

DOF: 20/02/2014

**NORMA Oficial Mexicana NOM-137-SEMARNAT-2013, Contaminación atmosférica.- Complejos procesadores de gas.- Control de emisiones de compuestos de azufre.**

**Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.**

CUAUHTÉMOC OCHOA FERNÁNDEZ, Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con fundamento en los artículos 32 Bis fracción IV de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 5 fracciones V y XII, 36 y 111 fracción III de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 38 fracción II, 46, 47 y 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 16 y 17 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera; 8 fracciones V y III del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y

**CONSIDERANDO**

Que con fecha 30 de mayo de 2003 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la Norma Oficial Mexicana NOM-137-SEMARNAT-2003, Contaminación atmosférica.- Plantas desulfuradoras de gas y condensados amargos.- Control de emisiones de compuestos de azufre, con la finalidad de mejorar la calidad del aire en beneficio del bienestar de la población y del equilibrio ecológico en regiones donde se ubican los complejos procesadores de gas y condensados amargos.

Que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de sus unidades administrativas encargadas de llevar el seguimiento y vigilancia del cumplimiento de la norma oficial mexicana en cuestión encontró y también recibió por parte del sujeto regulado algunas carencias en su aplicación, por lo que para dotar de mayor operatividad y claridad a la norma se determinó establecer lo siguiente: a) Determinar el total de emisiones de cada complejo procesador de gas, lo que no es considerado en la norma actual e implica determinar la cantidad de azufre contenida en el gas y en los condensados amargos que se procesan cada día, b) Determinar de manera directa la cantidad de azufre recuperado, así como los volúmenes de gases enviados a quemadores y su concentración de azufre, con el fin de integrar el inventario de emisiones del país, c) Incluir tabla de métodos de prueba y frecuencia de medición para mayor claridad en el cumplimiento y vigilancia de cumplimiento de la norma, d) Eliminar el último renglón de la Tabla 1 de la norma vigente NOM-137-SEMARNAT-2003 y la columna correspondiente a plantas con capacidad de 2 a 5 t/d, debido a que en ningún caso la concentración de ácido sulfhídrico en el gas ácido es menor al 10% y que no se tiene ningún equipo con una capacidad de recuperación de azufre menor de 5 toneladas por día (t/d), e) Eliminar el cálculo del gas de cola, debido a que la cantidad de vapores de azufre contenida es menor al 0.5% y d) Simplificar la redacción para mayor entendimiento de la norma.

Que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales en sesión de fecha 1 de septiembre de 2009 aprobó el proyecto de modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-137-SEMARNAT-2003, Contaminación atmosférica.- Plantas desulfuradoras de gas y condensados amargos.- Control de emisiones de compuestos de azufre, por lo que en cumplimiento a lo establecido en el artículo 47 fracciones I y II de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización se ordenó la publicación en el Diario Oficial de la Federación del citado proyecto, para que dentro del plazo de 60 días naturales a partir de su publicación, los interesados enviaran sus comentarios al domicilio del citado Comité, ubicado en Boulevard Adolfo Ruiz Cortines 4209, quinto piso ala "A", Fraccionamiento Jardines en la Montaña, Delegación Tlalpan, código postal 14210, en México, D.F. o al correo electrónico galo.galeana@semarnat.gob.mx para que en los términos de la citada Ley sean considerados.

Que la mencionada Manifestación de Impacto Regulatorio a que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, estuvo a disposición del público para su consulta en el domicilio del Comité antes señalado.

Que durante el plazo de 60 días naturales establecidos en el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización los interesados presentaron sus comentarios al proyecto de modificación de la norma en cita, los cuales fueron analizados por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, realizándose las modificaciones procedentes al proyecto, de acuerdo a lo establecido en el artículo 33 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, los cuales fueron publicados el día 23 de enero de 2014 en el Diario Oficial de la Federación de conformidad al artículo

47 fracción III de dicha Ley.

Que de conformidad con lo establecido en la Norma Mexicana NMZ-Z-013/1-1977, Guía para la redacción, estructuración y presentación de las normas mexicanas, se simplifica la denominación de esta Norma Oficial Mexicana, para quedar como: Norma Oficial Mexicana NOM-137-SEMARNAT-2013, Contaminación Atmosférica- Complejos Procesadores de Gas.- Control de Emisiones de Compuestos de Azufre. Asimismo, es de señalarse que, de conformidad con lo establecido en el artículo 28 fracción I y fracción II inciso d) del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el año de la clave cambia a 2013, debido a que el instrumento regulatorio se presentó ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para su aprobación en dicho año.

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de normas oficiales mexicanas, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales aprobó la presente Norma Oficial Mexicana como definitiva en su sesión celebrada el día 30 de septiembre de 2013.

Por lo expuesto y fundado he tenido a bien expedir la siguiente:

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-137-SEMARNAT-2013, CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.-  
COMPLEJOS PROCESADORES DE GAS.- CONTROL DE EMISIONES DE COMPUESTOS DE AZUFRE**

**CONTENIDO**

1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Especificaciones
6. Requisitos
7. Métodos de prueba
8. Procedimiento para la evaluación de la conformidad
9. Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales
10. Bibliografía
11. Observancia de esta Norma

**1. Objetivo**

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y los requisitos del control de emisiones de compuestos de azufre en los Complejos Procesadores de Gas, así como los métodos de prueba para verificar el cumplimiento de la misma.

