

## SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

**PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- Niveles máximos permisibles de opacidad, medida en coeficiente de absorción de luz, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.**

---

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

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-045-SEMARNAT-2006, PROTECCION AMBIENTAL.- VEHICULOS EN CIRCULACION QUE USAN DIESEL COMO COMBUSTIBLE.- NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE OPACIDAD, MEDIDA EN COEFICIENTE DE ABSORCION DE LUZ, PROCEDIMIENTO DE PRUEBA Y CARACTERISTICAS TECNICAS DEL EQUIPO DE MEDICION.

JOSE RAMON ARDAVIN ITUARTE, 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 fracciones I, II, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; artículos 5 fracciones II, V y XII, 6 y 7 fracciones III y XIII, 8 fracción XII, 9, 36, 37, 37 BIS, 110, 111 fracción IX, 112 fracciones V, VII, X y XII, 113, 160 y 171 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículos 38 fracción II, 40 fracción X, 41, 45, 46, 47 fracciones I, II, III, 70 y 73 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; artículo 8 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; artículos 7 fracciones II y IV y 50 del Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, y 33 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, ordena la publicación del siguiente Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- Niveles máximos permisibles de opacidad, medida en coeficiente de absorción de luz.- Procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición, mismo que fue aprobado por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en su primera sesión extraordinaria celebrada el 21 de febrero de 2006, el que se expide para consulta pública, de conformidad con los preceptos legales antes invocados, a efecto de que los interesados, dentro de los 60 días naturales siguientes a la fecha de su publicación en el Diario Oficial de la Federación, presenten sus comentarios ante el citado Comité, sito en avenida bulevar Adolfo Ruiz Cortines número 4209, piso 5o., colonia Jardines en la Montaña, código postal 14210, Delegación Tlalpan, o enviarse al fax 56 28 08 98 o al correo electrónico roberto.wilson@semarnat.gob.mx para que en los términos de la citada ley sean considerados.

## CONSIDERANDO

Que las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establecen que las normas oficiales mexicanas contendrán, entre otros temas, los niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera, provenientes de vehículos automotores en circulación, considerando los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente, determinados por la Secretaría de Salud.

Que con fecha 22 de abril de 1997, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT/1996, Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.

Que con fecha 13 de noviembre de 1995, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana NOM-077-SEMARNAT/1995, Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.

Que en virtud de que para la obtención de los niveles máximos permisibles que establece la NOM-045-SEMARNAT-1996, el Comité determinó incorporar el procedimiento de medición existente en la NOM-077-SEMARNAT-1995 y derogar esta última.

Que el procedimiento de medición vigente, indica que para la obtención de los valores de opacidad se debe acelerar el automotor "desde su régimen de velocidad de marcha lenta hasta su velocidad máxima sin carga", lo cual origina una serie de factores entre los cuales sobresale: a) que al momento de aplicar la marcha lenta, se empieza a desfogar una gran cantidad de humo que no es medido, y al ir incrementando la aceleración hasta la máxima velocidad, la concentración de humo para la obtención de los valores de opacidad es menor, de esta forma se obtienen lecturas que a opinión de los especialistas son menores por lo que no son reales; b) la etapa de aceleración inicial de "marcha lenta" es difícil mantenerla, lo que ocasiona que no haya uniformidad en las lecturas obtenidas.

Que por considerarlo necesario, se tuvo que desarrollar la actualización del procedimiento de medición (tomando como base la metodología empleada por la SAE-J 1667 de los Estados Unidos de América), y en forma consensuada se determinó incorporar algunos conceptos que se especifican en la Directiva 2003/27/CE de la Unión Europea, de esta forma se adoptó la técnica de aceleración instantánea de "Ralentí a Corte de Gobernador" la cual resulta ser superior por múltiples motivos a la vigente y sobre todo de fácil aplicación.

Que no se cuenta con una base de datos que justifique los valores propuestos por la aplicación de un método diferente al actual, y para sustentar los valores obtenidos se debe tener una fundamentación sólida y que no sea cuestionable, además de que los valores logrados durante el desarrollo de algunas pruebas de campo son similares a los que establece la Directiva Europea en su parte de excepciones, debido a los resultados obtenidos al aplicar el procedimiento propuesto a muestras representativas de vehículos con diferentes familias y modelos de motores se observó un incremento en los valores obtenidos en más del 50% de los obtenidos con el procedimiento vigente, los cuales se considera que son un reflejo real de las emisiones de los automotores en circulación, y estos valores se acercan a la excepción europea.

Que derivado de lo anterior, se aceptó que los valores establecidos en las tablas 1 y 2 de la NOM-045 vigente, se tendrían que modificar a valores más reales y en virtud de no contar con otro sustento técnico que respaldara dicha modificación.

