

**PROYECTO de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-1994, Contaminación atmosférica-Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.**

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

SANDRA DENISSE HERRERA FLORES, Subsecretaria de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Presidenta 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, XII y XIII, 36, 37, 111 fracción III, 113 y 171 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 38 fracción II, 40 fracción X, 43, 44, 47 y 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 8 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y

#### CONSIDERANDO

Que con fecha 2 de diciembre de 1994 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la Norma Oficial Mexicana NOM-085-ECOL-1994, Contaminación atmosférica- para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión. A su vez, la citada norma fue modificada mediante acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11 de noviembre de 1997.

Que con fecha 23 de abril de 2003 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo por el cual se reforma la nomenclatura de las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales identificadas con las siglas "ECOL" y "RECENAT" identificándose en lo sucesivo bajo las siglas "SEMARNAT", el cual incluye la citada Norma Oficial Mexicana.

Que la citada norma fue inscrita en el Programa Nacional de Normalización 2008 con objeto de actualizar los niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera de los equipos de combustión de calentamiento indirecto nuevos, establecer precisiones técnicas referentes a los métodos analíticos y frecuencia de medición, e incluir el Procedimiento de Evaluación de la Conformidad.

Que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de sus unidades administrativas encargadas de llevar el seguimiento y la vigilancia del cumplimiento de la norma oficial mexicana en cuestión han encontrado y también han recibido de los destinatarios de las mismas algunas deficiencias en su aplicación, por lo que para darle mayor operatividad a la norma en comento, el Grupo de Trabajo llegó a lo siguiente: **a)** Eliminar las especificaciones relativas a equipos de calentamiento directo, toda vez que éstos deben normarse en función de sus características específicas y la norma aplicaba únicamente en bióxido de azufre a aquellos equipos que emiten sólo el azufre proveniente del combustible, **b)** Eliminar los conceptos de niveles regionales y certificados de emisión cuya aplicación, en su caso, sería objeto de otras disposiciones de acuerdo con la LGEEPA; **c)** Eliminar el parámetro de exceso de aire en virtud de que no es un contaminante y sustituirlo por monóxido de carbono (CO); **d)** Revisar los niveles máximos permisibles de emisión de SO<sub>2</sub> de las fuentes mayores ubicadas en las zonas críticas del país que se señalan en esta norma, toda vez que en estas zonas se llegan a presentar altas concentraciones de ese contaminante y **e)** Simplificar la redacción de la norma vigente para mayor claridad.

Que con base en lo anterior, y de conformidad con lo establecido en el artículo 28 fracción I del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se consideró necesario modificar el título de la Norma en cuestión quedando en los siguientes términos: Proyecto de modificación de la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-085-SEMARNAT-2008, Contaminación Atmosférica-Niveles Máximos Permisibles de Emisión de los Equipos de Combustión de Calentamiento indirecto y su medición.

Que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales en sesión de fecha 13 de noviembre de 2008 aprobó el Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-1994, Contaminación atmosférica- Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión, por lo que en cumplimiento a lo establecido en el artículo 47 fracción I

de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización se ordena la publicación en el Diario Oficial de la Federación del citado Proyecto, para que dentro del plazo de 60 días naturales contados a partir de la fecha de su publicación, los interesados envíen 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 [cgarciamoreno@semarnat.gob.mx](mailto:cgarciamoreno@semarnat.gob.mx) para que en los términos de la citada Ley sean considerados.

Que durante el plazo mencionado la Manifestación de Impacto Regulatorio a que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, estará a disposición de los interesados en el domicilio del Comité antes señalado.

Por lo expuesto y fundado he tenido a bien expedir para consulta pública el siguiente:

**PROYECTO DE MODIFICACION DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-085-SEMARNAT-1994, CONTAMINACION ATMOSFERICA-PARA FUENTES FIJAS QUE UTILIZAN COMBUSTIBLES FOSILES SOLIDOS, LIQUIDOS O GASEOSOS O CUALQUIERA DE SUS COMBINACIONES, QUE ESTABLECE LOS NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION A LA ATMOSFERA DE HUMOS, PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES, BIOXIDO DE AZUFRE Y OXIDOS DE NITROGENO Y LOS REQUISITOS Y CONDICIONES PARA LA OPERACION DE LOS EQUIPOS DE CALENTAMIENTO INDIRECTO POR COMBUSTION, ASI COMO LOS NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION DE BIOXIDO DE AZUFRE EN LOS EQUIPOS DE CALENTAMIENTO DIRECTO POR COMBUSTION**

Para quedar como:

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-085-SEMARNAT-2008, CONTAMINACION ATMOSFERICA-NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION DE LOS EQUIPOS DE COMBUSTION DE CALENTAMIENTO INDIRECTO Y SU MEDICION**

**PREFACIO**

En la elaboración del Proyecto de Modificación de la Norma participaron especialistas de las siguientes instituciones:

- Asociación Nacional de la Industria Química, A.C.
- Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y del Papel
- Cámara Nacional de la Industria de Aceites, Grasas, Jabones y Detergentes
- Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero
- Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas
- Cámara Nacional del Cemento
- Cámara Minera de México
- Cámara Nacional de la Industria de la Cerveza y la Malta
- Cámara Nacional de la Industria de la Transformación
- CEMEX México
- Comisión Federal de Electricidad
  - Gerencia de Protección Ambiental
- Confederación Patronal de la República Mexicana
- Consejo Mundial de Energía, Capítulo México, A.C.
- Gobierno del Distrito Federal
  - Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire, SMA
- Iniciativa GEMI A.C.
- Petróleos Mexicanos
  - Dirección Corporativa de Operaciones
  - Instituto Mexicano del Petróleo
  - PEMEX–Gas y Petroquímica Básica
  - PEMEX–Exploración y Producción
  - PEMEX–Petroquímica
  - PEMEX–Refinación
- Secretaría de Energía
- Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
  - Instituto Nacional de Ecología
  - Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
  - Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental
  - Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental

## **Contenido**

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

### Transitorios

#### **1. Objetivo**

Establecer los niveles máximos permisibles de emisión de humo, partículas, monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) de los equipos de combustión de calentamiento indirecto que utilizan combustibles convencionales o sus mezclas, con el fin de proteger la calidad del aire.

