

METODO CH-3B: ANALISIS DEL GAS PARA DETERMINAR EL FACTOR DE CORRECCION DE LA VELOCIDAD DE EMISION O EL EXCESO DE AIRE.

1.0 Aplicabilidad y principio.

1.1 Aplicabilidad.

1.1.1 Este método es aplicable para determinar las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂), oxígeno (O₂) y monóxido de carbono (CO) de una muestra proveniente de una corriente de gas de una combustión de combustible fósil permitiendo calcular el factor de corrección de la velocidad de emisión o el exceso de aire.

1.1.2 Otros métodos, incluso las modificaciones al procedimiento descrito aquí, son también aplicables para todas las determinaciones anteriores. Algunos ejemplos de modificaciones y métodos específicos incluyen: (1) Un método de muestreo de multipunto que emplea un analizador Orsat para analizar al azar muestras individuales obtenidas en cada punto y (2) un método que emplea CO₂ u O₂ y cálculos estequiométricos para determinar el exceso de aire. Estos métodos y modificaciones pueden ser empleados pero están sujetos a la aprobación por parte del Servicio de Salud del Ambiente respectivo.

1.2 Principio.

Se extrae una muestra de gas de una chimenea por medio de uno de los siguientes métodos: (1) Punto simple, muestreo al azar; (2) punto simple, muestreo integrado o (3) multipunto, muestreo integrado. La muestra de gas se analiza para determinar el porcentaje de CO₂, el porcentaje de O₂ y, si fuera requerido el porcentaje de CO. Se debe utilizar un analizador Orsat para determinar el exceso de aire o para las determinaciones del factor de corrección de la velocidad de emisión.

2.0 Aparatos.

Los sistemas de muestreo alternativos son los mismos que se mencionaron en la Sección 2 del Método 3 y Sección 5 del método 3A.

2.1 Muestreo al Azar y Muestreo Integrado.

Los mismos que en las secciones 2.1 y 2.2 respectivamente del Método 3.

2.2 Análisis.

Solamente un analizador Orsat. Para concentraciones bajas de CO₂ (menos del 4,0%) o para altas concentraciones de O₂ (mayores que el 15%), la bureta de medición del Orsat debe tener al menos subdivisiones de 0,1 por ciento. Para la mantención del Orsat y para los procedimientos de operación, seguir las instrucciones recomendadas por el fabricante.

3.0 Procedimiento.

Cada uno de los tres procedimientos siguientes serán utilizados sólo cuando se especifique por la reglamentación. El uso de estos procedimientos para otros fines debe tener la aprobación específica previa por parte del Servicio de Salud respectivo.

NOTA: A menos que lo apruebe el Servicio de Salud respectivo, no se acepta un analizador de combustión de gases tipo Fyrite, para las determinaciones del exceso de aire y del factor de corrección de la velocidad de emisión. Si se miden tanto el porcentaje de CO, como el porcentaje de O₂, los resultados analíticos de cualquiera de los tres procedimientos entregados a continuación pueden ser usados para calcular el peso molecular seco (véase Método 3).

- 3.1 Punto simple, muestreo al azar y procedimiento analítico.
- 3.1.1 El punto de muestreo en el ducto debe ser como el que se describe en la sección 3.1 del Método 3.
- 3.1.2 Instale el equipo del modo como se muestra en la Fig. 3-1 del Método 3, asegurándose de que todas las conexiones anteriores al analizador estén ajustadas. Realice un chequeo para detectar filtraciones en el analizador Orsat conforme al procedimiento descrito en la Sección 6 del Método 3. Este chequeo es obligatorio si se usa un analizador de este tipo.
- 3.1.3 Coloque la sonda en la chimenea, con la punta posicionada en el punto de muestreo; purgue la línea de muestreo lo suficiente como para permitir al menos cinco cambios, o superar el tiempo de respuesta del equipo. Arrastre una muestra hacia el analizador.