Que con lo anteriormente expresado se dará certeza técnica y jurídica en la aplicación de este instrumento, evitando las manipulaciones externas y diversidad de interpretaciones que se presentan con la norma vigente, y que puedan interferir en una buena verificación, con esto la población será beneficiada teniendo una mejor calidad del aire, mejorando por ende la salud de los habitantes.

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

**PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-045-SEMARNAT-2006, PROTECCION AMBIENTAL.- VEHICULOS EN CIRCULACION QUE USAN DIESEL COMO COMBUSTIBLE.- NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE OPACIDAD, MEDIDA EN COEFICIENTE DE ABSORCION DE LUZ, PROCEDIMIENTO DE PRUEBA Y CARACTERISTICAS TECNICAS DEL EQUIPO DE MEDICION**

**PREFACIO**

SECRETARIA DE SALUD

Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios de la Secretaría de Salud

SECRETARIA DE ECONOMIA

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Dirección General de Autotransporte Federal

SECRETARIA DE ENERGIA

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

---

SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE DEL DISTRITO FEDERAL

Dirección General de Gestión Ambiental del Aire

Unidad de Departamento del Desarrollo Tecnológico de la Red de Transporte de Pasajeros

SECRETARIA DE ECOLOGIA DEL ESTADO DE MEXICO

Dirección General de Protección y Control de la Contaminación Atmosférica

ASOCIACION MEXICANA DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ (AMIA)

ASOCIACION NACIONAL DE ESPECIALISTAS AL SERVICIO DE COMBUSTION INTERNA, A.C. (ANESCI)

ASOCIACION NACIONAL DE PRODUCTORES DE AUTOBUSES, CAMIONES Y TRACTOCAMIONES, A.C. (ANPACT)

ASOCIACION NACIONAL DE TRANSPORTE PRIVADO (ANTP)

CONFEDERACION NACIONAL DE TRANSPORTISTAS MEXICANOS, A.C. (CONATRAM)

CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA TRANSFORMACION (CANACINTRA)

CAMARA NACIONAL DEL AUTOTRANSPORTE DE PASAJE Y TURISMO (CANAPAT)

CAMARA NACIONAL DEL AUTOTRANSPORTE DE PASAJE Y TURISMO (CANAPAT).- ENLACES TERRESTRES NACIONALES

CAMARA NACIONAL DEL AUTOTRANSPORTE DE CARGA (CANACAR)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Instituto de Ingeniería

CUMMINS, S. DE R.L. DE C.V.

GRUPO TRAFALGAR, S.C.

PRECISION INSTRUMENTAL AUTOMOTRIZ, S.A. DE C.V.

ROBERT BOSCH, S.A. DE C.V.

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS INDUSTRIALES, QUINTANA, S.A. DE C.V.

AFINA DIESEL, S.A. DE C.V.

MEDIOS Y PROCEDIMIENTOS TECNOLOGICOS, S.A. DE C.V.

GENERAL MOTORS, CO.

ADO Y EMPRESAS COORDINADAS

## INDICE

1. Objetivo y campo de aplicación
- 2.- Referencias
- 3.- Definiciones
- 4.- Niveles máximos permisibles de opacidad
- 5.- Procedimiento de prueba
- 6.- Especificaciones del equipo de medición
- 7.- Procedimiento para la evaluación de la conformidad
- 8.- Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración
- 9.- Bibliografía
- 10.- Vigilancia de esta Norma

### 1. Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece los niveles máximos permisibles de coeficiente de absorción de luz, proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Su cumplimiento es obligatorio para los citados vehículos, unidades de verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma, la maquinaria equipada con motores a diesel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.

### 2. Referencias

NMX-AA-023-1986, Protección al Ambiente-Contaminación Atmosférica-Terminología, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de julio de 1986.

NMX-S025-IMNC-2000, Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de calibración y pruebas.

NMX-EC-17020-IMNC-2000, Criterios generales para la operación de varios tipos de Unidades (Organismos) que desarrollan la Verificación (Inspección) ISO 17020-2000.

NORMA NMX-EC-17025-IMNC-2000, Para evaluación y acreditamiento de Laboratorios de Calibración y/o ensayo Norma ISO/IEC 17025-1999.

### 3. Definiciones

Para efectos de la aplicación de esta Norma, se establecen las siguientes definiciones:

#### 3.1 Aceleración instantánea

El cambio de rpm's de velocidad de ralentí a la velocidad máxima que permita el gobernador del motor, accionando el acelerador rápidamente y de forma continua en una sola ejecución y un lapso no mayor de 1 segundo.

### 3.2 Año-modelo del vehículo

Periodo comprendido entre el inicio de la producción de determinado tipo de vehículo automotor y el 31 de diciembre del año calendario con que dicho fabricante asigne al modelo en cuestión.

### 3.3 Calibración

Conjunto de operaciones que tiene por finalidad determinar los errores de un instrumento para medir y, de ser necesario, otras características metrológicas.

