente, según se describe en el Método

CH-5, sección 5.3.1, pero con la única diferencia que se puede usar un medidor de muestreo húmedo con una capacidad de 3 litros/rev (0,1 pie³/rev). También se pueden emplear como estándares de calibración otros sistemas de desplazamiento líquido con una precisión dentro del 1%.

Se permiten emplear los procedimientos y el equipo especificado en el Método CH-5, sección 7, para estándares de calibración alternativos, incluidos medidores de gas seco y orificios críticos calibrados, para calibrar el medidor de gas en el tren de muestreo. Se debe calibrar el medidor de gas seco usado como estándar de calibración al menos 1 vez al año.

5.2.2 Calibración posterior a la utilización

Después de cada muestreo de certificación o de auditoria (4 o más corridas de muestreos realizadas en un calefactor a leña a velocidades de quemado especificadas en el Método 28), se debe revisar la calibración del sistema de medición, efectuando para ello 3 corridas de calibración a una sola velocidad de flujo intermedia, tal como se describe en el Método CH-5, sección 5.3.2.

Se permite emplear los procedimientos y el equipo especificado en el Método CH-5, sección 7, para estándares de calibración alternativos, para la revisión de calibración del medidor de gas seco posterior al muestreo.

5.2.3 Variación aceptable de la calibración

Si los valores del coeficiente del medidor de gas seco antes y después del muestreo de certificación difieren en más del 5%, se debe rechazar o repetir el muestreo de certificación o efectuar los cálculos para el muestreo de certificación, usando el valor del coeficiente del medidor que (es decir, antes y después) entregue el valor más bajo de volumen total de muestra.

5.3 Medidores de la temperatura

Usar el procedimiento del Método CH-2, sección 4.3 para calibrar los medidores de temperatura antes del primer muestreo de certificación o de auditoria y posteriormente al menos cada 6 meses.

5.4 Revisión para detectar fugas en el sistema de medición exhibido en la Fig. 5G-1.

Esta parte del tren de muestreo desde la bomba hasta el medidor de orificio se debe revisar para detectar fugas antes de su uso inicial y después de cada muestreo de certificación o de auditoria. Las fugas que se detectan después de la bomba entrega como resultado un volumen registrado menor que el muestreado. Usar el procedimiento descrito en el Método CH-5, sección 5.6.

Se deben realizar revisiones similares en otros tipos de sistemas de medición (es decir, medidores sin orificios).

5.5 Barómetro

Calibrar con un barómetro de mercurio antes del primer muestreo de certificación y de auditoria y posteriormente cada semestre. En caso de usar un barómetro de mercurio, no es necesaria la calibración. Seguir las instrucciones del fabricante para su operación.

5.6 Balanza analítica

Efectuar una calibración multipuntos (al menos 5 puntos abarcando el rango operacional) en la balanza analítica antes del primer muestreo de certificación y posteriormente cada semestre. Previo a cada muestreo de certificación, se debe revisar la balanza, pesando al menos un peso de calibración (clase F) correspondiente a 50% hasta 150% del peso de un filtro. Si la escala no puede reproducir el valor del peso de calibración dentro de 0,1 mg., entonces se debe realizar una calibración multipuntos antes de su uso.

6.0 Cálculos

Realizar los cálculos, reteniendo al menos un decimal extra fuera del de los datos obtenidos. Redondear las cifras después del cálculo final. Se pueden emplear otras formas de evacuación, siempre y cuando entreguen resultados equivalentes.