#### **2. Campo de Aplicación**

Es de observancia obligatoria para las personas físicas o morales responsables de las fuentes fijas de jurisdicción federal y local que utilizan equipos de combustión de calentamiento indirecto con combustibles convencionales en la industria, comercios y servicios.

No aplica en los siguientes casos: Equipos con capacidad térmica nominal menor a 530 megajoules por hora (≈15 CC), equipos domésticos de calefacción y calentamiento de agua y equipos de relevo. Tampoco aplica para el caso en que se utilicen biocombustibles.

#### **3. Referencias**

NMX-AA-009/1993-SCFI, Contaminación atmosférica-Fuentes fijas-Determinación de flujo de gases en un conducto por medio del Tubo de Pitot, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 27 de diciembre de 1993.

NMX-AA-10-SCFI-2001, Contaminación atmosférica-Fuentes fijas-Determinación de la emisión de partículas contenidas en los gases que fluyen por un conducto-Método isocinético, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 18 de abril de 2001.

NMX-AA-035-1976, Determinación de bióxido de carbono, monóxido de carbono y oxígeno en los gases de combustión, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de junio de 1976.

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

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

NMX-AA-114-1991 "Contaminación atmosférica-fuentes fijas-Determinación de la densidad del humo en los gases de combustión que fluyen por un conducto o chimenea-Método del número de mancha" publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de noviembre de 1991.

Anexos 1 y 2 de la NOM-098-SEMARNAT-2002, Protección ambiental-Incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes, publicada en el DOF del 1 de octubre

de 2004: Anexo 1. Especificaciones y procedimientos de prueba para sistemas de monitoreo continuo de emisiones (SMCE) de monóxido de carbono (CO) y Anexo 2 Determinación de emisiones de óxidos de nitrógeno en fuentes fijas (procedimiento de análisis instrumental).

NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI, Especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de enero de 2006.

NOM-001-SECRE-2003, Calidad del gas natural, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de marzo de 2004.

#### 4. Definiciones

Para efectos de la presente norma se aplicarán las definiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las 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 y las siguientes:

**4.1 Capacidad térmica nominal de un equipo de combustión de calentamiento indirecto:** la capacidad de generación de calor aprovechable especificada por el fabricante en una placa adherida al mismo o en las especificaciones, o en los manuales de operación y mantenimiento.

**4.2 Combustibles convencionales:** Aquellos que están disponibles comercialmente en el país: gas natural y gas LP, diesel industrial y gasóleo, combustóleo, coque de petróleo y carbón mineral en todas sus variedades.

**4.3 Emisión ponderada:** el valor que resulta de promediar las emisiones contaminantes de los equipos de combustión de calentamiento indirecto de una fuente fija en función del volumen de gases de combustión o de su capacidad térmica nominal.

**4.4 Emisión Potencial Máxima de SO<sub>2</sub>:** emisión estequiométrica de SO<sub>2</sub> que tendría un equipo de combustión de calentamiento indirecto operando con un combustible determinado durante todo un año, sin control de emisiones. Se calcula para el combustible utilizado que tenga el mayor contenido de azufre.

**4.5 Equipos de combustión de calentamiento indirecto:** aquellos en que el calor generado se transfiere a través de los gases de combustión, los cuales no entran en contacto directo con los materiales del proceso, como son: las calderas, generadores de vapor, calentadores de aceite térmico u otro tipo de fluidos y los hornos y secadores a base de sistemas de calentamiento indirecto.

**4.6 Equipo de combustión existente:** el instalado antes de la entrada en vigor de la presente norma. Los equipos de combustión de calentamiento indirecto que a la fecha de entrada en vigor de la presente norma se encuentren en fase de construcción se considerarán como existentes.

**4.7 Equipo de combustión nuevo:** el instalado por primera vez en una fuente fija, en fecha posterior a la entrada en vigor de la presente norma.

**4.8 Equipo de relevo:** equipo de combustión que se usa para sustituir a otro, principalmente en casos de mantenimiento o servicio y que opera en forma esporádica hasta 36 días naturales en un año calendario.

**4.9 Fuente Fija:** Es toda instalación establecida en un solo lugar, que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

**4.10 Humo:** mezcla visible en el aire de pequeñas partículas y gases, resultante de la combustión de una sustancia.

**4.11 Número de mancha:** número en una escala patrón cuya tonalidad es equivalente a la que se obtiene al hacer pasar por un papel filtro el humo producido en un equipo de combustión.

**4.12 Opacidad:** interferencia al paso de la luz que producen el humo y vapores de la combustión, tanto en el interior de una chimenea como en la pluma que se desfoga a la atmósfera.

**4.13 Operación de arranque del equipo de combustión:** Periodo inicial de encendido de los quemadores hasta la estabilización de la temperatura en la cámara de combustión.

**4.14 Operación de soplado:** la limpieza programada o periódica de los tubos de una caldera con el fin de eliminar el hollín depositado en ellos.

**4.15 Pluma:** forma visible que adquiere la emisión de una chimenea debido a partículas, vapores, gases o humo.

**4.16 PROFEPA:** Procuraduría Federal de Protección al Ambiente;

**4.17 Secretaría:** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

**4.18 Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones o SMCE:** equipo para determinar la concentración de uno o varios contaminantes en una matriz de manera continua, así como otros parámetros. Comprende la toma, acondicionamiento y análisis de la muestra y el registro permanente de los resultados.

**4.19 Resto del país (RP):** Para efectos de esta norma oficial mexicana, es toda la extensión territorial nacional excluyendo las Zonas Críticas.