### 3.4 Unidad de verificación

Persona física o moral, acreditada y aprobada por la autoridad competente, que opera un centro de verificación de emisiones vehiculares en los que se realiza la evaluación de la conformidad de la presente Norma, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Programa de verificación vehicular.

### 3.5 Coeficiente de absorción de luz

Magnitud que representa la absorción de luz a través de la muestra de gases que se introduce en el opacímetro.

### 3.6 Humo de diesel

El residuo resultante de una combustión que se compone en su mayoría de carbón, cenizas y de partículas visibles en el ambiente.

### 3.7 Lecturas

Las mediciones obtenidas durante el desarrollo de la prueba.

### 3.8 Ley de Beer Lambert

Ecuación matemática que describe las relaciones entre el coeficiente de absorción de luz, los parámetros de transmitancia y la longitud efectiva, debido a que el coeficiente de absorción de luz no puede ser medido directamente.

$$\varnothing = \varnothing_0 e^{-KL}$$

donde:

L = Longitud efectiva del paso de la luz a través de la muestra de gas.

$\varnothing_0$  = Flujo incidente.

$\varnothing$  = Flujo emergente.

**3.9 Longitud efectiva**

Longitud del haz de luz entre el emisor y el receptor que no es interceptado por un gas de opacidad constante.

**3.10 Motor diesel**

La fuente de potencia que se caracteriza por el ciclo de ignición del combustible por la compresión de la mezcla aire-combustible.

**3.11 Opacidad**

Estado en el cual un material impide parcial o totalmente el paso de un haz de luz, expresado en términos de la luz obstruida a partir del coeficiente de absorción de la luz.

**3.12 Equipo de medición**

El destinado a medir el coeficiente de absorción de luz, en este caso del humo de los vehículos a diesel, y que se compone principalmente de un opacímetro de cámara cerrada y de flujo parcial, el cual deberá cumplir con las características especificadas en el punto 6, de la presente Norma.

**3.13 Peso bruto vehicular**

Es el peso máximo del vehículo especificado por el fabricante expresado en kilogramos, consistente en el peso nominal del vehículo sumado al de su máxima capacidad de carga, con el tanque de combustible lleno a su capacidad nominal.

**3.14 Ralentí**

Son las RPM'S mínimas del motor establecidas por el fabricante que proveen la potencia necesaria para vencer sus pérdidas mecánicas.

**3.15 Revoluciones por minuto (RPM)**

Unidad de medida de la velocidad de rotación en los motores de combustión interna.

**3.16 Sensor**

Elemento que es capaz de detectar un cambio de una variable.

**3.17 Transmitancia**

La fracción de luz transmitida de una fuente que llega a un detector.

**3.18 RPM'S a corte de gobernador**

Son las RPM'S del motor alcanzadas, al momento en que la bomba deja de suministrar combustible a los inyectores, controlada conforme al tipo de mando, mecánico o electrónico del motor.

**3.19 Vehículo automotor en circulación**

El vehículo de transporte terrestre de carga o de pasajeros que transita en la vía pública, propulsado por su propia fuente motriz.

#### 4. Niveles máximos permisibles de opacidad

4.1 Los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diesel, en función del año-modelo del vehículo y cuyo peso bruto vehicular sea de hasta 3 856 kilogramos, es el establecido en la tabla 1.

**Tabla No. 1**

<b>Año-modelo del VEHÍCULO</b>	<b>Opacidad.- Medida como coeficiente de absorción de luz (K).- m<sup>-1</sup></b>
1995 y anteriores	3.0
1996 y posteriores	2.5

4.2 Los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diesel, en función del año-modelo del vehículo y con peso bruto vehicular mayor a 3 857 kilogramos, son los establecidos en la tabla 2.

**Tabla No. 2**

<b>Año-modelo del vehículo</b>	<b>Opacidad.- Medida como coeficiente de absorción de luz (k).- m<sup>-1</sup></b>
1990 y anteriores	3,0
1991 y posteriores	2,5

#### 5. Procedimiento de prueba

5.1 Requisitos del Vehículo, previos a la medición de opacidad

5.1.1 Se deberá verificar la condición de el/los escapes del vehículo, los cuales deberán encontrarse sin fugas y libre de obstrucciones para la introducción de la sonda de medición.

5.1.2 Los vehículos que se presenten a verificar deberán estar gobernados a las especificaciones del fabricante con una tolerancia de  $\pm 10\%$ .

5.1.3 Se deberán capturar los datos del vehículo, de su propietario y, en su caso, de su verificación anterior, requeridos por la autoridad correspondiente.

5.1.4 Proceder a apagar luces, aire acondicionado, radio y freno de motor para evitar sus interferencias en la prueba.

**5.1.5** Revisar, en el caso de transmisiones automáticas que el selector se encuentre en posición de estacionamiento o neutral y en el caso de transmisiones manuales o semiautomáticas, esté en neutral y con el embrague sin accionar.