6.1 Nomenclatura

- B_{ws} = Vapor de agua en la corriente de gas, proporción por volumen (se asume que es 0,04).
- C_s = Concentración de material particulado en el gas de chimenea, base seca, corregido a condiciones estándares, g/dsm³ (g/dscf).
- E = Velocidad de emisión de material particulado, g/hr.
- L_a = Velocidad de filtración máxima aceptable para una revisión de filtraciones previa o posterior al muestreo, igual a 0,00057 m³/min (0,02 cfm) o 4% de la velocidad promedio de muestreo, la que sea inferior.
- L_p = Velocidad de filtración observada durante la revisión posterior al muestreo, m³/min (cfm).
- m_a = Masa de residuo de blanco de acetona después de la evaporación, mg.
- m_{aw} = Masa de residuo de acetona de lavado después de la evaporación, mg.
- m_n = Cantidad total de material particulado recogido, mg.
- M_w = Peso molecular de agua, 18 g/g-mol (18 lb-mol)
- P_{bar} = Presión barométrica en el sitio de muestreo, mm Hg (pulg. Hg).
- PR = Porcentaje de velocidad de muestreo proporcional.
- P_s = Presión absoluta de gas en el túnel de dilución, mm Hg (pulg. Hg).
- P_{std} = Presión absoluta estándar, 760 mm Hg (29,92 pulg. Hg).
- Q_{sd} = Velocidad promedio de flujo en el túnel de dilución, calculado según el Método CH-2, Ecuación 2-10, dsm³/hora (dscf/hr).
- T_m = Temperatura absoluta promedio del medidor de gas seco (ver Fig. 5G-3), °K (°R).
- T_{mi} = Temperatura absoluta promedio del medidor de gas seco durante cada intervalo de 10

minutos, i, de la corrida de muestreo, °K (°R).

- T_s = Temperatura absoluta promedio de gas en el túnel de dilución (ver Fig. 5G-3), °K (°R).
- T_{si} = Temperatura absoluta promedio de gas en el túnel de dilución durante cada intervalo de 10 minutos, i, de la corrida de muestreo, °K (°R).
- T_{std} = Temperatura absoluta estándar, 293°K (528°R).
- V_a = Volumen de blanco de acetona, ml.
- V_{aw} = Volumen de acetona usado en el lavado, ml.
- V_m = Volumen de muestra de gas obtenida por el medidor de gas seco, dm³ (dcf).
- V_{mi} = Volumen de muestra de gas obtenida por el medidor de gas seco durante cada intervalo de 10 minutos, i, de la corrida de muestreo, dm³ (dcf).
- $V_{m(std)}$ = Volumen de muestra de gas obtenida por el medidor de gas seco, corregido a condiciones estándares, dsm³ (dscf).
- V_s = Velocidad promedio de gas en el túnel de dilución, calculado por el Método CH-2, Ecuación 2-9, m/seg (pies/seg). El peso molecular de gas seco en el túnel de dilución se puede suponer que corresponde a 29 g/g-mol (lb/lb-mol).
- V_{si} = Velocidad promedio de gas en el túnel de dilución durante cada intervalo de 10 minutos, i, de la corrida de muestreo, calculado por el Método CH-2, Ecuación 2-9 m/seg. (pies/seg).
- γ = Factor de calibración del medidor de gas seco.
- ΔH = Diferencia de presión promedio a través del medidor de orificio, en caso de usar (ver Fig. 5G-2), mmH₂O, (pulg. H₂O).
- θ = Tiempo total de muestreo, min.
- 10 = 10 minutos, duración del primer período de muestreo.

13,6 = Gravedad específica de mercurio.

100 = Conversión de porcentaje

6.2 Volumen de gas seco

Corregir el volumen de la muestra obtenido por el medidor de gas seco a condiciones estándares (20°C, 760 mm Hg o 68°F, 29,92 pulg. Hg), usando la Ecuación 5G-1. (Si no se usa un medidor de orificio en el tren de muestreo, se debe suponer que $\Delta H = 0$ o medir la presión estática en el orificio de salida del medidor de gas seco).