**4.20. Zonas Críticas (ZC):** aquellas en las que por sus condiciones topográficas y meteorológicas se dificulte la dispersión o se registren altas concentraciones de contaminantes a la atmósfera; se consideran zonas críticas las zonas metropolitanas indicadas en los incisos 4.20.1 a 4.20.3 y además, aquellas regiones y centros de población listados en los numerales 4.20.4 a 4.20.9.

**4.20.1 Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG):** El área integrada por los siguientes municipios del Estado de Jalisco: Guadalajara, Ixtlahuacán del Río, Tlaquepaque, Tonalá, Zapopan y Zapotlanejo.

**4.20.2 Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM):** El área integrada por los siguientes municipios del Estado de Nuevo León: Apodaca, Escobedo, Guadalupe, Juárez, Monterrey, San Nicolás de los Garza, San Pedro Garza García y Santa Catarina.

**4.20.3 Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM):** Para efectos de esta norma es el área integrada por las 16 Delegaciones Políticas del Distrito Federal y los siguientes 17 municipios del Estado de México: Atizapán de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlán de Romero Rubio, Cuautitlán Izcalli, Chalco de Covarrubias, Chimalhuacán, Ecatepec, Huixquilucan, Ixtapaluca, La Paz, Naucalpan de Juárez, Nezahualcóyotl, San Vicente Chicoloapan, Nicolás Romero, Tecámac, Tlalnepantla y Tultitlán.

**4.20.4 Corredor industrial Coatzacoalcos - Minatitlán:** municipios de Coatzacoalcos, Minatitlán, Ixhuatlán del Sureste, Cosoleacaque y Nanchital, en el Estado de Veracruz.

**4.20.5 Corredor Irapuato-Celaya-Salamanca:** municipios de Celaya, Irapuato, Salamanca y Villagrán, en el Estado de Guanajuato.

**4.20.6 Corredor industrial Tula-Vito-Asasco:** municipios de Tula de Allende, Tepeji de Ocampo, Tlahuelilpan, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tlaxcoapan y Apaxco, en los estados de Hidalgo y de México.

**4.20.7 El corredor industrial de Tampico-Madero-Altamira:** municipios de Tampico, Altamira y Cd. Madero, en el Estado de Tamaulipas.

**4.20.8 El Municipio de Ciudad Juárez en el Estado de Chihuahua.**

**4.20.9 El área integrada por los municipios de Tijuana y Rosarito en el Estado de Baja California.**

## **5. Especificaciones**

**5.1** Los niveles máximos permisibles de emisión de humo, partículas, monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) de los equipos de combustión de calentamiento indirecto existentes se establecen en la Tabla 1 de la presente Norma Oficial Mexicana, en función de la capacidad térmica nominal del equipo, del tipo de combustible y de la ubicación de la fuente fija.

**5.2** Todo equipo de combustión nuevo deberá cumplir con los niveles máximos permisibles de emisión consignados en la Tabla 2.

**5.3** Los responsables de las fuentes fijas referidas en esta Norma Oficial Mexicana deben llevar la bitácora de operación y mantenimiento de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y de control de emisiones, ya sea en formato impreso o electrónico.

La bitácora debe estar disponible para su revisión por la autoridad ambiental en el ámbito de su competencia y debe tener como mínimo la siguiente información: Nombre y especificaciones generales de los equipos de combustión, de control de emisiones y de medición de contaminantes, en su caso. En los registros diarios se anotará: fecha, turno, consumo y tipo de combustible, porcentaje de carga a que operó el equipo, temperatura de los gases de chimenea.

**5.4** Las fuentes fijas en que se instalen por primera vez equipos de combustión mayores de 1 000 GJ/h que utilicen combustibles con un contenido de azufre mayor de 1% deben contar con Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones para medir SO<sub>2</sub> y la opacidad de la pluma.

**5.5** En caso de utilizar equipos o sistemas de control de emisiones para cumplir los niveles de emisión de las Tablas 1 y 2, dichos sistemas deben operar al menos el 90% del tiempo total de operación en un año calendario de los equipos de combustión.

## **6. Métodos de prueba**

**6.1** La medición de las emisiones de partículas, monóxido de carbono, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno debe realizarse con la frecuencia y bajo las condiciones que se indican en la Tabla 3 y con los métodos a que se refiere la Tabla 4 de esta Norma Oficial Mexicana o un método alternativo previa autorización de la Secretaría mediante Trámite inscrito en el Registro Federal de Trámites y Servicios como SEMARNAT 05-005-A o SEMARNAT 05-005-B.

**6.2** Las mediciones de número de mancha, CO, partículas, NO<sub>x</sub>, y SO<sub>2</sub> para comprobar el cumplimiento de la norma, deben ser realizadas por laboratorios acreditados y aprobados en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Los resultados y/o informes de los análisis deben estar disponibles para su revisión por parte de la autoridad ambiental.

**6.3** Los métodos analíticos indicados para los contaminantes gaseosos miden directamente su concentración en los gases de combustión, en partes por millón ppm; el método isocinético para partículas mide su concentración en mg/m<sup>3</sup>. En forma simultánea se debe medir el flujo de gases en la chimenea, Φ, así como la concentración de O<sub>2</sub> para corregir los resultados a las condiciones de referencia de 25°C, 1 Atm y 5% de O<sub>2</sub>, base seca. En la Tabla 6 se encuentran los factores de conversión para pasar de ppm a unidades de mg/m<sup>3</sup>.

**6.4** Para determinar la emisión de un contaminante en 1 hora (g/h), a partir de su concentración y el flujo de gases en chimenea medidos se utiliza la ecuación 1:

$$\text{Ec (1)} \quad E_i \text{ (g/h)} = C_i \text{ (g/m}^3\text{)} \Phi \text{ (m}^3\text{/h)},$$

donde: E es la emisión del contaminante i-ésimo, en g/h

C es la concentración de dicho contaminante, en g/m<sup>3</sup>

Φ es el flujo de gases de combustión en la chimenea, medido en condiciones de referencia, en m<sup>3</sup>/h.