## **5.2** Procedimiento

**5.2.1** El método para medir los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan diesel como combustible, es el de aceleración instantánea, consistente en una prueba estática del vehículo acelerando el motor, desde su régimen de ralentí hasta su régimen gobernado.

**5.2.2** Colocar la sonda de medición de temperatura, dentro del depósito de aceite del motor.

**5.2.3** El equipo deberá validar que la temperatura del aceite del motor tenga un valor mínimo de 70°C.

**5.2.4** Colocar el tacómetro para la medición de las RPM's del motor.

**5.2.5** Determinación de los RPM's de Ralentí, y a corte de gobernador del motor y del tiempo de aceleración.

**A)** RPM's del motor en ralentí.- Estando el motor operando en ralentí durante 5 segundos consecutivos, el opacímetro debe determinar y validar sin la intervención del técnico las RPM's del motor, el cual no deberá ser mayor de las especificaciones establecidas por el fabricante con un margen no mayor de  $\pm 10\%$  de tolerancia.

**B)** RPM's del motor a corte de gobernador.- Se deberá accionar el acelerador de forma gradual, de manera que se incremente las RPM's del motor, desde ralentí hasta alcanzar las máximas RPM's que permite el gobernador de dicho motor y una vez llegado a ese punto, sostenerlo por un periodo de 2 segundos. El opacímetro deberá determinar, sin la intervención del técnico, estas RPM's, con una tolerancia de  $\pm 10\%$ .

Para el caso de los motores que cuenten con dispositivo de control electrónico de aceleración estática o estando estacionado el vehículo. Las RPM's máximas del motor para la toma de las muestras, serán la que determine las especificaciones indicadas por el fabricante.

**D)** Si los incisos anteriores no pueden ser determinados por el equipo en los campos del sistema correspondiente y de acuerdo a las especificaciones del fabricante, el equipo debe desplegar un mensaje indicando: "El motor no alcanza su régimen de giro, según sea el caso", de acuerdo a la tabla de referencia.

Se debe registrar las RPM's establecidas los incisos anteriores.

## **5.2.6** Aceleraciones instantáneas

**A)** El equipo de medición debe realizar un ajuste a cero en sus escalas de opacidad, antes de dar inicio a la secuencia de aceleraciones funcionales.

**B)** El equipo de medición debe desplegar un mensaje al técnico que ejecuta la prueba para que éste realice una aceleración instantánea, y mantenerse en esa posición por dos segundos. Para ello el equipo debe indicar y registrar en la pantalla el tiempo de aceleración, que servirá como guía al técnico que está ejecutando la prueba.

**C)** Una vez que se mantiene el acelerador por 2 segundos a RPM's máximas (el permitido por el gobernador del motor), el equipo de medición deberá desplegar un mensaje a fin de que el técnico deje de presionar el pedal del acelerador, para que el motor regrese a ralentí.

#### **5.2.7** Generación de resultados para la verificación del vehículo

**5.2.7.1** El equipo de medición debe medir de manera continua el coeficiente de absorción de luz del humo de escape del motor del vehículo, registrando el valor máximo en cada aceleración.

**5.2.7.2** Se deberán efectuar dos primeras aceleraciones, las cuales serán de desfogue, esto con el fin de efectuar una limpieza previa a las mediciones de opacidad que van a ser evaluadas.

**5.2.7.3** La sonda deberá ser un tubo abierto dirigido hacia dentro del escape. Deberá estar situada en una sección donde la distribución del humo sea aproximadamente uniforme. Para lograr esto, la sonda deberá introducirse en el escape sujetándose a la pared del tubo mediante una pinza.

**5.2.7.4** Se evaluarán las mediciones de emisiones de humo con base en una secuencia de aceleraciones instantáneas, como mínimo 4 y como máximo 10 hasta lograr 4 valores válidos que se sitúen en una banda cuyo intervalo no sea mayor a  $0,25 \text{ m}^{-1}$ .

**5.2.7.5** Al término de las aceleraciones el equipo de medición deberá aprobar su ajuste a cero, en caso contrario, los resultados obtenidos se deberán desechar y desplegar un mensaje al técnico indicando que no se realizó una secuencia de aceleraciones válidas, debido a una falla del equipo de medición. En este caso, se deberán realizar nuevamente las mediciones.

**5.2.7.6** La lectura a registrar es el promedio de los cuatro valores válidos obtenidos. Este valor calculado se considera aceptado siempre y cuando sea superior a cero.

#### **5.2.7.7** Vehículos con múltiples salidas del humo de escape.

**A)** En el caso que el vehículo cuente con múltiples salidas del humo de escape es necesario repetir la secuencia descrita en el punto 5.2.1 para cada salida independiente.