Para las determinaciones del factor de corrección de la velocidad de emisión, analice inmediatamente la muestra, como se señala en las Secciones 3.1.4 y 3.1.5, para determinar el porcentaje de CO₂ y el porcentaje de O₂. Si se deseara el exceso de aire, proceda del siguiente modo: (1) analice inmediatamente la muestra, como en las Secciones 3.1.4 y 3.1.5, para determinar el porcentaje de CO₂, de O₂ y de CO; (2) determine el porcentaje de gas que corresponde al N₂ restando la suma del porcentaje de CO₂, del porcentaje de O₂ y del porcentaje de CO al 100% y (3) calcule el porcentaje de exceso de aire como se señala en la sección 4.2.

- 3.1.4 Para asegurar la completa absorción del CO₂, O₂, realice repetidas pasadas a través de cada solución absorbente hasta obtener dos lecturas consecutivas del mismo valor. Se deben hacer varias pasadas (tres o cuatro) entre las lecturas. (Si no se pudieran obtener lecturas constantes después de las tres lecturas consecutivas, reemplace la solución absorbente).

NOTA: Debido a que este procedimiento de punto simple, de muestreo al azar y procedimiento analítico, se lleva a cabo normalmente en conjunto con un procedimiento de punto simple, de muestreo al azar y de procedimiento analítico para un agente contaminador, sólo se realiza ordinariamente un análisis. Por consiguiente, se debe tener bastante cuidado para obtener una muestra y un análisis válido. Aunque en la mayor parte de los casos, se requiere sólo el O₂ o bien el CO₂, se recomienda que ambos sean medidos y que la sección 3.4 se utilice para validar los datos analíticos.

- 3.1.5 Después de hacer el análisis, revise otra vez el analizador Orsat para detectar fugas (es obligatorio), como se describe en la sección 6 del Método 3. Para validar los resultados del análisis, el analizador Orsat debe pasar este chequeo de fugas antes y después del análisis.
- 3.2 Punto simple, muestreo integrado y procedimiento analítico.
- 3.2.1 El punto de muestreo en el ducto debe localizarse como se especifica en la sección 3.1.1.

- 3.2.2 Chequee la bolsa flexible para detectar filtraciones (es obligatorio), como se indica en la sección 2.2.6 del Método 3. Instale el equipo como se muestra en la Fig. 3-2 del Método 3. Justo antes del muestreo revise el tren para detectar filtraciones, como se describe en la sección 4.2 del Método 3 (es obligación).
- 3.2.3 Muestree a una velocidad constante o de la forma como lo especifique el **Servicio de Salud** respectivo. La corrida del muestreo debe ser simultánea con la determinación de la velocidad de emisión del agente contaminante, y con la misma duración de tiempo total. Recolecte al menos 30 litros (1,00 pie cúbico) de muestra. Se pueden recolectar volúmenes más pequeños sujetos a la aprobación por parte del **Servicio de Salud** respectivo.
- 3.2.4 Obtenga una muestra integrada de gas durante cada determinación de la velocidad de emisión del agente contaminante. Para la determinación del factor de corrección de la velocidad de emisión, analice la muestra antes de 4 horas después de que fue tomada para determinar el porcentaje de CO₂, o el porcentaje de O₂, (como se esquematiza en las secciones 3.2.5 a 3.2.7). El analizador Orsat debe ser chequeado para detectar filtraciones (véase la sección 6 del Método 3) antes del análisis. Si se desea el exceso de aire, proceda del modo siguiente: (1) antes de las 4 horas después de que se tome la muestra, analícela (como en las Secciones 3.2.5 a 3.2.7) para determinar el porcentaje de CO₂, de O₂ y de CO; (2) determine el porcentaje de gas que corresponde al N₂ restando la suma del porcentaje de CO₂, del porcentaje de O₂ y del porcentaje de CO al 100% y (3) calcule el porcentaje de exceso de aire como se señala en la sección 4.2.
- 3.2.5 Para asegurar la completa absorción del CO₂, O₂, o si fuera aplicable, del CO, siga el procedimiento descrito en la Sección 3.1.4.
- NOTA: Aunque en la mayor parte de los casos, se requiere sólo el O₂ o bien el CO₂, se recomienda que tanto el O₂ como el CO₂ sean medidos y que la sección 3.4.1 se utilice para validar los datos analíticos.
- 3.2.6 Repita el análisis hasta que los siguientes criterios se cumplan:

- 3.2.6.1 Para el porcentaje de CO₂, repita el procedimiento analítico hasta que los resultados de cualquiera de los tres análisis difiera en no más de: (a) un 0,3 por ciento por volumen cuando el CO₂ sea mayor que un 4,0 por ciento o (b) difiera en un 0,2 por ciento por volumen cuando el CO₂ sea menor o igual que un 4,0 por ciento. Promedie los tres valores aceptables del porcentaje de CO₂ e informe los resultados lo más cercano al 0,2 por ciento.
- 3.2.6.2 Para los porcentajes de O₂, repita el procedimiento analítico hasta que los resultados de cualquiera de los tres análisis difieran en no más que: (a) en un 0,3 por ciento por volumen cuando el O₂ sea menor que el 15,0 por ciento o (b) en un 0,2 por ciento por volumen cuando el O₂ sea mayor o igual que el 15 por ciento. Promedie los tres valores aceptables del porcentaje de O₂ e informe los resultados lo más cercano al 0,1 por ciento.
- 3.2.6.3 Para el porcentaje de CO, repita el procedimiento analítico hasta que los resultados de cualquiera de los tres análisis difieran en no más que un 0,3 por ciento. Promedie los tres valores aceptables del porcentaje de CO e informe los resultados lo más cercano a 1 ppm.
- 3.2.7 Una vez realizado el análisis, revise otra vez el analizador Orsat para detectar filtraciones (es obligatorio), como se describe en la sección 6 del Método 3. Para que los resultados del análisis sean válidos, el analizador Orsat debe pasar este chequeo de fugas antes y después del análisis.
- 3.3 Procedimiento analítico y muestreo integrado de multipuntos.
- 3.3.1 Los puntos de muestreo deberán ser determinados como se especifica en la sección 5.3 del Método 3.
- 3.3.2 Siga los procedimientos señalados en las secciones 3.2.2 a 3.2.7, a excepción de lo siguiente: Recorra todos los puntos de muestreo y muestree en cada punto por un espacio igual de tiempo. Registre los datos del muestreo del modo como se señala en la Fig. 3-3 del Método 3.
- 3.4 Procedimientos de control de calidad.

- 3.4.1 Validación de los datos cuando se mide tanto el CO₂ como el O₂. Aunque en la mayor parte de los casos, se requiere sólo la medición del O₂ o bien del CO₂, se recomienda que ambos sean medidos para proporcionar un chequeo acerca de la calidad de los datos. Se recomienda el siguiente procedimiento de control de calidad.

NOTA: Puesto que el método para validar los análisis de CO₂ y de O₂ se basa en la combustión de combustibles fósiles y orgánicos y en la dilución de la corriente de gas con aire, este método no se aplica a las fuentes que: (1) eliminan el CO₂ o el O₂ mediante procesos distintos a la combustión, que (2) añaden O₂ (por ejemplo, enriquecimiento de oxígeno) y N₂ en proporciones diferentes a las del aire, que (3) añaden CO₂ (por ejemplo, hornos de cal o cemento) y que (4) de las cuales no se pueda obtener valores asequibles del factor de combustible, F_o (por ejemplo, mezclas de desechos extremadamente variables). Este método valida las proporciones medidas de CO₂ y de O₂ para el tipo de combustible, pero el método no detecta la dilución de la muestra que resulta de las filtraciones durante o después de la recolección de la muestra. El método es aplicable para las muestras recogidas corriente abajo de la mayor parte de las unidades de desulfurización con lecho de piedra caliza o cal, ya que el CO₂ añadido o eliminado de la corriente de gas no es importante en relación a la concentración total de CO₂. Las concentraciones de CO, provenientes de otros tipos de depuradores que emplean solamente agua o suspensión básica (lechada) pueden verse significativamente afectadas y causarían que el chequeo para determinar el F_o no tenga utilidad.

- 3.4.1.1 Calcule el factor de combustible F_o, empleando la siguiente ecuación:

Ecuación 3B-1

$$F_o = \frac{21,0 - \% O_2}{\% CO_2}$$

Donde:

% O₂ = Porcentaje de O₂ en volumen, base seca.
% CO₂ = Porcentaje de CO₂ en volumen, base seca.
21,0 = Porcentaje de O₂ en volumen del aire ambiente a una atmosfera.