Ecuación 5G-1

$$V_{m(std)} = V_m Y \left(\frac{T_{std}}{T_m} \right) \left(\frac{P_{bar} + (\Delta H / 13,6)}{P_{std}} \right) = K_1 V_m Y \left(\frac{P_{bar} + (\Delta H / 13,6)}{T_m} \right)$$

Donde :

$$\begin{aligned} K_1 &= 0,3858 \text{ °K/mm Hg en unidades métricas} \\ &= 17,64 \text{ °R/pulg.Hg en unidades inglesas.} \end{aligned}$$

NOTA: Si L_p excede a L_a , se debe modificar la ecuación 5G-1 del siguiente modo: remplazar V_m en la Ecuación 5G-1 por la expresión

$$[V_m - (L_p - L_a)\theta]$$

6.3 Blanco de solvente de lavado

Ecuación 5G-2

$$m_{aw} = \left(\frac{m_a V_{aw}}{V_a} \right)$$

6.4 Peso total de material particulado

Determinar el total de material particulado retenido, m_n , sumando los pesos obtenidos en los recipientes 1, 2 y 3 menos el blanco de acetona (ver Fig. 5G-4).

6.5 Concentración de material particulado

Ecuación 5G-3

$$C_s = (0,001 g / mg) \left(m_n / V_{m(std)} \right)$$

6.6 Velocidad de emisión de material particulado

Ecuación 5G-4

$$E = C_s Q_{std}$$

NOTA: Los resultados obtenidos de la velocidad de emisión de material particulado, usando el tren de muestreo que se describe en la sección 2 y que se entrega en la Fig. 5G-1, deben ajustarse para fines de información con el factor de ajuste de métodos que se indica a continuación:

Ecuación 5G-5

$$E_{adj} = 1,82 (E)^{0,83}$$

6.7 Variación de velocidad profesional

Calcular PR para cada intervalo de 10 minuto, i, de corrida de muestreo.

Ecuación 5G-6

$$PR = \left(\frac{\theta (V_{mi} V_s T_m T_{si})}{10 (V_m V_{si} T_s T_{mi})} \right) \times 100$$

Se pueden usar procedimientos alternativos para calcular la variación de la velocidad proporcional si otros datos sobre la velocidad de flujo de muestra (por ejemplo, medidores de flujo de orificio o rotámetros) son monitoreados para mantener las velocidades proporcionales de muestreo. Las variaciones de velocidad proporcional se deben calcular para cada intervalo de 10 minutos al comparar la razón de velocidad en la chimenea para cada intervalo de 10 minutos con la razón de velocidad promedio de la boquilla de la chimenea para la corrida de muestreo. Se puede calcular la variación de velocidad proporcional para intervalos inferiores a 10 minutos con las revisiones adecuadas de la Ecuación 5G-6.

6-8 Resultados aceptables

No más de 10% de los valores PR para todos los intervalos debe encontrarse fuera de $90\% < PR < 110\%$ y el 20% de los valores PR para cualquier intervalo $80\% < PR < 120\%$, los resultados se consideran aceptables. Si los valores PR para la corrida de muestreo se estiman inaceptables, se deben informar sólo los resultados de la emisión de la corrida del muestreo, pero no se deben incluir los resultados al calcular la velocidad de emisión promedio cargada, y se deben repetir las corridas de muestreo.

7.0 Procedimientos alternativos de muestreo y de análisis

7.1 Tren de muestreo del Método CH-5H

Se pueden usar los procedimientos, tren de muestreo y de análisis descritos en el Método CH-5H, secciones 2.1, 3.1, 3.2, 5.1, 5.2.3, 5.3 y 5.6, en vez de las secciones similares del Método CH-5G. Operar el tren de muestreo del Método CH-5H en el túnel de dilución según se describe en la sección 4.3.5 de este método. Las temperaturas de los filtros y las condiciones del condensador son iguales a las descritas en el Método CH-5H. No se debe aplicar un factor de ajuste de métodos como se establece en la ecuación 5G-5, sección 6.6 para los datos sobre la velocidad de emisión de partículas producido por este método alternativo.