**2. Campo de aplicación**

La presente Norma es de observancia obligatoria en los Complejos Procesadores de Gas donde operen plantas desulfuradoras de gas amargo o de condensados amargos, ubicados en el territorio nacional.

**3. Referencias**

NOM-001-SECRE-2010, Especificaciones del gas natural. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de marzo de 2010.

NMX-AA-009-SCFI-1993, Contaminación atmosférica.- Fuentes Fijas.- Determinación de flujo de gases en un conducto por medio de tubo Pitot. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de diciembre de 1993.

NMX-AA-023-1986, Protección al ambiente.- Contaminación atmosférica.- Terminología. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de julio de 1986.

NMX-AA-054-1978, Determinación del contenido de humedad en los gases que fluyen por un conducto.- Método gravimétrico. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2 de agosto de 1978.

NMX-AA-055-1979, Determinación de bióxido de azufre en gases que fluyen por un conducto. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de septiembre de 1979.

NMX-AA-056-1980, Contaminación Atmosférica.- Fuentes Fijas.- Determinación de Bióxido de Azufre, Trióxido de Azufre y Neblinas de Ácido Sulfúrico en los Gases que Fluyen por un conducto. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de noviembre de 1992.

**4. Definiciones**

**4.1 Azufre recuperado,  $S_R$ :** cantidad de azufre elemental que se obtiene en las plantas recuperadoras de azufre; esta cantidad de azufre es equivalente a la que dejará de ser emitida a la atmósfera en forma de compuestos de azufre.

**4.2 Azufre total,  $S_{IN}$ :** Es la suma de la cantidad de azufre contenida en el gas y en los condensados amargos que se procesan en los Complejos Procesadores de Gas, cuantificada en los separadores de gas amargo a la entrada de la planta endulzadora correspondiente.

**4.3 Capacidad de diseño del sistema o de la planta recuperadora de azufre:** cantidad máxima instalada de procesamiento de azufre. Se expresa en toneladas métricas de azufre por día.

**4.4 Capacidad real del Sistema o de la planta recuperadora de azufre:** es la capacidad a la que se encuentra operando el sistema de recuperación de azufre. Se expresa en toneladas métricas de azufre alimentado por día.

**4.5 Carga de azufre a la planta recuperadora ( $S_T$ ):** cantidad de azufre que se extrae al gas amargo o a los condensados amargos y se alimenta a la planta recuperadora de azufre. A esta corriente se le denomina gas ácido.

**4.6 Compuestos de azufre:** Para efectos de esta norma son, el ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ), bióxido de azufre ( $SO_2$ ), sulfuro de carbonilo ( $COS$ ) y bisulfuro de carbono ( $CS_2$ ).

**4.7 Condensados amargos:** hidrocarburos asociados al gas amargo que pasan al estado líquido por efecto de la variación de la presión y temperatura del fluido; contienen ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ) y bióxido de carbono ( $CO_2$ ).

**4.8 Condiciones de referencia:** son los valores de referencia 1.00 Kg/cm<sup>2</sup> y 20 ° C en base húmeda.

**4.9 Emisión másica de bióxido de azufre (E ( $SO_2$ )) del sistema de recuperación de azufre:** cantidad de bióxido de azufre que se emite por la chimenea del oxidador térmico, cuya corriente de alimentación proviene de las plantas recuperadoras de azufre; se expresa en toneladas métricas por día.

**4.10 Emisión de Azufre en quemadores:** cantidad de compuestos de azufre emitida a través de quemadores de campo; se expresa como bióxido de azufre.

**4.11 Emisión total de azufre del Complejo Procesador de Gas:** cantidad de compuestos de azufre que no fue posible recuperar y que se emite a la atmósfera a través de los oxidadores térmicos de los sistemas o plantas recuperadoras de azufre y de los quemadores de campo; se expresa como azufre elemental en toneladas métricas por día.

**4.12 Equipo para el Monitoreo Continuo de Emisiones a la atmósfera (EMCE):** El equipo completo requerido para la toma de muestra en la chimenea del sistema de oxidación térmica o equivalente, su acondicionamiento, análisis y conexión a sistemas de adquisición de datos que proporcionen un registro permanente de las emisiones a la atmósfera de bióxido de azufre en unidades de masa por unidad de tiempo.

**4.13 Gas ácido:** mezcla de ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) y bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) extraídos al gas amargo y condensados amargos en las plantas desulfuradoras.

**4.14 Gas amargo:** mezcla gaseosa de hidrocarburos proveniente de los yacimientos de petróleo y gas, que contiene ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S), en concentración igual o superior a la señalada por la normatividad vigente, así como bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), agua y nitrógeno (N<sub>2</sub>) como impurezas.

**4.15 Gas de cola:** mezcla de gases que contiene el remanente de compuestos de azufre que no fue posible retener en las plantas recuperadoras de azufre.

**4.16 Oxidador térmico de gas de cola:** equipo de combustión a fuego directo cuya función es la oxidación a bióxido de azufre de los compuestos de azufre contenidos en el gas de cola.

**4.17 Planta desulfuradora o planta endulzadora de gas y condensados amargos;** instalación para el tratamiento de gas amargo o condensados amargos en la que se les extraen las impurezas de ácido sulfhídrico y bióxido de carbono; se obtiene gas dulce o condensados dulces.