**B)** El coeficiente de absorción a registrar es el promedio de las lecturas obtenidas, en cada salida, de acuerdo al inciso anterior, siempre y cuando no difieran por más de  $0,15 \text{ m}^{-1}$ .

**C)** Si la diferencia entre las lecturas es más de  $0,15 \text{ m}^{-1}$ , se tomará el valor más alto.

El coeficiente de absorción de luz registrado en la prueba deberá compararse con los límites establecidos en el punto 4 de esta Norma Oficial Mexicana en función del año modelo del motor o del vehículo dependiendo de su peso bruto vehicular.

### 5.3 Registro de datos mínimos requeridos

Nombre	Descripción
PLACAS	Placas del vehículo, se deben excluir los caracteres I, Ñ, O, Q, y se deben validar las placas con la Norma 001-SCT2 (Norma de placas y tarjetas asignadas a cada estado y cada tipo)
NOMBRE	Nombre o razón social del dueño del vehículo según tarjeta de circulación
ESTADO	Domicilio del dueño del vehículo según tarjeta de circulación
MARCA	Marca del vehículo
MODELO	Año modelo del vehículo
MODELO_DSL	Año modelo del motor a diesel
ALIM_COMB	Tecnología de alimentación de combustible
CILINDROS	Número de cilindros del motor
TEMP_MOT	Temperatura del aceite del motor, en grados centígrados
MIN_RPM	Promedio de las revoluciones mínimas o de ralentí del motor a diesel de las cuatro aceleraciones válidas
MAX_RPM	Promedio de las revoluciones máximas del motor a diesel de las cuatro aceleraciones válidas
OPACIDAD	Promedio de las cuatro aceleraciones válidas
PBV	Intervalo de peso bruto vehicular

## 6. Especificaciones del equipo de medición

**6.1** Para medir las emisiones a que se refiere esta Norma Oficial Mexicana, se utilizará un Equipo de Medición que consiste en un opacímetro de cámara cerrada y de flujo parcial, el cual deberá cumplir con las siguientes características:

**6.2** La sonda de toma de muestra y las mangueras correspondientes deberán ser las originales del material, longitud y diámetros especificados por el fabricante del equipo de medición.

**6.3** Disponer de un sensor de temperatura para verificar que el motor del vehículo funcione a su temperatura normal de operación.

**6.4** Disponer de un sensor y equipo para medir y registrar las RPM'S del motor y los tiempos de aceleración.

**6.5** El equipo de medición debe medir la temperatura de los gases de escape dentro de su cámara de humo.

**6.6** Estar diseñado para soportar un servicio continuo de operación, mínimo de 12 horas por día.

**6.7** Contar con una placa de identificación adherida a la parte exterior del mismo, en la que se precise: modelo, número de serie, nombre y dirección del fabricante, requerimientos de energía eléctrica y límites de voltaje de operación.

**6.8** Ser hermético en todas sus conexiones.

**6.9** Sus controles deben ser accesibles a los operadores.

**6.10** Contar con una escala total de medición, rapidez de respuesta y un máximo de desviación, de acuerdo a lo que establece la presente Norma.

**6.11** Las lecturas del equipo de medición deberán ser registradas continuamente durante la prueba, cuya respuesta de tiempo es igual o más corta que la del sistema de procesamiento de datos.

**6.12** El diseño del equipo de medición deberá ser tal, que bajo condiciones de operación a velocidad constante, la cámara de humo se llene uniformemente. La muestra de humo de escape estará contenida en una cámara que no tenga superficies internas con reflexión.

**6.13** En la determinación de la longitud efectiva del paso de la luz a través del humo, deberá tomarse en cuenta la posible influencia de dispositivos que protegen la fuente de luz y la celda fotoeléctrica. Esta longitud efectiva debe ser indicada en el instrumento.

**6.14** El equipo de medición deberá tener dos escalas de medición, una de ellas en unidades de absorción de luz de 0 a  $\infty \text{ m}^{-1}$  y la otra lineal de 0 a 100% de opacidad, ambas escalas de medición se extenderán desde cero con el flujo total de luz hasta el valor máximo de la escala con obscurecimiento total.

**6.15** Especificación de la cámara de humo y cuerpo del opacímetro

**6.15.1** La incidencia en la celda fotoeléctrica de luz desviada, debido a las reflexiones internas o efectos de difusión, debe ser reducida al mínimo (es decir, por acabado de las superficies internas en negro mate y por un arreglo general adecuado).

**6.15.2** Las características ópticas deberán ser de tal forma, que los efectos combinados de reflexión y difusión no excedan de una unidad en la escala lineal, cuando la cámara de humo sea llenada con un gas de un coeficiente de absorción de  $1,7 \text{ m}^{-1}$  (uno coma siete metros a la menos uno).

Esto deberá comprobarse mediante el certificado de origen proporcionado por el fabricante.