7.2 Trenes dobles de muestreo

El operador puede optar por operar simultáneamente 2 trenes de muestreo a velocidad de flujo de muestreo diferentes de las establecidas en la sección 4.3.5, siempre y cuando se cumpla con la siguientes especificaciones.

7.2.1 Tren de muestreo

La configuración del tren de muestreo debe ser la misma que la establecida en la sección 2.1, excepto que no es necesario que la sonda, el filtro y el portafiltro sean del mismo tamaño que el especificado en las secciones aplicables. Se pueden usar portafiltros de materiales plásticos tales como Nalgene o materiales policarbonados (se consideran apropiados para estos propósitos los portafiltros Gelman 1119). Con dichos materiales, se recomienda no usar solventes en la recuperación de las muestras. La velocidad del filtro frontal no debe sobrepasar 150 mm/seg (30 pies/min.) durante la corrida de muestreo.

Se debe calibrar el medidor de gas seco para el mismo rango de velocidad de flujo que el encontrado durante las corridas de muestreos. Se requiere de 2 trenes de muestreo completos para cada corrida de muestreo.

7.2.2 Ubicación de la sonda

Ubicar 2 sondas en el túnel de dilución al mismo nivel (ver sección 2.2.3). Se necesitan 2 puertos de muestreo. Ubicar las bocatomas de las sondas a 50 mm (2 pulg.) del área central del diámetro del túnel de dilución, con una separación de 25 mm (1 pie).

7.2.3 Operación del tren de muestreo

Operar los trenes según se especifica en la sección 4.3.5, manteniendo velocidades proporcionales de muestreo e iniciar y detener simultáneamente los 2 trenes de muestreo. Para ajustar las velocidades de muestreo en ambos trenes se deben usar los valores del tubo Pitot que se describen en la sección 4.2.2.

7.2.4 Recuperación y análisis de muestras

Recuperar y analizar separadamente las muestras de los trenes, según se establece en las secciones 4.4 y 4.5.

En este procedimiento alternativo, para determinar la ganancia en peso de la muestra, se puede pesar el ensamble de la sonda y portafiltro sin recuperación de muestra (no usar solventes), descrito más arriba. Para esto, se debe pesar la sonda limpia y seca y el ensamble del portafiltro corriente arriba del filtro frontal (sin filtros) al 0,1 mg más próximo para establecer los pesos tara. La sección del portafiltro, entre el filtro frontal y el segundo no es necesario pesarla. Al final de la corrida de muestreo, limpiar cuidadosamente la parte externa de la sonda, tapar los extremos e identificar la muestra (poner una etiqueta).

Sacar los filtros de los montajes del portafiltro, tal como se describe para los recipientes 1 y 2 de más arriba. Volver a montar el ensamble del portafiltro, tapar los extremos e identificar las muestras (poner una etiqueta) y trasladar todas las muestras al área de pesaje del laboratorio para su pesaje final. Las descripciones para tapar y transportar las muestras no son aplicables si la recuperación y análisis de la muestra se llevan a cabo en la misma sala.

Para este procedimiento alternativo, se pueden pesar directamente los filtros sin una caja Petri. Si no se

pesa el montaje de sonda y portafiltro para determinar el peso de la muestra, lavar la sonda con acetona para eliminar la humedad antes de desecar previo a la corrida de muestreo. Despues de esto último, llevar la sonda y el portafiltro al desecador, y destapar los orificios de la sonda y del montaje del portafiltro. Desecar durante un máximo de 36 horas y pesar a un peso constante. Llevar los resultados al 0,1 mg más próximo.