**4.18 Sistema o planta recuperadora de azufre:** instalación industrial para convertir el ácido sulfhídrico y otros compuestos de azufre del gas ácido a azufre elemental; se utilizan comúnmente para el control de emisiones de compuestos de azufre de los procesos de desulfuración de hidrocarburos.

**4.19 Quemadores de campo:** dispositivos de seguridad que se utilizan para efectuar la combustión de los gases o líquidos de desfogue de las plantas de proceso durante las operaciones de arranque, situaciones de emergencia o paros programados; incluyen quemadores de fosa y quemadores elevados.

**4.20 Sistema de control de emisiones:** etapa del tratamiento del gas ácido proveniente de la planta desulfuradora, cuyo objetivo es reducir las emisiones de compuestos de azufre a la atmósfera; típicamente consta de una planta recuperadora de azufre, un oxidador térmico del gas de cola y un Equipo para el Monitoreo Continuo de Emisiones a la atmósfera (EMCE).

## 5. Especificaciones

**5.1** Todas las corrientes de gas ácido en los procesos de desulfurización efectuados en los Complejos Procesadores de Gas deben ser tratadas con el fin de controlar y reducir la emisión de contaminantes a la atmósfera, excepto los casos señalados en el numeral 7.4.

**5.2** La eficiencia mínima de control de emisiones de bióxido de azufre a la atmósfera que deben cumplir mensualmente las plantas recuperadoras de azufre en condiciones normales de operación, es el promedio mensual que se establece en la tabla 1 de esta norma. La eficiencia mensual promedio se calculará en los primeros cinco días naturales del mes calendario siguiente al mes de emisión.

Dicha eficiencia se expresa en por ciento de recuperación de azufre y es función de la capacidad real del sistema o de la planta recuperadora de azufre por día (X) y de la concentración promedio de H<sub>2</sub>S a condiciones de presión y temperatura de referencia en base seca, en el gas ácido de entrada al sistema o a las plantas recuperadoras (Y)

**TABLA 1.- EFICIENCIA MÍNIMA DE CONTROL DE EMISIONES (O DE RECUPERACIÓN DE AZUFRE)**

| Concentración (%mol de H <sub>2</sub> S en base seca, en el gas ácido), Y | Capacidad real del Sistema o de la planta recuperadora de azufre (toneladas por día), X* |                      |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
|                                                                           | 5 a 300 t/d                                                                              | >300 t/d             |
| > 20                                                                      | $\bar{A}_m = 85.35 \times 0.0144 Y - 0.0128$                                             | $\bar{A}_m = 97.5\%$ |
| 10-20                                                                     | $\bar{A}_m = 90.8\%$                                                                     | $\bar{A}_m = 90.8\%$ |

\*El valor de capacidad real del sistema o de la planta recuperadora de azufre se calculará conforme al apartado 7.2 equivalente al valor S<sub>T</sub>

**5.3** El promedio mensual de la emisión total de azufre a la atmósfera, del Complejo Procesador de Gas en toneladas por día, no debe exceder el 5% del azufre total S<sub>IN</sub>, cuando la capacidad de diseño del sistema o planta recuperadora de azufre sea mayor o igual a 300 toneladas por día y el 10% cuando la capacidad de diseño del sistema o planta recuperadora de azufre sea menor de 300 toneladas por día. Este porcentaje será determinado con la suma total de azufre emitido y la suma total de azufre que entra al Complejo Procesador de Gas y será cuantificado diariamente a fin de obtener el promedio mensual del porcentaje total de emisión de azufre para efectos de verificación. Estos parámetros se determinan con el método de cálculo establecido en el numeral 7.6.

**5.4** En el oxidador térmico se deberá mantener una temperatura de oxidación igual o mayor a 650 °C para garantizar una eficiencia de conversión de compuestos de azufre a bióxido de azufre igual o mayor a 98%.

## 6. Requisitos

**6.1** Durante la operación de las plantas desulfuradoras de gas y condensados amargos se debe llevar una bitácora de operación y mantenimiento de dichas plantas, así como del sistema de control de emisiones a la atmósfera. La bitácora debe

permanecer en el Complejo Procesador de Gas por un periodo mínimo de cinco años y puede ser almacenada y desplegada en forma electrónica. En la bitácora debe registrarse como mínimo la siguiente información:

**6.1.1 Control de operación:** fecha, responsable de la bitácora, determinación cada 24 horas de:

- El flujo volumétrico de gas amargo (en millones de pies cúbicos por día, MMPCD) a condiciones de referencia y el flujo volumétrico de condensados amargos (en barriles por día, BPD) que entra al Complejo Procesador de Gas para su procesamiento, medidos en la entrada de la planta endulzadora, y antes de la derivación de los quemadores de fosa, así como la concentración promedio diario en % mol de H<sub>2</sub>S a condiciones de referencia (ver diagrama anexo I);
- El flujo volumétrico de gas ácido alimentado a la planta recuperadora de azufre, en millones de pies cúbicos por día, MMPCD, a condiciones de referencia, y la concentración promedio diaria en % mol de H<sub>2</sub>S en base húmeda y para la aplicación de la tabla 1 en base seca (ver diagrama anexo I),
- El flujo volumétrico de gas de cola (en millones de pies cúbicos por día, MMPCD) y la concentración promedio de %mol diaria de compuestos de azufre en el gas de cola (ver diagrama anexo I),
- El peso de azufre recuperado, en toneladas métricas por día, calculado a partir de la medición del nivel de azufre en las fosas de almacenamiento, que incluya el azufre extraído en el mismo periodo ( $S_R$ ) (ver diagrama anexo I),
- Memoria de cálculo y determinación de eficiencia de la planta recuperadora de azufre,
- Contingencias presentadas en el complejo procesador de gas de acuerdo a lo estipulado en el numeral 7.4. y 7.6, y
- Temperatura en el oxidador térmico