Para calcular la emisión del contaminante en g/GJ a partir de la concentración en condiciones de referencia y base seca, se utiliza la ecuación 2:

$$\text{Ec (2)} \quad E_i \text{ (g/GJ)} = C_d \text{ (g/ m}^3\text{)} F_d \text{ (m}^3\text{/GJ)}$$

donde: E<sub>i</sub> es la emisión en g/GJ del contaminante i

C<sub>d</sub> es la concentración del contaminante en g/m<sup>3</sup>

F<sub>d</sub> es el volumen de productos de la combustión por unidad de energía en el combustible, m<sup>3</sup>/GJ en condiciones de referencia y base seca (Tabla 5)

Si se conoce el consumo de combustible en kg/h, es posible determinar el flujo de gases de chimenea utilizando la ecuación 3:

$$\text{Ec (3)} \quad \Phi \text{ (m}^3\text{/h)} = q H F_d$$

donde: Φ es el flujo de gases de combustión en m<sup>3</sup>/h, en condiciones de referencia,

q es el consumo de combustible (kg/h),

H es el poder calorífico del combustible (GJ/kg) y

F<sub>d</sub> se obtiene de la Tabla 5.

**6.5** En el caso de análisis instrumentales, en que una muestra se extrae de la chimenea y se pasa por un analizador, se deberá muestrear y tomar lecturas durante al menos una hora con el fin de obtener valores promedio representativos, con el equipo de combustión en condiciones normales de operación. Para obtener los promedios se deben tomar lecturas a intervalos iguales durante el tiempo que dure la corrida, con un mínimo de 60 lecturas.

**6.6** En equipos menores a 1 000 GJ/h las emisiones de SO<sub>2</sub> se pueden determinar mediante análisis en chimenea o a través de factores de emisión o balance de masas.

Para estimar la emisión total de SO<sub>2</sub>, se considera que las emisiones de SO<sub>2</sub> son directamente proporcionales a la cantidad de combustible que se consume y al contenido de azufre en él, de acuerdo a la ecuación 4:

$$\text{Ec. (4): } E(\text{SO}_2) = 2 \cdot (V_C) \cdot (\%S/100),$$

donde: E(SO<sub>2</sub>) es la Emisión estimada de SO<sub>2</sub>, en kg/unidad de tiempo

V<sub>C</sub> es la cantidad de combustible consumido en la unidad de tiempo; se expresa en unidades de masa (kg) por unidad de tiempo (hora, día, mes, año)

%S es el porcentaje de azufre en el combustible.

**6.7** Los SMCE para determinación de SO<sub>2</sub> y de opacidad en equipos nuevos mayores de 1000 GJ/h deben poder realizar mediciones y calcular y almacenar promedios de lecturas en tiempos preestablecidos, por ejemplo cada hora. Durante el tiempo de operación del equipo de combustión se debe contar con al menos un 75% de datos validados. La operación de los SMCE debe apegarse a las prácticas de calidad previstas en su manual de operación y calibración.

**6.8** Los valores máximos establecidos en las Tablas 1 y 2 de la presente Norma Oficial Mexicana podrán ser rebasados en eventos como los que se mencionan a continuación,

- operaciones de arranque de los equipos de combustión
- operaciones de soplado que requieren ciertos equipos, de acuerdo a especificaciones del fabricante
- operaciones de equipo de relevo
- desajuste o malfuncionamiento de los quemadores.
- paro, malfuncionamiento o mantenimiento de equipo de control de emisiones, en su caso.

Dichos eventos deben ser registrados en la bitácora, así como su duración; la duración total no podrá ser mayor del 10% de las horas efectivas de operación de los equipos en un año calendario.

**6.9** Cuando un equipo de combustión utilice simultáneamente varios combustibles, su emisión debe compararse con la del combustible que tenga el valor más elevado de nivel máximo permisible de emisión de entre los diversos tipos de combustibles utilizados, como se indica en la Tabla 7:

Tabla 7

Combustibles utilizados	NMPE* correspondiente
Gas/líquido	Líquido
Gas/sólido	Sólido
Líquido/sólido	Líquido
Gas/líquido/sólido	Líquido

\* Nivel máximo permisible de emisión

**6.10** Cuando en una fuente fija se tengan dos o más equipos de combustión que utilicen al menos dos combustibles diferentes se podrán sujetar a los niveles máximos permisibles de las Tablas 1 o 2, según aplique, o ponderar la emisión de los contaminantes con base en la medición de su concentración en los gases de combustión y el flujo de éstos en cada uno de los equipos. Para ello se aplica la ecuación (5) para cada contaminante (partículas, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y CO):

**Ec. (5):** 
$$C_p = \frac{C_1 \cdot \phi_1 + C_2 \cdot \phi_2 + \dots + C_n \cdot \phi_n}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_n}$$

donde: **C<sub>p</sub>** es la Emisión ponderada expresada en unidades de concentración, por ejemplo ppm o mg/m<sup>3</sup>,

**C<sub>i</sub>** es la Concentración medida en cada equipo de combustión, expresada en las mismas unidades

**φ<sub>i</sub>** es el Flujo de gases medido en chimenea, en condiciones de referencia (1 Atm, 25°C, base seca y 5% O<sub>2</sub>) en m<sup>3</sup>/min

**i** es un número consecutivo (1,2,...,n) que se asigna a los equipos de combustión hasta n, número total de equipos.

El resultado ponderado de las emisiones de la fuente fija se compara con el nivel máximo de emisión ponderado, que se obtiene como se indica en el numeral 6.12.

En caso de ampliaciones a plantas existentes, todos los equipos nuevos tendrán que cumplir los niveles máximos permisibles de emisión correspondientes a equipos nuevos (Tabla 2), antes de ponderar las emisiones.