7.2.5 Cálculos

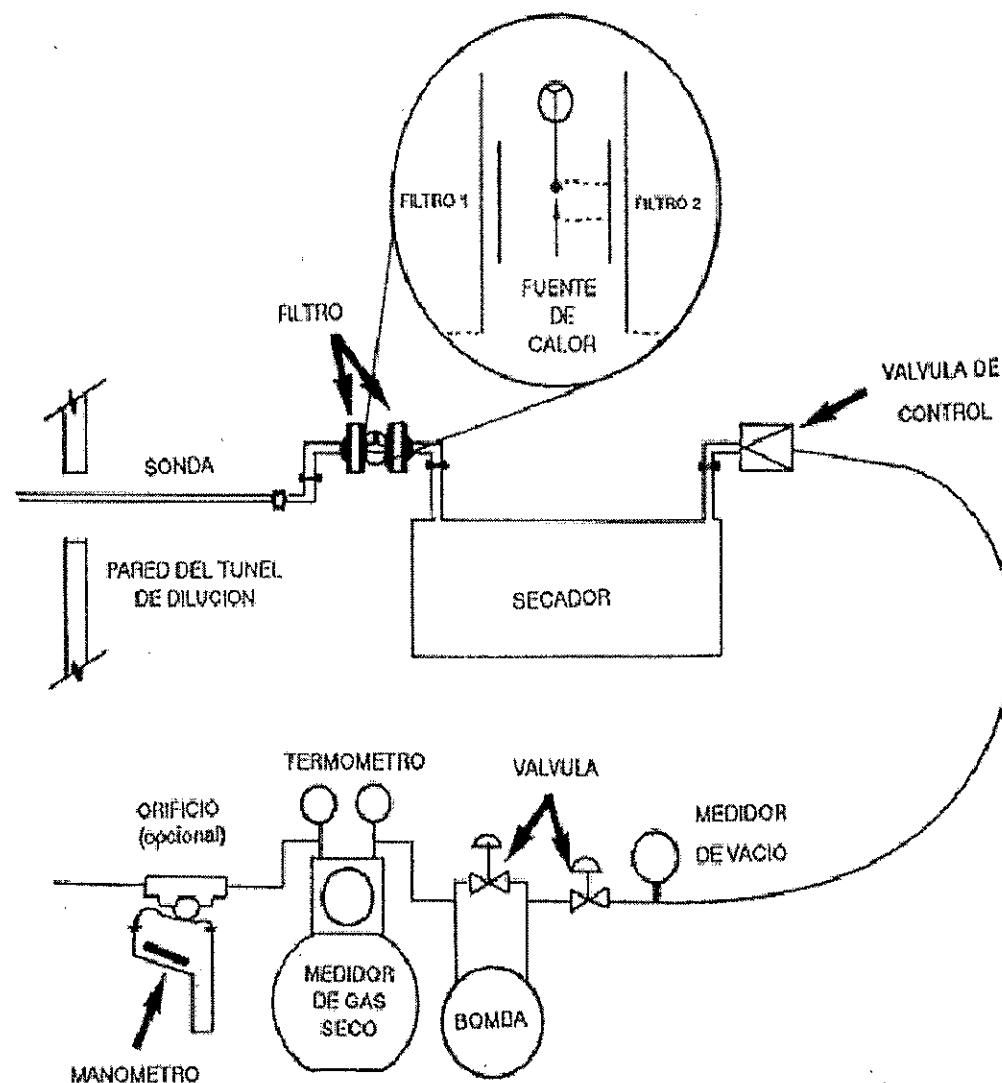
Calcular por separado la velocidad de emisión (sección 6.6) para la muestra y de cada tren de muestreo y determinar la velocidad promedio de emisión para los 2 valores. Las 2 velocidades de emisión no deben diferir en más de 7,5% de la velocidad promedio de emisión, ó 7,5% del límite de velocidad promedio de emisión pesada en el estándar aplicable, el que sea mayor. Si no se cumple con esta especificación, se consideran inaceptables los resultados. Informar los resultados, pero estos no se deben incluir en los resultados al calcular la velocidad promedio de emisión pesada. Repetir la corrida de muestreo hasta obtener resultados aceptables, informar la velocidad promedio de emisión para la corrida de muestreo aceptable y usar el promedio al calcular la velocidad promedio de emisión cargada.