Si el CO se presentara en cantidades medibles por medio de este método, ajuste los valores del O₂ y del CO₂ antes de realizar el cálculo para F_o de la siguiente manera:

% CO₂ (ajustado) = % CO₂ + % CO
% O₂ (ajustado) = % O₂ - 0,5 % CO

Donde:

% CO = Porcentaje CO por volumen, base seca.

3.4.1.2 Compare el factor F_o calculado con los valores de F_o esperados. La siguiente tabla puede usarse para establecer los rangos aceptables para el F_o esperado, si se conoce el combustible que se está quemando. Cuando los combustibles se queman en combinaciones, calcule los factores combinados F_d y F_c (como se define en el Método 19) conforme al procedimiento del Método 19, sección 5.2.3. Enseguida calcule el factor F_o de la siguiente manera:

Ecuación 3B-2

$$F_o = \frac{0,209 F_d}{F_c}$$

| Tipo de Combustible | Rango de Fo |
|---------------------|--------------------------------|
| Carbón: | |
| Antracita y lignito | 1,016 - 1,130 |
| Bituminoso | 1,083 - 1,230 |
| Petróleo: | |
| Destilado | 1,260 - 1,413 |
| Residual | 1,210 - 1,370 |
| Gas: | |
| Natural | 1,600 - 1,836 |
| Propano | 1,434 - 1,586 |
| Butano | 1,405 - 1,553 |
| Madera: | |
| Corteza de madera | 1,000 - 1,120 1,003 - 1,130 |

- 3.4.1.3 Los valores calculados de F_o , que se encuentren más allá de los rangos aceptables que aparecen en esta tabla, deberían ser investigados antes de aceptar los resultados del muestreo. Por ejemplo, la concentración de las soluciones en el analizador de gas y la técnica de análisis debieran ser chequeados muestreando y analizando una concentración conocida, por ejemplo aire: el factor de combustible debe ser revisado y verificado. Un rango de aceptabilidad de ± 12 por ciento es apropiado para el factor F_o de combustibles mezclados con proporciones variables de combustible. El nivel de la velocidad de emisión relativo al nivel de ajuste a la norma debería ser considerado al determinar si es apropiado aplicar otro muestreo, es decir, si las emisiones medidas fueran mucho más bajas o mucho más elevadas que el límite de ajuste a la norma, la repetición del muestreo no cambiaría significativamente el rango de ajuste a la norma de la fuente y ocasionaría un gasto de tiempo innecesario y costoso.

4.0 Cálculos.

4.1 Nomenclatura.

La misma que en la sección 5 del Método 3 añadiendo lo siguiente:

% EA = Porcentaje de exceso de aire.

0,264 = Proporción de O₂ respecto de N₂ en el aire, v/v.

4.2 Porcentaje de exceso de aire.

Calcule el porcentaje de exceso de aire (si fuera aplicable) sustituyendo los valores apropiados del porcentaje de O₂, CO y N₂ (obtenidos de la sección 3.1.3 ó 3.2.4) en la Ecuación 3B-3.

Ecuación 3B-3

$$\%EA = \frac{\%O_2 - 0,5\%CO}{0,264\%N_2 - (\%O_2 - 0,5\%CO)} \times 100$$

NOTA: Esta ecuación supone que el aire ambiente se emplea como la fuente de O₂ y que el combustible no contiene cantidades apreciables de N₂ (como las contienen los gases de los hornos de coquización o de los hornos de fundición). En tales casos, cuando se encuentran cantidades apreciables de N₂ (el carbón, los gases naturales y de petróleo no contienen cantidades apreciables de N₂) o cuando se emplea enriquecimiento de oxígeno, se requieren métodos alternativos sujetos a alguna aprobación por parte del Servicio de Salud respectivo.

5.0 Bibliografía.

La misma que en el Método 3.

6.0 Bibliografía utilizada para la proposición del método.

Method 3B "Gas Analysis for the Determination of Emission Rate Correction Factor or Excess Air". USEPA. Code of Federal Regulations 40, pt. 60, app. A. Revised, July 1990.