**6.1.2 Control de emisiones contaminantes de los siguientes parámetros:**

- concentración promedio diaria de bióxido de azufre y flujo volumétrico de los gases de salida del oxidador térmico (ver diagrama anexo I),
- emisión másica en toneladas por día de bióxido de azufre ( $E(SO_2)$ ) en el oxidador térmico (ver diagrama anexo I),
- volumen de gas amargo determinado por balance diario enviado al quemador de fosa expresado en MMPCD y, en su caso de condensados amargos expresados en BPD (ver diagrama anexo I),
- volumen de gas ácido determinado por balance diario enviado a quemador elevado en MMPCD y promedio de la composición en %mol de H<sub>2</sub>S a condiciones de referencia (ver diagrama anexo I),
- fecha y hora de inicio y conclusión de envío de gas ácido, gas y condensados amargos a cada quemador,
- memoria de cálculo del bióxido de azufre emitido a la atmósfera por día. Todas las mediciones se deben reportar en base húmeda a la presión y temperatura de las condiciones de referencia.
- Azufre total contenido en la carga de gas y condensados amargos procesados en el Complejo Procesador de Gas t/d ( $S_{IN}$ ) (ver diagrama anexo I),
- Azufre total emitido por el Complejo Procesador de Gas en t/d ( $S_E$ ) (ver diagrama anexo I), y
- Porcentaje diario y promedio mensual de emisión por Complejo Procesador de Gas ( $S_E \div 100/S_{IN}$ )

**6.1.3 Control de Mantenimiento:** intervenciones a los equipos críticos de las plantas desulfuradoras y de las plantas recuperadoras de azufre: soplador, reactor térmico, condensadores, oxidador térmico y sistemas de control, cambios de catalizador.

**6.2. Instalar y mantener en buenas condiciones de operación, el EMCE de bióxido de azufre requerido en la chimenea del oxidador térmico.**

**6.2.1** Estos equipos deben operar cuando menos el 90% del tiempo de operación del sistema o planta de recuperación de azufre y deben contar con un sistema de procesamiento de datos automático que registre un mínimo de 12 lecturas por hora, calcule el promedio diario de los parámetros indicados y genere un reporte diario con la fecha y la identificación del equipo, el tiempo de operación de la planta recuperadora de azufre y el tiempo de operación del EMCE.

**6.2.2.** El método de medición continua de la concentración de bióxido de azufre en la emisión a la atmósfera por la chimenea del oxidador térmico debe utilizar el principio de medición de espectroscopia de absorción en el ultravioleta no dispersivo o un método equivalente de acuerdo a la tabla 2. El método para medir el flujo volumétrico de gases de forma continua debe ser por determinación de la presión diferencial en un tubo Pitot de acuerdo a la tabla 2, y siguiendo los procedimientos y cálculos especificados por el fabricante.

**6.2.3** Para la operación de estas plantas deberán instalar y mantener en buenas condiciones Plataformas y Puertos de Muestreo de acuerdo a lo señalado en la Norma Mexicana NMX-AA-009-SCFI-1993, en cada una de las chimeneas de los oxidadores térmicos para la colocación permanente del EMCE de SO<sub>2</sub>. Para verificar que la respuesta del EMCE en la chimenea de cada oxidador térmico se encuentre dentro de una tolerancia de  $\pm 5\%$  con respecto al método de referencia, deben instalarse los puertos de muestreo adicionales necesarios, colocados 30 centímetros debajo de los requeridos en la NMX-AA-009-SCFI-1993 y formando un ángulo de 45°, a los cuales se tendrá acceso desde la plataforma de muestreo.

**6.3** El responsable del Complejo Procesador de Gas deberá dar aviso anticipado a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, del inicio o salida de operación de las plantas desulfuradoras de gas y condensados amargos, cuando a consecuencia de dichos eventos se envíe gas amargo o condensados amargos a los quemadores.

**6.4** El responsable del Complejo Procesador de Gas deberá dar aviso inmediato a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en caso de falla o salida de operación de las Plantas Recuperadoras de azufre o del sistema de control de emisiones así como en los casos previstos en el numeral 7.6, en términos del Artículo 17 fracciones VII y VIII del Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de Contaminación a la Atmósfera, cuando se envíen corrientes de gas ácido, gas y condensados amargos a los quemadores elevados y de fosa, según corresponda.

## 7. Métodos de prueba

**7.1** La eficiencia diaria del sistema de control de emisiones de bióxido de azufre ( $\mathcal{AE}$ ) se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\mathcal{AE} = 100 \hat{a} (S_T \hat{a} S_{GC}) / S_T$$

En donde:  $\mathcal{AE}$  es la eficiencia del control de emisiones de azufre ( $\mathcal{AE}$ ); para el caso de utilizar un sistema de recuperación de azufre, ésta es equivalente a la eficiencia de cada planta recuperadora;

$S_T$  es la carga de azufre en el gas ácido que se alimenta al sistema de control de emisiones o, en su caso a cada planta recuperadora; se determina según la metodología del 7.2, en toneladas métricas por día;

$S_{GC}$  es la cantidad de azufre en el gas de cola, en forma de H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, COS, CS<sub>2</sub>; se determina de acuerdo a lo establecido en el 7.3 y se expresa en toneladas métricas por día.