8.0 Bibliografía

1. Same as for Meted 5, citations 1 through 11, with the addition of the following:
2. Oregon Department of Environmental Quality Standard Method for Measuring the Emissions and Efficiencies of Woodstoves, June 8, 1984. Pursuant to Oregon Administrative Rules Chapter 340, Division.
3. American Society for Testing Materials. Proposed test Method for Heating Performance and Emissions of Residential Wood-fire Closed Combustion-Chamber Heating Appliances. E-6 Proposal P 180. August 1986.

9.0 Bibliografía utilizada para la proposición del método

Meted 5G. "Determination of Particulate Emissions from Wood Heaters from a Dilution Túnel Sampling Location". USEPA. Code of Federal Regulations 40, pt. 60, app. A. Revised, July 1990.



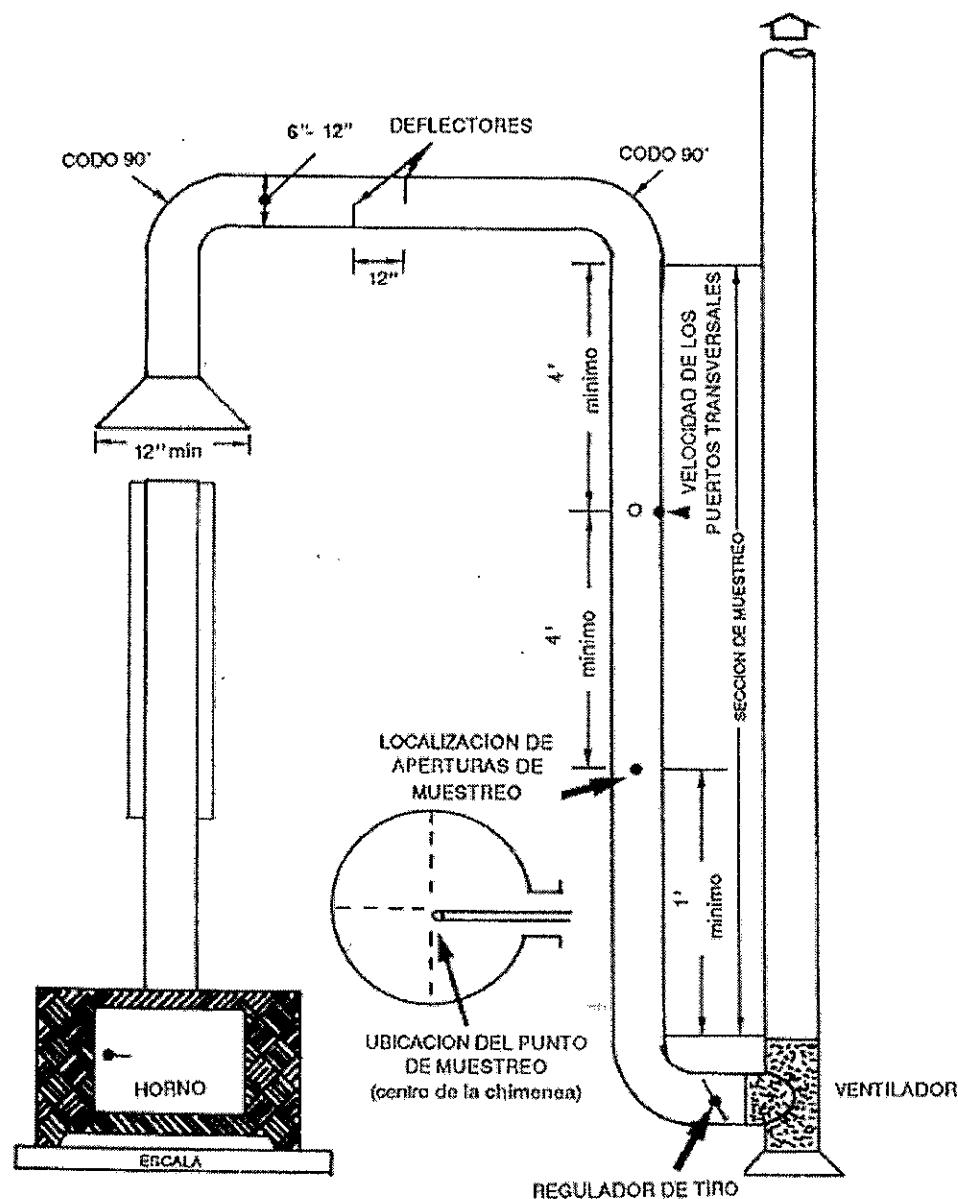


Figura 5G-4: Hoja de datos para Análisis.

HORNO

FECHA

CORRIDA N°

FILTRO N°

CANTIDAD DE LIQUIDO PERDIDO DURANTE EL TRANSPORTE ml

VOLUMEN DE BLANCO DE ACETONA ml

VOLUMEN DE ACETONA DE LAVADO ml

CONCENTRACIÓN DEL BLANCO DE ACETONA mg/mg

BLANCO DE ACETONA DE LAVADO mg

RECIPIENTE Nº	PESO DEL PARTICULADO RECOLECTADO		
	PESO FINAL	PESO DE LA TARA	PESO GANADO
1			

2			
TOTAL			
BLANCO DE ACETONA MENOR			
PESO DEL MATERIAL PARTICULADO			

DATOS SOBRE LA MEDICION DE HUMEDAD EN CHIMENEA (opcional)

	VOLUMEN DE AGUA LIQUIDA RECOLECTADA	
	VOLUMEN DE IMPINGER ml	PESO DE SILICA GEL g
FINAL		