**6.15.3** La fuente de luz deberá ser:

Una lámpara incandescente con un intervalo de temperatura de 2 800 a 3 250 K (dos mil ochocientos a tres mil doscientos cincuenta Kelvin), o en su caso;

Una luz verde emitida por un diodo emisor (LED) con un punto espectral entre 550 y 570 nm (nanómetros).

**6.15.4** El receptor deberá constar de una celda fotoeléctrica o fotodiodo con una curva de respuesta espectral similar a la curva de respuesta fotópica del ojo humano (respuesta máxima en el intervalo 550/570 nm (nanómetros); menor que el 4% (cuatro por ciento) de esa respuesta máxima abajo de 430 nm (cuatrocientos treinta nanómetros) y arriba de 680 nm (seiscientos ochenta nanómetros).

**6.15.5** La construcción del circuito eléctrico, incluyendo la carátula indicadora, deberá ser tal, que la corriente de salida de la celda fotoeléctrica o fotodiodo sea una función lineal de intensidad de la luz recibida sobre el intervalo de la temperatura de operación de la celda fotoeléctrica.

**6.15.6** El coeficiente K de absorción de luz se calcula con la fórmula:

$$\varnothing = \varnothing_0 e^{-KL}$$

donde:

L = Longitud efectiva del paso de la luz a través de la muestra de gas.

$\varnothing_0$  = Flujo incidente.

$\varnothing$  = Flujo emergente.

Cuando la longitud efectiva L de un tipo de opacímetro no puede ser calculada directamente de su geometría, la longitud efectiva L deberá ser determinada por el método descrito en esta Norma o a través de la correlación con otro tipo de opacímetro para que la longitud efectiva sea conocida.

La relación entre la escala lineal de 0 a 100% (cero a cien por ciento) de opacidad y el coeficiente "K" de absorción de la luz es dado por la fórmula:

$$K = - \frac{1}{L} \ln \left( 1 - \frac{N}{100} \right)$$

Donde:

L = La longitud efectiva del paso de la luz a través de la muestra de gas.

N = Una lectura en la escala lineal.

K = Valor correspondiente del coeficiente de absorción.

In = Logaritmo natural.

**6.15.7** El tiempo de respuesta del circuito eléctrico de medición deberá ser de 0,9 a 1,1 seg. (cero coma nueve a uno coma un segundos) por ser el tiempo necesario para que el instrumento alcance el 95% (noventa y cinco por ciento) de la escala completa con la inserción de un filtro completamente obscurecido en la celda fotoeléctrica.

**6.15.8** La amortiguación del circuito eléctrico de medición deberá ser tal, que la sobrelectura inicial por arriba a la lectura final constante, después de cualquier variación momentánea en la salida (por ejemplo: la calibración con pantallas), no excederá el 2% (dos por ciento) de esa lectura en la escala de unidades lineales.

**6.15.9** El tiempo de respuesta del opacímetro no deberá exceder de 0,4 seg. (cero coma cuatro segundos), el cual se debe al fenómeno físico de la cámara de humo, siendo el tiempo que transcurre desde el principio de la entrada de gas a la cámara hasta el llenado completo de la cámara de humo.

**6.15.10** Durante todo el tiempo de trabajo del opacímetro, la estabilidad no debe ser menor al 98% por ciento de escala completa en la escala de unidades lineales.

**6.15.11** Tener una repetibilidad de  $0,05 \text{ m}^{-1}$  de la lectura en la carátula indicadora del opacímetro cuando un filtro entre  $1,6 \text{ m}^{-1}$  y  $1,8 \text{ m}^{-1}$  y conocido dentro de una tolerancia de  $0,025 \text{ m}^{-1}$  es introducido entre la fuente de luz y la celda fotoeléctrica durante 5 mediciones sucesivas con el mismo filtro.

**6.15.12** El tiempo de estabilidad (calentamiento) debe ser menor de 10' (diez minutos) después del encendido.

**6.15.13** El equipo deberá contener una placa informativa en un lugar visible indicando los requerimientos energéticos mínimos y máximos de operación.

**6.15.14** En cada punto de la cámara de humo la temperatura del gas deberá estar entre  $70^{\circ}\text{C}$  (setenta grados centígrados) y una temperatura máxima especificada por el fabricante del opacímetro, de forma tal que las lecturas sobre el intervalo de temperatura no varíe por más de  $0,1 \text{ m}^{-1}$  (cero coma uno metros a la menos uno), cuando la cámara esté llena con gas que tiene un coeficiente de absorción de  $1,7 \text{ m}^{-1}$  (uno coma siete metros a la menos uno).

**6.15.15** Las lecturas del opacímetro no deberán verse afectadas por variaciones de  $\pm 10\%$  voltaje y de temperatura que se registren.

#### **6.16** Comprobación del Funcionamiento del Opacímetro

El equipo de medición debe requerir y aprobar un ajuste a cero y span, tomando como referencia el aire ambiente al inicio de las actividades como parte de su secuencia de arranque. Si no se genera un resultado aprobatorio, el equipo de medición debe quedar bloqueado para realizar pruebas de verificación, hasta en tanto no se obtenga un resultado satisfactorio.