**7.2** Determinación de la carga de azufre  $S_T$ : La carga de azufre en el gas ácido  $S_T$  que se alimenta al sistema de control de emisiones o, en su caso, a cada planta recuperadora en toneladas métricas por día se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$S_T (t/d) = 36.51 \hat{a} F_{GA} \hat{a} (\% \text{ mol}_{bh} \text{ H}_2\text{S}) / 100$$

En donde:  $F_{GA}$  es el flujo de alimentación de gas ácido en base húmeda ( $F_{ga}$ ) en millones de pies cúbicos por día (MMPCD). Se determina con un medidor de gas ácido de carga colocado en la línea principal de alimentación a cada uno de los sistemas de control de emisiones (plantas recuperadoras de azufre), la medición deberá ser compensada por presión, temperatura y por el peso molecular en condiciones de referencia. Como elemento primario de medición se puede utilizar un tubo Vénturi, placas de orificio o equivalente, de acuerdo a la tabla 2 (ver diagrama anexo I).

$\% \text{ mol}_{bh} \text{ H}_2\text{S}$  es la concentración base húmeda promedio de 24 horas de ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) en el gas ácido a la entrada del sistema de control de emisiones; se determina mediante análisis de cromatografía de gases con columna empacada y detector de conductividad térmica en base seca, efectuando las correcciones por el contenido de agua (ver diagrama anexo I).

**7.3** Determinación de la cantidad de azufre en el gas de cola  $S_{GC}$ : La cantidad de azufre en toneladas por día contenido en el gas de cola en forma de H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, COS, CS<sub>2</sub>, se determina por la ecuación:

$$S_{GC}(t/d) = 0.032064 \cdot \left( \frac{N_{aire}(\text{Kg} - \text{mol/d})}{\% \text{ mol N}_2} \right) \cdot (\% \text{ mol H}_2\text{S} + \% \text{ mol SO}_2 + \% \text{ mol COS} + 2 \cdot (\% \text{ mol CS}_2))$$

En donde:  $\% \text{ mol H}_2\text{S}$ , SO<sub>2</sub>, COS, CS<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> es la composición del gas de cola; se determina mediante análisis cromatográfico en base seca y se calcula su composición en base húmeda de acuerdo a la tabla 2 (ver diagrama anexo I);

N<sub>2</sub> aire(kg-mol/d) es el flujo molar de nitrógeno que entra a la planta recuperadora; es igual al flujo molar de nitrógeno en el gas de cola, se determina conforme a la ecuación siguiente:

$$N_{2 \text{ aire}}(\text{Kg mol/d}) = F_{aire}(\text{MMPCD}) \cdot \% \text{ mol N}_2(\text{bh})_{aire} \cdot 11.3877$$

En donde:  $\% \text{ mol N}_2(\text{bh})_{aire}$  para fines de esta norma se considera el valor teórico de 78%mol;

$F_{aire}$  (MMPCD) es el flujo total de aire en millones de pies cúbicos por día (MMPCD) que entra a la planta recuperadora, que se detecta de acuerdo a la tabla 2 (ver diagrama anexo I).

**7.4** La eficiencia  $\hat{E}$  calculada diariamente, se promedia mensualmente y se compara con el promedio mensual de la eficiencia mínima requerida señalada en la tabla 1,  $\mathcal{AE}_m$ .

$$\mathcal{AE} \geq \mathcal{AE}_m$$

Para la obtención de la eficiencia mínima de control de emisiones de bióxido de azufre a la atmósfera referida en el numeral 5.2, no se consideran los valores de las lecturas obtenidas durante las siguientes condiciones:

- Operaciones de paro, liberación y enfriamiento de la planta recuperadora para mantenimiento preventivo y correctivo, siempre que no excedan de 96 horas.
- Operaciones de estabilización durante el arranque de la planta, siempre que no excedan de 48 horas.
- Contingencias que impliquen la salida de operación del sistema de reducción de emisiones o partes del mismo, siempre que no excedan de 24 horas.

**7.5** Con fines de validación de las lecturas del EMCE, se compara el valor de la emisión másica de bióxido de azufre medido en la chimenea del oxidador térmico de cada planta recuperadora de azufre mediante el EMCE ( $E(\text{SO}_2)$ , t/d), con el valor obtenido de  $S_{GC}$ , la cantidad de azufre en el gas de cola y se debe cumplir la relación siguiente:

$$1.60 (S_{GC}) \hat{a} E(\text{SO}_2) \hat{a} 2.40 (S_{GC})$$

**7.6** El azufre total emitido por el Complejo Procesador de gas,  $S_E$ , en toneladas por día, se determina por la relación:

$$S_E = S_{IN} \hat{a} S_R$$

Donde:  $S_{IN}$  es el azufre total contenido en la carga de gas y condensados amargos que entran al Complejo Procesador de gas; se determina según el numeral 7.6.1, en t/d (ver diagrama anexo I)

$S_R$  es el azufre recuperado; se determina según el inciso 7.6.2 de esta norma, en t/d (ver diagrama anexo I).

El porcentaje de emisión total diario por complejo procesador de gas se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Emis. Tot. Diario} = \frac{SE \cdot 100}{S_{IN}}$$

Donde: **SE**: Es la emisión total en toneladas por día que emite el complejo procesador de gas.