**6.11** También se puede obtener la emisión ponderada de la fuente fija con base en la capacidad térmica de los equipos y el combustible utilizado, aplicando la ecuación 6:

**Ec. (6):** 
$$E_p = \frac{Q_1 E_1 + Q_2 E_2 + \dots}{Q_1 + Q_2 + \dots}$$

Donde:  $E_p$  es la emisión ponderada, expresada en g/MJ  
 $E_i$  es la emisión del equipo i-ésimo en g/MJ, que se obtiene con la ecuación 2 de esta norma, a partir de la concentración medida en cada equipo,  
 $Q_i$  es la capacidad térmica del equipo de combustión i-ésimo, expresada en MJ/h. Se obtiene de multiplicar el consumo de combustible por su poder calorífico,  
*i* es un número consecutivo (1,2,3.....,n) que se asigna a los equipos de combustión hasta n, que es el número total de equipos.

El resultado ponderado de las emisiones de la fuente fija se compara con el nivel máximo de emisión ponderado, que se obtiene como se indica en el numeral 6.12.

**6.12** El nivel máximo de emisión ponderado se obtiene aplicando la ecuación (7), que se obtiene a partir de la ecuación (6), pero con los niveles máximos permisibles de emisión correspondientes a los equipos y al combustible utilizado:

$$\text{Ec. (7): } NMPE_p = \frac{Q_1 NMPE_1 + Q_2 NMPE_2 + \dots}{Q_1 + Q_2 + \dots}$$

donde:  $NMPE_p$  es el Nivel máximo permisible de emisión ponderado por fuente fija, expresado en g/MJ  
 $NMPE_i$  es el niveles máximos permisibles de emisión del equipo i-ésimo, que se obtiene de las Tablas 1 o 2, en función de la capacidad y tipo de combustible, expresado en g/MJ,  
 $Q_i$  es la capacidad térmica del equipo de combustión i-ésimo, expresada en MJ/h. Se obtiene de multiplicar el consumo de combustible por su poder calorífico,  
*i* es un número consecutivo (1,2,3.....,n) que se asigna a los equipos de combustión hasta n, que es el número total de equipos.

## 7. Procedimiento de evaluación de la conformidad

### 7.1 Definiciones

Para los efectos de este procedimiento, se aplicarán las siguientes definiciones:

**7.1.1** Autoridad ambiental competente: La PROFEPA, los gobiernos de los estados, de los municipios y del Distrito Federal, de conformidad con sus respectivas atribuciones y competencias;

**7.1.2** Dictamen: Es el documento mediante el cual la PROFEPA o una Unidad de Verificación hace constar el grado de cumplimiento de una o varias NOM's.

**7.1.3** Evaluación de la conformidad: La determinación del grado de cumplimiento con la presente Norma Oficial Mexicana;

**7.1.4** Unidad de Verificación (U.V.): Las personas acreditadas y aprobadas en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para realizar actos de verificación.

**7.1.5** Verificación: La constatación ocular o comprobación mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio o examen de documentos que se realizan para evaluar la conformidad en un momento determinado.

### 7.2 Procedimiento

**7.2.1.** Este procedimiento es aplicable a la evaluación de la conformidad con esta Norma Oficial Mexicana, mediante la revisión de la bitácora, que incluya la medición y los análisis de las emisiones a la atmósfera (partículas, bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono).

**7.2.2** Los responsables de las fuentes fijas podrán solicitar la evaluación de la conformidad con esta Norma Oficial Mexicana a la PROFEPA o a las Unidades de Verificación, debidamente acreditadas y aprobadas en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y demás disposiciones aplicables.

### 7.3 Aspectos técnicos que se deben verificar.

La evaluación que lleve a cabo la PROFEPA o la U.V. comprenderá lo siguiente:

**a)** La revisión documental de la bitácora a que se refiere el punto 5.3 de la presente Norma Oficial Mexicana.

**b)** La revisión de los informes de resultados de los muestreos y análisis de partículas, bióxido de azufre ( $SO_2$ ), óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ), monóxido de carbono (CO) y número de mancha, para verificar que se utilizaron los métodos de prueba y de muestreo establecidos en la NOM o equivalentes y se llevaron a cabo por laboratorios acreditados y aprobados en términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Revisión de la memoria de cálculo para constatar que se cumplen los niveles máximos permisibles de emisión que correspondan de las Tablas 1 y 2.

c) En el caso de equipos nuevos mayores de 1 000 GJ/h, verificar que se cuenta con sistemas de medición continua en operación, los cuales tengan un programa de validación de las mediciones y que éstas cumplen los niveles máximos permisibles de la Tabla 2. Verificar que en la bitácora estén registradas las calibraciones, reparaciones y salidas de operación del equipo de medición.

d) En caso de utilizar equipo de control de emisiones, se debe revisar la bitácora correspondiente para constatar que el equipo de control ha operado con la eficiencia de diseño, al menos el 90% del tiempo total de operación del equipo de combustión en un año calendario.

e) Una vez realizada la verificación procederá a levantar el acta con letra legible, sin tachaduras y asentando con toda claridad los hechos encontrados.

7.4 La PROFEPA o la U.V. elaborará un dictamen, en el que se hace constar el grado de cumplimiento con la presente norma oficial mexicana. Se entregará el original y una copia a quien haya solicitado los servicios.

7.5 La PROFEPA o la Autoridad ambiental competente podrá realizar visitas de verificación con el objeto de vigilar el cumplimiento de esta norma, independientemente de los procedimientos para la evaluación de la conformidad que hubiere establecido.

## 8. Observancia de esta norma

8.1 La SECRETARÍA por conducto de la PROFEPA, así como los gobiernos del Distrito Federal, de las entidades federativas y, en su caso, de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, son las autoridades encargadas de vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

8.2. El incumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana, será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el 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 y los demás ordenamientos jurídicos que conforme a derecho procedan.

