

EQUIPOS MEDIDORES DE HUMO - OPACÍMETROS (NTC 4231)

1. Referenciación del opacímetro: en el formato de evaluación, el auditor responsable debe consignar la información referente al número consecutivo de la evaluación (visita de auditoría), línea de inspección, y si el equipo se encuentra en el CDA. Ver líneas 1, 2 y 3 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o líneas 1 a 11 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o líneas 1 a 11 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.

2. Identificación del opacímetro: en el formato de evaluación, el auditor responsable debe consignar la información que identifica al opacímetro. Ver líneas 4, 5 y 6 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o líneas 12, 13 y 14 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o líneas 12, 13 y 14 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.

3. Lentes de calibración: en el formato de evaluación, el auditor responsable debe consignar las características de los lentes para calibración, o de verificación de linealidad con los que cuente el CDA. Ver líneas 7 y 8 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o líneas 15 y 16 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o líneas 15 y 16 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.

4. Compatibilidad con NTC 4231 – características técnicas: el auditor responsable solicitará al operador del equipo, o designado por el CDA, que apague el equipo medidor de humos, situación en la que deberá permanecer por al menos 5 minutos, además solicitará que se le presenten los manuales suministrados por el proveedor en los cuales se encuentren las características técnicas del equipo medidor de humos. Ver líneas 9, 10, 11 y 12 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o líneas 17 y 18 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o líneas 17 y 18 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.

De manera alternativa, si el CDA no cuenta con las características técnicas del medidor de humos, se podrá acceder a esta información, si el proveedor del equipo ha hecho llegar a la Secretaría Distrital de Ambiente de manera anticipada, los datos de las especificaciones requeridas.

5. Iniciación del medidor de humos y bloqueo por calentamiento: el auditor responsable solicitará al personal designado por el CDA que encienda el opacímetro e inicialice el software de aplicación y cronometrará el tiempo a partir de este momento. Con el equipo en proceso de calentamiento, el auditor solicitará al personal designado por el CDA que ingrese a la opción para realizar medición de emisiones (certificación) a vehículos y registrará si el equipo analizador permite o no la realización de pruebas, además verificará si el opacímetro cuenta con un sistema para proteger el emisor y receptor, y cuenta con un sistema de aire que permita que el humo no entre en contacto con el protector, el cual debe activarse antes de permitir realizar cualquier tipo de medición. Ver línea 13 de FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o línea

de lentes, especificaciones de los mismos y los resultados en el formato de campo. Si el equipo no aprueba la calibración se permitirá al operador del mismo, que realice el procedimiento de calibración hasta dos veces más. Si a pesar de los tres intentos, el analizador no aprueba el procedimiento de calibración o linealidad se dará por terminada la visita de auditoría y se registrará la información en el formato de campo. Ver línea 17 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o línea 25 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o línea 25 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.

Nota: para efectos de seguimiento, de manera temporal, o requerimientos por los entes de certificación, IDEAM u otros como MAVDT, si el equipo no está acompañado por los lentes de calibración, se aceptará certificación escrita de la última calibración realizada por el proveedor de servicio de mantenimiento e igualmente se registrará la información y resultados en el formato de campo. Igualmente en caso que el CDA no cuente con lentes de calibración o linealidad, se utilizarán los lentes que los proveedores hayan suministrado a la SDA.

9. Bloqueo por falla en calibración y linealidad: sólo para efectos de seguimiento, en caso de que se cuente con lentes de calibración, el auditor responsable realizará el siguiente procedimiento. El auditor responsable solicitará al operario del equipo que ingrese a la opción creada por el diseñador de software para verificar la linealidad del equipo y realizará el siguiente procedimiento.

- a. En al menos uno de los puntos de verificación de linealidad (0%, 100% o intermedio) se introducirá un lente con el valor erróneo al solicitado por el software de aplicación.
- b. En los puntos de verificación de linealidad restantes, se introducirán los lentes correctos para el valor solicitado por el software de aplicación y se registrarán los resultados en el formato de campo.

Terminado el anterior procedimiento, se registrará en el formato de campo si el equipo aprueba o no el procedimiento, y si complementariamente este se bloquea para la realización de pruebas. Ver línea 18 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o línea 26 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o línea 26 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.