El filtro utilizado para realizar el span debe ser trazable a CENAM con una incertidumbre expandida en su valor de obturación menor a 0,5% de unidades, medido en una escala lineal de 0 al 100%.

### 6.17 Calibración del Opacímetro

Se debe requerir una calibración con filtros patrón, el cual deberá ser realizado por un laboratorio de calibración acreditado dentro del Sistema Nacional de Calibración en los términos que marca la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, cada tres meses en condiciones normales de operación, independientemente de que se realice cada vez que haya sido sometido a mantenimiento o reparación. Si el equipo de verificación realiza un promedio de 50 o más verificaciones por día, este requerimiento es cada 30 días.

Al llegar a la fecha límite sin haber realizado la calibración, el equipo debe autobloquearse.

La calibración debe utilizar cuatro filtros de opacidad absortivos trazables al CENAM, con una diferencia de por lo menos 15 unidades uno del otro. La transmitancia de cada filtro expresado en unidades lineales debe ser conocida en todos las longitudes de onda entre 430 a 680 nm.

La incertidumbre expandida de cada filtro (con un factor de cobertura de 2,0) expresado en unidades lineales y con un nivel de confianza del 95% no debe exceder de 2 unidades en la escala lineal. (No deberán usarse filtros con una opacidad arriba del 80%).

Cada filtro debe introducirse un mínimo de 3 veces en el haz de luz del instrumento mientras está fluyendo aire limpio por la cámara de medición de los gases a la misma presión que estará presente en la cámara durante una prueba de verificación vehicular.

El procedimiento para la prueba es como sigue:

- i) Realizar un ajuste a cero.
- ii) Obtener una lectura estable del opacímetro sin filtro.
- iii) Introducir el filtro en la cámara de humo. Cuando las lecturas se han estabilizado, imprimir los resultados junto con los datos cronológicos de operación, del centro y de la línea de verificación.

Repetir los pasos ii y iii tres veces para cada filtro, terminando el ciclo con el paso ii.

Comparar las lecturas con los valores de cada filtro. Si el promedio de las 3 lecturas de cada filtro varían del valor del filtro por más de la tolerancia máxima especificada, se debe considerar al opacímetro como fuera de especificaciones.

La tolerancia máxima permitida es de  $\pm 2\%$  del valor del cristal.

## 7. Procedimiento para la evaluación de la conformidad

El procedimiento para la evaluación de la conformidad de esta Norma Oficial Mexicana, se efectuará en los términos mínimos de las disposiciones particulares aplicables a esta Norma, las personas acreditadas y aprobadas, podrán complementar, de acuerdo a la Norma los aspectos mínimos a verificar señalados a continuación:

### 7.1 De la medición de los niveles máximos permisibles de opacidad

**7.1.1** La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y los Gobiernos de los Estados, establecerán en el ámbito de su competencia, los programas de verificación vehicular en donde se definirán las características de operación de los mismos.

**7.1.2** La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y los Gobiernos de los Estados, operarán, aprobarán y/o autorizarán la operación de centros de verificación de emisiones vehiculares, mismos que deberán obtener la acreditación como Unidad de Verificación en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización en un plazo no mayor a dos años.

**7.1.3** Los propietarios o conductores de los automotores materia de la presente Norma deberán presentarlos a evaluación de sus emisiones contaminantes en los centros de verificación de emisiones vehiculares autorizados y/o unidades de verificación acreditadas, de acuerdo al calendario y con los documentos que establezca el programa de verificación vehicular que le corresponda y que para tal efecto emita cada autoridad ambiental.

**7.1.4** Los niveles máximos permisibles de opacidad contenidos en las tablas "1" y "2" se evaluarán bajo el procedimiento de prueba definido en el numeral 5 de la presente Norma. Se considera que un vehículo pasa la prueba cuando la opacidad del humo emitido es igual o menor al nivel máximo permisible que le corresponda de acuerdo al año - modelo de la unidad y de su peso bruto vehicular.

**7.1.5** El personal del centro de verificación de emisiones vehiculares y/o de las Unidades de Verificación entregará, al propietario o conductor del vehículo, el documento oficial en donde se haga constar el resultado de la prueba. En caso que los niveles de emisión incumplan con lo establecido en la presente Norma, el propietario o conductor del automotor deberá dar el mantenimiento vehicular necesario y volver a presentar su vehículo a revisión de sus emisiones, repitiendo el ciclo hasta obtener el documento aprobatorio.

## **7.2** De los equipos de medición

**7.2.1** La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales certificará el cumplimiento, con lo establecido en la presente Norma, de los equipos de medición de opacidad.