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

Esta Norma Oficial Mexicana no concuerda con ninguna norma o lineamiento internacional.

## 10. Bibliografía

USEPA Method 7 - Determination of nitrogen oxides emissions from stationary sources (Determinación de emisiones NO<sub>x</sub> de Fuentes fijas). <http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-07.pdf>

USEPA method 7e - Determination of nitrogen oxides emissions from stationary sources (instrumental analyzer procedure) (Determinación de emisiones de óxidos de nitrógeno de fuentes fijas. Método instrumental <http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/method7Er06.pdf>)

USEPA CEMS Performance Specification 1 For Opacity (Especificaciones de funcionamiento de SMCE para opacidad) <http://www.epa.gov/ttn/emc/specs/prompspec1.html>

USEPA Method 6C - SO<sub>2</sub> - Instrumental (Determinación instrumental de SO<sub>2</sub>): <http://www.epa.gov/ttn/emc/methods/method6c.html>.

USEPA CEMS Performance Specifications for SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> (Especificaciones de funcionamiento de SMCE para SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> <http://www.epa.gov/ttn/emc/specs/prompspec2.html>).

USEPA Method 10 - Determination of carbon monoxide emissions from Stationary sources (NDIR instrumental analyzer procedure) (Determinación de emisiones de CO de fuentes fijas.- Método instrumental) <http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/method10r06.pdf>

## TRANSITORIOS

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

**SEGUNDO.-** La SEMARNAT conjuntamente con la Entidad de Acreditación, dentro de los 30 días naturales siguientes a la entrada en vigor del presente instrumento publicará en el Diario Oficial de la Federación una Convocatoria nacional para la acreditación y aprobación de Organismos de Certificación, Unidades de Verificación y Laboratorios de Pruebas.

**TERCERO.-** Provéase la publicación de esta Norma Oficial Mexicana en el Diario Oficial de la Federación.

México, Distrito Federal, a los veintinueve días del mes de agosto de dos mil nueve.- La Subsecretaria de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y Presidenta del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, **Sandra Denisse Herrera Flores**.- Rúbrica.

**Tabla 1. Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos existentes a la entrada en vigor de la NOM <sup>(1)</sup>**

(Calderas, generadores de vapor, calentadores de aceite térmico u otro tipo de fluidos, y hornos y secadores de calentamiento indirecto)

CAPACIDAD DEL EQUIPO GJ/h	TIPO DE COMBUSTIBLE	HUMO # de mancha	Partículas, mg/m <sup>3</sup>			Bióxido de azufre <sup>(2)</sup> , ppm <sub>v</sub>			Oxidos de nitrógeno, ppm <sub>v</sub>			Monóxido de carbono, ppm <sub>v</sub>		
			ZMVM	ZC	RP	ZMVM	ZC	RP	ZMVM	<sup>(3)</sup> ZC	RP	ZMVM	ZC	RP
Mayor de 0,53 a 5,3 (15 a 150 CC)	Líquido	3	NA	NA	NA	550	1 100	2 200	NA	NA	NA	400	450	500
	Gaseoso	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	400	450	500
Mayor de 5,3 a 42,4 (150 a 1 200 CC)	Líquido	NA	75	350	450	550	1100	2 200	190	190	375	400	450	500
	Gaseoso	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	190	190	375	400	450	500
Mayor de 42,4 a 106 (1 200 a 3 000 CC)	Líquido	NA	60	300	400	550	1 100	2 200	110	110	375	400	450	500
	Gaseoso	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	110	110	375	400	450	500
Mayor de 106 a 530 (3 000 a 15 000 CC)	Sólido y Líquido	NA	60	250	350	550	1 100	2 200	110	110	375	400	400	500
	Gaseoso		NA	NA	NA	NA	NA	NA	110	110	375	400	450	500
Mayor de 530 (más de 15 000 CC)	Sólido y Líquido	NA	60	250	350	550	1 100 <sup>(4)</sup> 550	2 200	110	110	375	400	400	500
	Gaseoso	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	110	110	375	400	450	500

NA: No aplica

(1) Concentraciones en volumen y base seca, en condiciones de referencia de 25°C, 101 325 Pa (1 Atm) y 5% de O<sub>2</sub>.

Para corregir las concentraciones medidas a la referencia de 5% O<sub>2</sub>, se utiliza la ecuación siguiente:

$$E_R = \frac{20,9 - O_R}{20,9 - O_M} \cdot E_M$$

donde: E<sub>R</sub> = Emisión calculada al valor de referencia del O<sub>2</sub>, E<sub>M</sub> = Emisión medida (CO, NO<sub>x</sub> o SO<sub>2</sub>),

O<sub>M</sub> = Valor medido para el O<sub>2</sub> (%),

O<sub>R</sub> = Nivel de referencia para el O<sub>2</sub> (5%).

(2) Concentración correspondiente al empleo de combustible de 0.5, 2 y 4% de S en peso, respectivamente en ZMVM, ZC y RP.

(3) Para NO<sub>x</sub>, las ZC listadas en los numerales 4.20.4 a 4.20.7, se consideran como Resto del País.

(4) A partir del 1 de enero de 2011, el nivel máximo permisible de emisión de SO<sub>2</sub> de equipos mayores de 530 GJ/h en las Zonas Críticas será 550 ppm<sub>v</sub>.