**S<sub>IN</sub>**: Es el azufre total en el gas y condensados amargos que entra al complejo procesador de gas por día.

**%Emis. Tot. Diario**: Es el porcentaje de emisión por complejo diario.

El promedio mensual del porcentaje de emisión total diario por complejo procesador de gas se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Prom. Mes \%Emis.Tot. Diario} = \frac{\sum_{n=1}^n \%Emis.Tot. Diario}{n}$$

Donde: **n**: Número de días en el mes calendario.

**%Emis.Tot.Diario**: Es el porcentaje de emisión por complejo diario.

**Prom.Mes %Emis.Tot.Diario**: Es el promedio mensual del porcentaje de emisión por complejo diario.

Para la obtención del promedio mensual de la emisión total de azufre a la atmósfera señalado en el numeral 5.3, no se consideran los valores de las lecturas obtenidas durante las siguientes condiciones:

- Contingencias que impliquen la salida de operación del sistema de reducción de emisiones, operaciones de paro de la planta recuperadora, mantenimiento y cambios de catalizador, así como operaciones de estabilización durante el arranque de la planta, siempre que no excedan de 360 horas en un periodo de año calendario.
- Reparación mayor de las plantas recuperadoras de azufre, siempre que no excedan de 90 días naturales en un periodo de 2 años.
- En caso de paros o fallas en las plantas desulfuradoras y recuperadoras de azufre por causas no previstas en la presente norma.

**7.6.1** Para determinar el azufre total, **S<sub>IN</sub>**, que ingresa al complejo procesador de gas, se procede de la siguiente manera: Se determina el flujo másico de gas y condensados amargos, así como el contenido de

H<sub>2</sub>S, base húmeda, en cada una de estas corrientes por el método de cromatografía de gases y/o equipos con elementos primarios sensibles (cintas impregnadas con acetato de plomo o infrarrojo) de acuerdo a lo señalado en la tabla 2, el valor de flujo másico se multiplica por el contenido de azufre (ver diagrama anexo I).

**7.6.2** La cantidad de Azufre recuperado, **S<sub>R</sub>**, se determina cada 24 horas por medición directa en la fosa de almacenamiento de azufre líquido, utilizando un sistema de medición de nivel electrónico o manual; se toma en cuenta la geometría de la fosa, la temperatura y la densidad de acuerdo a la tabla 2 de métodos de prueba y su frecuencia, para el cálculo en toneladas por día y se suma el total del peso del azufre extraído, en ese mismo período para su comercialización; este último se determina mediante básculas calibradas (ver diagrama anexo I). Si en una planta desulfuradora se cuenta con varias plantas recuperadoras de azufre, **S<sub>R</sub>** se sustituye por la suma de la cantidad de azufre recuperado en cada una de las diversas plantas.

**7.7** El azufre emitido (toneladas) se calcula diariamente mediante la ecuación del inciso 7.6 y se registra en bitácora; la emisión mensual promedio se calculará en los primeros cinco días naturales del mes calendario siguiente al mes de emisión, para compararse con lo establecido en el numeral 5.3.

**7.8** Los responsables deben informar en la sección correspondiente de la Cédula de Operación Anual lo siguiente:

**7.8.1** La emisión total anual de bióxido de azufre obtenida a partir de la relación (**S<sub>IN</sub> ÷ S<sub>R</sub>**) Æ 2, así como los valores anualizados de **S<sub>IN</sub>** y **S<sub>R</sub>**.

**7.8.2** La eficiencia promedio anual del sistema de control de cada instalación se calcula utilizando los promedios trimestrales. Asimismo, deben anexar a la Cédula de Operación Anual copia de la memoria de cálculo de dichos promedios.

## 8. Procedimiento para la evaluación de la conformidad

**8.1** La evaluación de la conformidad será realizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente o las unidades de verificación acreditadas y aprobadas en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. La Secretaría reconocerá únicamente los dictámenes emitidos por la unidad de verificación, misma que podrá auxiliarse con informes basados en resultados expedidos por laboratorios acreditados y aprobados de conformidad con las disposiciones de la ley en la materia a partir de 2016.

**8.2** La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente o las unidades de verificación a cargo de la evaluación de la conformidad verificará que en la bitácora esté registrada toda la información requerida en los numerales 6.1.1, 6.1.2 y 6.1.3 de la presente Norma.

**8.3** La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente o las unidades de verificación a cargo de la evaluación de la conformidad verificarán que los análisis, mediciones y cálculos se han llevado a cabo siguiendo lo establecido en la presente Norma.

**8.4** Se verificará la memoria de cálculo de la recuperación de azufre diaria y los promedios mensuales de porcentaje de emisión de azufre por complejo, así también se verificará que se cumple con lo establecido en el numerales 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4 de la presente Norma.

**8.5** Una vez concluida la verificación, la entidad a cargo de la evaluación de la conformidad levantará un acta con letra legible, sin tachaduras y asentando con toda claridad los hechos encontrados.

**8.6** Se verificará la instalación y operación de los EMCE, de acuerdo a lo establecido en el numeral 6.2; también se verificarán los avisos referidos en los numerales 6.3 y 6.4 si se dieron las condiciones referidas en dichos numerales.

## 9. Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales

Esta Norma no coincide con ninguna norma o lineamiento internacional, por no existir al momento de la emisión de la misma.