**7.2.2** Las autoridades responsables de algún programa de verificación vehicular podrán autorizar el uso, en su programa, de equipos de medición de opacidad, siempre y cuando:

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, no haya autorizado equipos de medición de opacidad, o

Requiera de elementos especiales, no contemplados en esta Norma, para la operación de su programa. Siempre que estos elementos no contravengan ninguna disposición establecida en esta Norma.

Los equipos de medición deberán estar calibrados con trazabilidad a los Patrones Nacionales y/o Extranjeros de acuerdo con lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

**7.3** De los centros de verificación vehicular y unidades de verificación de niveles máximos permisibles de opacidad.

**7.3.1** Las autoridades responsables de algún programa de verificación vehicular podrán operar de por sí o a través de particulares autorizados, los centros de verificación de emisiones vehiculares y Unidades de Verificación acreditadas, que den servicio a los propietarios o conductores de automotores a diesel.

**7.3.2** En el caso de los centros operados por la autoridad, éstos deberán contar con infraestructura que cumpla con lo dispuesto en esta Norma Oficial Mexicana.

**7.3.3** Los centros autorizados y operados por particulares, deberán adquirir la figura jurídica de Unidad de Verificación en el plazo que establezca la dependencia que apruebe o autorice, para lo cual deberá cumplir con lo que se establece en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.

**7.4** De las Unidades de Verificación de procedimiento y Laboratorios de Calibración

Las disposiciones anteriores se verán complementadas por las especificaciones establecidas por las autoridades estatales, y las dependencias federales correspondientes en sus programas de verificación, que para tal efecto emitan.

I.- Las Unidades de Verificación y Laboratorios de Calibración, según sea el caso, deberán contar con todos los requisitos establecidos en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, su Reglamento y tenerlos actualizados y disponibles a efecto de verificar todas las especificaciones de niveles máximos permisibles de opacidad de humo, procedimiento de prueba, características del equipo y calibración del mismo.

## **8. Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas con base para su elaboración**

La presente Norma Oficial Mexicana concuerda parcialmente con la Norma Internacional ISO11614:1999 en lo referente al método de prueba y con la Directiva Europea 2003/27/CE en lo que se refiere a los niveles máximos permisibles que se establecen en el apartado 4.

## **9. Bibliografía**

**9.1** American National Standard. SAE J-1667.- Snap-Acceleration Smoke Test Procedure for Heavy-Duty Diesel Powered Vehicles. Issued 1996-02.

Estándar Nacional Americano. SAE J-1667 Procedimiento de Prueba de Humo en Aceleración Instantánea para Vehículos a diesel de uso Pesado. Expedida en febrero de 1996.

**9.2** Code of Federal Regulations 40, part. 81 to 99, revised July 2000, U.S.A.

Código de Regulaciones Federales 40, partes 81 a 99, revisado en julio de 2000, Estados Unidos de América.

**9.3** DIRECTIVA DEL CONSEJO EUROPEO, del 2 de agosto de 1972; relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre las medidas que deben adoptarse contra las emisiones de contaminantes procedentes de los motores diesel destinados a la propulsión de vehículos (72/306/CEE) (do I 190 DE 20.8.1972, p, 1), 1972L0306-ES-05.06.1997-002.001-1

**9.4** DIRECTIVA DEL CONSEJO EUROPEO, del 2 de agosto de 1972; relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre las medidas que deben adoptarse contra las emisiones de contaminantes procedentes de los motores diesel destinados a la propulsión de vehículos (72/306/CEE) (DO L 190 de 20.8.1972, p. 1) y modificada por M1 Directiva 89/491/CEE de la Comisión de 17 de julio de 1989 y M2 Directiva 97/20/CE de la Comisión de 18 de abril de 1997.

**9.5** ISO 11614:1999(E), internacional Normal ISO 11614; primera edición 1999-09-01.

**9.6** SAEJ225v001 Diesel Engine Smoke Measurement. (SAEJ225v001 Medición del Humo en Motores Diesel).

## **10. Vigilancia de esta Norma**

La vigilancia de la presente Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; a los gobiernos del Distrito Federal, de los estados y de municipios, en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones.

Las violaciones a la misma, se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Control de la Contaminación de la Atmósfera y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

## **TRANSITORIOS**

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

**SEGUNDO.-** La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los sesenta días siguientes de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

**TERCERO.-** La presente Norma Oficial Mexicana debe colocarse en un lugar visible en los centros de verificación autorizados.

**CUARTO.-** La presente Norma Oficial Mexicana será revisada, en específico, los valores contenidos en las tablas 1 y 2 de la disposición "4. NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE OPACIDAD", en cuanto se disponga de información relacionada a resultados que se vayan obteniendo de diferentes estratos del parque vehicular a que se refiere la misma.

México, Distrito Federal, a los quince días del mes de junio de dos mil seis.- 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, **José Ramón Ardavín Ituarte.**- Rúbrica.