**Tabla 2. Niveles máximos permisibles de emisión de equipos nuevos<sup>(1)</sup>**

CAPACIDAD DEL EQUIPO GJ/h	TIPO DE COMBUSTIBLE	HUMO # de mancha,	Partículas, mg/m <sup>3</sup>			Bióxido de azufre, ppm <sub>v</sub>			Oxidos de nitrógeno, ppm <sub>v</sub>			Monóxido de carbono, ppm <sub>v</sub>		
			ZMVM	ZC	RP	ZMVM	ZC	RP	ZMVM	<sup>(2)</sup> ZC	RP	ZMVM	ZC	RP
Mayor de 0,53 a 5,3 (15 a 150 CC)	Líquido	2	NA	NA	NA	275	1 100	2 200	NA	NA	NA	400	450	500
	Gaseoso	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	400	450	500

Mayor de 5,3 a 42,4 (150 a 1 200 CC)	Líquido	2	60	350	450	275	1 100	2 200	190	190	375	400	450	500
	Gaseoso	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	190	190	375	400	450	500
Mayor de 42,4 a 106 (1 200 a 3 000 CC)	Líquido	NA	60	300	400	275	1 100	2 200	110	110	375	400	450	500
	Gaseoso	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	110	110	375	400	450	500
Mayor de 106 a 530 (3 000 a 15 000 CC)	Sólidos	NA	25	60	150	30	70	700	25	110	375	250	300	350
	Líquidos	NA	30	60	280	30	220	1 100	25	110	375	250	350	350
	Gaseoso	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	25	110	375	250	300	350
Mayor de 530 GJ/h (más de 15 000 CC)	Sólidos	opacidad máxima 20% <sup>(3)</sup>	25	50	50	30	110 <sup>(4)</sup>	220 <sup>(5)</sup>	25	110	220	250	350	350
	Líquidos		30	50	50	30	110 <sup>(4)</sup>	220 <sup>(5)</sup>	25	110	220	250	300	350
	Gaseoso	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	25	110	220	250	350	350

NA: No aplica

(1) Ver nota (1) de la Tabla 1 anterior.

(2) Para NO<sub>x</sub>, las ZC listadas en los numerales 4.20.4 a 4.20.7, se consideran como Resto del País.

(3) Equipos mayores de 1 000 GJ/h; opacidad 20% o menos en el 90% de las horas efectivas de operación (ver numeral 4.4)

(4) O una reducción del 95% de las emisiones respecto de la emisión potencial máxima de este contaminante

(5) O una reducción del 90% de las emisiones respecto de la emisión potencial máxima de este contaminante\*

\* En caso de cumplir los niveles máximos permisibles de emisión, no se requiere el empleo de equipo de control de emisiones

**Tabla 3. Método y frecuencia de medición para la verificación del cumplimiento**

CAPACIDAD DEL EQUIPO GJ/h	TIPO DE COMBUSTIBLE	HUMO (como indicador de partículas)	PARTICULAS, mg/m <sup>3</sup>	BIOXIDO DE AZUFRE, ppm <sub>v</sub>	OXIDOS DE NITROGENO, ppm <sub>v</sub>	MONOXIDO DE CARBONO, ppm <sub>v</sub>
		NMX-AA-114-1991	NMX-AA-010-2001	Factores de emisión y análisis químicos del combustible.	NOM-098-SEMARNAT Anexo 2 o Método 7 EPA	NMX-AA-035-1976 o Infrarrojo no dispersivo o celda electro-química
Mayor de 0,53 a 5,3 (15 a 150 CC)	Líquidos	Anual	NA	NA	NA	Anual
	Gaseoso	Anual	NA	NA	NA	Anual
Mayor de 5,3 a 42,4 (150 a 1 200 CC)	Líquidos	NA	Anual	Anual	Anual	Anual
	Gaseoso	NA	NA	NA	Anual	Anual
Mayor de 42,4 a 106 (1 200 a 3 000 CC)	Líquidos	NA	Anual	Anual	Anual	Anual
	Gaseoso	NA	NA	NA	Anual	Anual
Mayor de 106 a 530 (3 000 a 15 000 CC)	Sólidos y Líquidos	NA	Semestral	NMX-AA-055-1979 Análisis en chimenea, Semestral	Semestral	Semestral o-determinación de O <sub>2</sub>
	Gaseoso	NA	NA	NA	Semestral	

Mayor de 530 (más de 15 000 CC)	Sólidos y Líquidos	<b>Opacidad:</b> Ver nota en la columna de SO <sub>2</sub>	Semestral	Análisis en chimenea, Semestral (Equipos nuevos >1000 GJ/h que usen combustibles con más de 1% S: SMCE para SO <sub>2</sub> , opacidad y O <sub>2</sub>	Semestral Equipos mayores de 1000 GJ/h deberán medir con SMCE en ZMVM, ZMG y ZMM	Semestral NOM-098-SEMARNAT Anexo 1 Medición instrumental diaria, con medición continua de O <sub>2</sub> para controlar combustión
	Gaseoso	NA	NA	NA		