## 10. Bibliografía

**10.1** NMX-Z-013/1-1977, "Guía para la redacción, estructuración y presentación de las normas mexicanas", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 1977.

**10.2** Aviso por el que se da a conocer al público en general el Instructivo para obtener la Licencia Ambiental Única y el Formato de Solicitud de Licencia Ambiental Única para Establecimientos Industriales de Jurisdicción Federal y el Formato de Cédula de Operación Anual. Diario Oficial de la Federación, 18 de enero de 1999.

**10.3** Code of Federal Regulation.- Title 40 CFR Part 60 Subpart LLL Standards of Performance for Onshore Natural Gas Processing: SO<sub>2</sub> Emissions (Código de Regulación Federal.- Título 40 CFR Parte 60 Subparte LLL Estándares de Desempeño para el procesamiento de gas natural en tierra.- Emisiones de SO<sub>2</sub>, Regulación de Estados Unidos de Norteamérica).

**10.4** Code of Federal Regulations, Title 40 CFR Part 60 Appendix A Method 1 Sample and Velocity Traverses for Stationary Sources. (Código de Regulación Federal.- Título 40 CFR Parte 60 Apéndice A Muestreo y pruebas de Velocidad en Fuentes Estacionarias.- Regulación de Estados Unidos de Norteamérica).

**10.5** Code of Federal Regulations, Title 40 CFR Part 60 Appendix A Method 6c Determination of Sulfur Dioxide from Stationary Sources (Instrumental Analyzer Procedure). (Código de Regulación Federal.- Título 40 CFR Parte 60 Apéndice A Método 6c Determinación de Bióxido de Azufre de Fuentes Estacionarias, procedimiento de análisis instrumental.- Regulación de Estados Unidos de Norteamérica).

**10.6** Code of Federal Regulations, Title 40 CFR Part 60 Appendix B Performance Specification 2.- Specifications and test procedures for SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> continuous Emission Monitoring Systems in stationary sources. (Código de Regulación Federal.- Título 40 CFR Parte 60, Apéndice B, Especificaciones de desempeño 2. Especificaciones y métodos de prueba de SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> del Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones en Fuentes Estacionarias.- Regulación de Estados Unidos de Norteamérica).

**10.7** Code of Federal Regulations, Title 40 CFR Part 60 Appendix B Performance Specification 6.- Specifications and test procedures for continuous emission rate Monitoring Systems in stationary sources. (Código de Regulación Federal.- Título 40 CFR Parte 60 Apéndice B, Especificaciones de Desempeño 6.- Especificaciones y métodos de prueba para la tasa de emisión continua del Sistema de Monitoreo en Fuentes estacionarias.- Regulación de Estados Unidos de Norteamérica).

**10.8** Code of Federal Regulations, Title 40 CFR Part 60 Appendix F.- Quality Assurance Procedures. Procedure 1 Quality Assurance Requirements for Gas Continuous Emission Monitoring Systems used for Compliance Determination. (Código de Regulación Federal.- Título 40 CFR Parte 60 Apéndice F, Procedimientos de calidad para los Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones de Gas usadas para la determinación del Cumplimiento.- Regulación de Estados Unidos de Norteamérica).

**10.9** ASTM D1945-10 Standard test method for analysis of natural gas by gas chromatography (Método de prueba para el análisis del gas natural por cromatografía).

**10.10** ASTM D4468-11 Standard test method for total sulfur in gaseous fuels by hydrogenolysis and rateometric colorimetry (Método de prueba para determinar azufre total en combustibles gaseosos por hidrogenólisis y colorimetría).

## 11. Observancia de esta Norma

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente vigilará el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana. El incumplimiento será sancionado conforme a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y los demás ordenamientos jurídicos aplicables.

## TRANSITORIOS

**PRIMERO.-** La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los 60 días naturales posteriores a su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

**SEGUNDO.-** Las plantas desulfuradoras de gas amargo y condensados amargos existentes y nuevas con capacidad de diseño de 5 a 100 toneladas por día, contarán con un plazo de tres años, contados a partir de la entrada en vigor de esta Norma, para cumplir con las especificaciones de la misma.

México, Distrito Federal, a los veintinueve días del mes de enero de dos mil catorce.- El Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, **Cuauhtémoc Ochoa Fernández**.- Rúbrica.

**TABLA 2.- MÉTODOS DE PRUEBA Y FRECUENCIA DE MEDICIÓN.**

| Parámetros                                                                        | Método o norma de referencia | Métodos análogos                                                                  | Técnicas analíticas generales                                                          | Frecuencia                        | Referencia en numerales de la NOM |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>GAS Y CONDENSADOS AMARGOS</b>                                                  |                              |                                                                                   |                                                                                        |                                   |                                   |
| <b>Flujo volumétrico de gas amargo y flujo volumétrico de condensados amargos</b> | NA                           | 1. AGA reporte 1, 2 y 3<br>2. NR 081, 083 y NRF 240<br>3. API 14 reporte 1, 2 y 3 | 1. Acumulado diario generado por el sistema de medición utilizado en el balance diario | Cada 24 horas<br>Acumulado diario | 6.1.1                             |