INICIAL		
LIQUIDO RECOLECTADO		
VOLUMEN TOTAL COLECTADO		g° ML

- Convertir peso de agua a volumen, dividiendo el aumento de peso total por la densidad del agua (1 g/ml)

$$\frac{\text{Aumento g}}{1 \text{ g/ml}} = \text{Volumen de agua ml.}$$

Figura 5G-3 : Hoja de datos de terreno material particulado.

HORNO _____	COEFICIENTE DEL TUBO PITOT. Cp _____									
MÉTODO _____	TEMPERATURA AMBIENTE °C (°F) _____									
OPERADOR _____	PRESIÓN BAROMÉTRICA mb (pulg Hg) _____									
FECHA _____	MEDICIÓN O HUMEDAD ASUMIDA, % _____									
CORRIDA N° _____	VELOCIDAD DE FUGA FINAL m ³ /min (cfm) _____									
TIEMPO DE PARTIDA _____	MATERIAL DE LA LÍNEA DE PRUEBA _____									
TIEMPO DE LLEGADA _____	TIRAJE O PRESIÓN ESTATICA _____									
CAJA DE MUESTRA N° _____	NºS DE FILTRO _____									
CAJA DE MEDIDOR N° _____	_____									
MEDIDOR AH@ (Opcional) _____	_____									
CRONÓMETRO	TIEMPO DE CORRIDA (0) min.	VACÍO mmHg (pulg Hg)	TEMPERATURA DEL TÚNEL (Ts) °C (°F)	VELOCIDAD DE CABEZA (apS) mm/pulg H ₂ O	INDICADOR DE VELOCIDAD DE FLUJO DE LAS MUESTRAS (MEDIDOR DE ORIFICIO OPCIONAL) mmH ₂ O (pulg H ₂ O)	VOLUMEN DEL MEDIDOR m ³ (pies ³)	TEMPERATURA DE LA MUESTRA DE GAS EN EL MEDIDOR		TEMPERATURA DEL PORTAFILTRO °C (°F)	TEMPERATURA DEL GAS SECO DE SALIDA O EN EL ULTIMO IMPINGER °C (°F)
							Buñada °C (°F)	Salida °C (°F)		
Total					Prom.	Prom				
Promedio					Prom	Prom				