NA: No Aplica

**Tabla 4.- Métodos de medición**

Parámetro	Norma o método de referencia	Observaciones
Humo	NMX-AA-114-1991 "Contaminación atmosférica - fuentes fijas - Determinación de la densidad del humo en los gases de combustión que fluyen por un conducto o chimenea - Método del número de mancha" publicada en el DOF el 8 de noviembre de 1991 (Indicador de partículas en equipo chico)	• Número de mancha: 3 muestras
	Especificaciones de funcionamiento de SMCE para opacidad (consultar por ejemplo: <a href="http://www.epa.gov/ttn/emc/specs/prompspec1.html">http://www.epa.gov/ttn/emc/specs/prompspec1.html</a> )	• Opacidad en la pluma
Partículas	NMX-AA-10-SCFI-2001, Contaminación atmosférica-Fuentes fijas-Determinación de la emisión de partículas contenidas en los gases que fluyen por un conducto-Método isocinético, publicada en el DOF del 18 de abril de 2001.	• Método isocinético: Promedio de 2 corridas, con determinación de O <sub>2</sub>
Oxidos de nitrógeno	Determinación de emisiones de NO <sub>x</sub> de fuentes fijas (consultar por ejemplo Métodos 7 y 7e (instrumental) de la EPA: <a href="http://www.epa.gov/ttn/emc/methods/method7e.html">http://www.epa.gov/ttn/emc/methods/method7e.html</a> ).	• Vía húmeda y colorimetría Quimioluminiscencia
	NOM-098-SEMARNAT-2002 Protección ambiental-Incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes, Anexo 2 Determinación de emisiones de óxidos de nitrógeno en fuentes fijas (procedimiento de análisis instrumental) publicada en el DOF del 1 de octubre de 2004.	• Infrarrojo no dispersivo o UV: Muestreos de por lo menos 1h en condiciones normales de operación, con determinación de O <sub>2</sub> .
CO, O <sub>2</sub>	NMX-AA-035-1976, Determinación de CO <sub>2</sub> , CO y O <sub>2</sub> en los gases de combustión, publicada en el DOF el 10 de junio de 1976. Método 10 EPA: ver numeral 10. Bibliografía	• Fyrite o equivalente: Prom. de 3 lecturas en 1 hora de CO y O <sub>2</sub>
	NOM-098-SEMARNAT-2002,.... Anexo 1 Especificaciones y procedimientos de prueba para sistemas de monitoreo continuo de emisiones (SMCE) de monóxido de carbono.	• Infrarrojo no dispersivo o celda electroquímica
Oxígeno	En equipos mayores de 1 000 GJ/h, la medición con propósitos de control de la operación debe realizarse de manera continua, con registro gráfico o electrónico como mínimo.	• Método magnetodinámico o celda paramagnética o de Zr
SO <sub>2</sub>	Medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles y factores de emisión.	• Equipos menores de 106 GJ/h
	NMX-AA-055-1979, Contaminación atmosférica-Fuentes fijas-Determinación de bióxido de azufre en gases que fluyen por un conducto, DOF de 6 de septiembre de 1979.	• Vía húmeda (torino)
	Determinación de SO <sub>2</sub> por métodos instrumentales (consultar por ejemplo Método 6c de la EPA para SO <sub>2</sub> : <a href="http://www.epa.gov/ttn/emc/methods/method6c.html">http://www.epa.gov/ttn/emc/methods/method6c.html</a> )	• UV o infrarrojo no dispersivo o fluorescente
	Especificaciones de funcionamiento de SMCE para SO <sub>2</sub> y NOX (consultar por ejemplo <a href="http://www.epa.gov/ttn/emc/specs/prompspec2.html">http://www.epa.gov/ttn/emc/specs/prompspec2.html</a> )	• Equipo mayor de 1000 GJ/h: SMCE
Flujo de gases en chimenea	NMX-AA-009/1993-SCFI, Contaminación atmosférica-Fuentes fijas-Determinación de flujo de gases en un conducto por medio del Tubo de Pitot, DOF de 27 de diciembre de 1993.	• Método de tubo de Pitot
Humedad de gases	NMX-AA-054-1978, Contaminación atmosférica-Determinación del contenido de humedad en los gases que fluyen por un conducto-Método gravimétrico, DOF de 2 de agosto de 1978.	• Método gravimétrico

**Tabla 5. Propiedades de combustibles convencionales**

Combustible	MJ/kg	Peso específico kg/l	Componentes principales (%)			FE <sub>SO2</sub> g/kg	F <sub>d</sub> m <sup>3</sup> /GJ
			S	N	Agua		
Gas natural	52	-	-	-	-	≈ 0	238
Gas L.P.	48+	0,504 <sup>(2)</sup> 0,580 <sup>(2)</sup>	0,014 <sup>(2)</sup>	-	-	≈ 0	238
Diesel Industrial	48	-	0,05 0,5 <sup>(1)</sup>	-(1)	0,05 <sup>(1)</sup>	1	251
Gasóleo Doméstico	42	0,905 <sup>(2)</sup> 0,911 <sup>(2)</sup>	0,05 <sup>(1)</sup>	-(1)	0,5 <sup>(2)</sup>	-	251
Combustóleo pesado	42	1,000 <sup>(2)</sup>	4,0 <sup>(1)</sup>	Informar <sup>(1)</sup>	1,0 <sup>(1)</sup>	80	251
Combustóleo ligero	43	0,966 <sup>(2)</sup>	2,0 4,0 <sup>(1)</sup>	-	1,0 <sup>(1)</sup>	40	251
Carbón mineral	Varía	-	-	-	-	-	270
Coque de petróleo	31	-	7,0 6,5 <sup>(2)</sup>	-	15 <sup>(2)</sup>	140	270

F<sub>d</sub>: volumen de productos de la combustión por GJ de energía en el combustible, m<sup>3</sup>/GJ, en condiciones de referencia: base seca, 25 °C, 1 Atm

FE<sub>SO2</sub>: factor de emisión de SO<sub>2</sub> del combustible, g/kg

(1) NOM-086.

(2) Hoja Técnica de Especificaciones de Pemex-Refinación.

**Tabla 6. Algunas equivalencias utilizadas**

Unidad o parámetro		=
MJ	Megajoule	10 <sup>6</sup> J
GJ	Gigajoule	1 000 MJ
MJ	Megajoule	239 kcal
MJ	Megajoule	0,277 kWh
cal	Caloría	4,187 J
kWh	kilowatt hora	3,6 MJ
MJ/h	Megajoule/hora	948,4127 Btu
Btu	Unidad Térmica Británica	0,252 kcal
CC	Caballo caldera	35,3 MJ/h
CC	Caballo caldera	9,8055 kWh
Atm	Atmósfera (760 mmHg)	101 325 pascal (Pa)
lb/MBtu	libra por millón de Btu	429 g/GJ
1 ppm	de SO <sub>2</sub> (bióxido de azufre, a 25°C y 1 Atm)	2,62 mg/m <sup>3</sup>
1 ppm	de NO <sub>x</sub> (óxidos de nitrógeno, a 25°C y 1 Atm)	1,88 mg/m <sup>3</sup>
1 ppm	de CO (monóxido de carbono, a 25°C y 1 Atm)	1,14 mg/m <sup>3</sup>