|                                                                                                                                     |    |                                      |                                                                                            |                               |                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
|                                                                                                                                     |    |                                      | 2. Placa de orificio                                                                       |                               |                            |
| Flujo másico de gas amargo y flujo másico de condensados amargos                                                                    | NA | NA                                   | Determinado a partir del flujo volumétrico de gas amargo con memoria de cálculo            | Cada 24 horas                 | 7.6.1                      |
| Concentración %mol de H2S en corriente de gas amargo y concentración %mol de H2S en corriente de condensados amargos en base húmeda | NA | 1. ASTM D4468-11<br>2. ASTM D1945-10 | 1. Cromatografía de gases<br>2. Equipos con elementos primarios sensibles<br>3. Infrarrojo | Cada 24 horas promedio diario | 6.1.1 y 7.6.1              |
| Flujo volumétrico de gas amargo y flujo volumétrico de condensados amargos enviados al quemador de fosa                             | NA | NA                                   | Balance de materiales con memoria de cálculo                                               | Cada 24 horas                 | 6.1.2                      |
| <b>GAS ACIDO</b>                                                                                                                    |    |                                      |                                                                                            |                               |                            |
| Flujo volumétrico de gas ácido                                                                                                      | NA | 1. AGA reporte 3<br>2. ISO 5167      | 1. Tubo Pitot<br>2. Placa de orificio o equivalente                                        | Cada 24 horas                 | 6.1.1 y 7.2                |
| Concentración %mol de H2S en corriente de gas ácido en base húmeda (1)                                                              | NA | ASTM D1945-10                        | Cromatografía de gases y conductividad térmica                                             | Cada 24 horas promedio diario | 5.2(1), 6.1.1, 6.1.2 y 7.2 |

|                                                |    |    |                                              |               |       |
|------------------------------------------------|----|----|----------------------------------------------|---------------|-------|
| Flujo de gas ácido enviado al quemador elevado | NA | NA | Balance de materiales con memoria de cálculo | Cada 24 horas | 6.1.2 |
|------------------------------------------------|----|----|----------------------------------------------|---------------|-------|

| Parámetros                                                 | Método o norma de referencia | Métodos análogos                     | Técnicas analíticas generales   | Frecuencia    | Referencia en numerales de la NOM |
|------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| <b>GAS DE COLA</b>                                         |                              |                                      |                                 |               |                                   |
| Flujo de gas ácido                                         | NA                           | 1. AGA reporte 3<br>2. ISO 5167      | Placa de orificio o equivalente | Cada 24 horas | 6.1.1                             |
| Flujo total de aire que entra a la planta recuperadora     | NA                           | 1. ISO 5167                          | Placa de orificio o equivalente | Cada 24 horas | 7.3                               |
| Concentración %mol de compuestos de azufre (H2S, COS, CS2) | NA                           | 1. ASTM D4468-11<br>2. ASTM D1945-10 | Cromatografía de gases (2)      | Cada 24 horas | 6.1.1 y 7.3                       |

|                                                                          |                                       |                 |                                                                                                                                         |                               |               |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------|
| y SO <sub>2</sub> ) en la corriente de gas de cola en base húmeda        |                                       |                 |                                                                                                                                         | promedio diario               |               |
| Contenido de nitrógeno del aire en base húmeda %mol de nitrógeno         | NA                                    | NA              | Constante equivalente a 79% mol                                                                                                         | Cada 24 horas                 | 7.3           |
| <b>AZUFRE RECUPERADO</b>                                                 |                                       |                 |                                                                                                                                         |                               |               |
| Peso de azufre recuperado (t/d)                                          | NA                                    | NA              | Báscula calibrada                                                                                                                       | Cada 24 horas                 | 6.1.1 y 7.6.2 |
| Medición directa nivel de azufre en fosas                                | NA                                    | NA              | Medición de nivel (dispositivo electrónico o manual)                                                                                    | Cada 24 horas                 | 6.1.1 y 7.6.2 |
| Densidad de azufre recuperado                                            | NA                                    | NA              | Se calcula un factor en el arranque de planta y se usa como constante se incluye memoria de cálculo                                     | Cada 24 horas                 | 7.6.2         |
| Temperatura del azufre en fosas                                          | NA                                    | NA              | Termopar calibrado                                                                                                                      | Cada 24 horas                 | 7.6.2         |
| <b>EMISIÓN DE BIOXIDO DE AZUFRE</b>                                      |                                       |                 |                                                                                                                                         |                               |               |
| Flujo volumétrico de los gases a la salida del oxidador                  | NMX-AA-009-SCFI-1993                  | NA              | Presión diferencial en un tubo pitot                                                                                                    | Cada 24 horas                 | 6.1.2 y 6.2.2 |
| Concentración de bióxido de azufre en los gases a la salida del oxidador | 1. NMX-AA-055-1979 2. NMX-AA-056-1980 | MÉTODO 6C USEPA | Espectroscopia de absorción en ultravioleta no dispersivo o equivalente                                                                 | Cada 24 horas promedio diario | 6.1.2 y 6.2.2 |
| Emisión másica de bióxido de azufre                                      | NA                                    | MÉTODO 6C USEPA | Determinada mediante las variables de flujo y concentración de bióxido de azufre en chimenea del oxidador se incluye memoria de cálculo | Cada 24 horas promedio diario | 6.1.2 y 7.5   |
| Temperatura en la cámara de combustión del oxidador térmico              | NA                                    | Termo par       |                                                                                                                                         | Cada 24 horas                 |               |

**ANEXO I.- CONTROL DE EMISIONES DE COMPUESTOS DE AZUFRE EN LOS CENTROS PROCESADORES DE GAS**