Terminado el procedimiento anterior, se realizará nuevamente la calibración tal y como se especifica en el anterior numeral, es decir con las instrucciones del proveedor de software con la finalidad de dejar el equipo en las condiciones de calibración y linealidad adecuadas y desbloquear el equipo si esta situación se hubiese presentado.

10. Registro de datos del propietario y del vehículo: el auditor responsable debe verificar si el software de aplicación permite el ingreso de datos del propietario y del vehículo, conforme a lo indicado en las tablas 4 y 5 de NTC 4231. Ver líneas 19 y 20 del

FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o líneas 27 y 28 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o líneas 27 y 28 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.

Para el valor del diámetro del tubo de escape, el auditor responsable registrará en el formato de evaluación si el diámetro del tubo de escape es ingresado manualmente o, si es asignado al ingresar el valor de potencia, ya sea digitada o asignada al ingresar la marca y línea del vehículo. Igualmente debe precisar en qué unidades es solicitado por el software.

Nota: los datos correspondientes a las tablas 4 y 5 de NTC 4231 pueden no ser completos, de acuerdo a las exigencias del Ministerio de Transporte.

11. Inspección previa del vehículo: el auditor responsable debe verificar si el software de aplicación permite introducir los siguientes datos, caso en el cual el software debe dar por terminada la prueba al indicar continuar y generar el certificado de rechazo.

a. Inspección visual

- Fugas en el tubo de escape
- Salidas adicionales a las de diseño
- Inexistencia o fugas en la tapa de combustible
- Inexistencia o fugas en la tapa de aceite
- Inexistencia o fugas en el sistema de silenciador
- Elementos generadores de ruido *
- Incumplimiento artículo 38 del decreto 948 o decreto 1552*

**estos puntos sólo se registrarán si el software de aplicación permite el registro, es decir no genera incumplimiento. Igualmente pueden ser ingresados en otra estación de la línea de inspección.*

b. Inspección del Funcionamiento del motor y verificación del funcionamiento del sensor de revoluciones y temperatura del equipo medidor de humos: En las cuales se registrará si el software de aplicación facilita visualizar al operario los parámetros de temperatura y revoluciones del motor al calificar los siguientes aspectos.

- Obstáculos que impidan el avance libre del pedal
- Indicación visual o sonora que indique inadecuadas condiciones del motor y si el gobernador no limita las revoluciones deberá imprimir el resultado por separado y opcionalmente como: “gobernador no limita”, “operación inadecuada del gobernador”, etc.)

Opcionalmente, y que no genera incumplimiento, el auditor responsable verificará si el software de aplicación da indicaciones en pantalla que le indiquen al operario aspectos de preparación del vehículo tales como, verificación de neutro o parqueo, verificación ruedas bloqueadas, verificación luces desactivadas, desactive freno de motor o escape (ahogo),

verificación aire acondicionado o ventilación desactivado, precalentamiento del motor desactivado, accesorios que alteren las revoluciones normales del motor, temperatura estable del motor, etc. Ver líneas 21, 22 y 23 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o líneas 29, 30 y 31 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o líneas 29, 30 y 31 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.

12. Registro de revoluciones y temperatura del motor: el auditor responsable verificará si el software de aplicación permite al operador visualizar, en forma adecuada, las revoluciones y temperatura del motor, y si el software solicita el registro de las revoluciones de ralenti o marcha mínima y revoluciones gobernadas. Ver líneas 24 y 25 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o líneas 32 y 33 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o líneas 32 y 33 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.

Este registro debe realizarse antes de iniciar los ciclos de aceleración libre, si no se cumple esta condición, inclusive la visualización de las revoluciones y temperatura, se registrará como incumplimiento. Adicionalmente registrará si el software de aplicación indica al operario si debe liberar el acelerador u oprimirlo.

Nota: si el software de aplicación no permite el registro de revoluciones, no se continuará con la evaluación del software y se registrará como incumplimiento.

13. Verificación o ajuste del cero y escala completa del medidor de humos: estos ajustes son realizados para garantizar que al terminar el proceso, la respuesta del medidor corresponda a un valor verdadero de opacidad, verificable, con la utilización de lentes de opacidad conocida. Pueden encontrarse diversos diseños, que deben garantizar que la respuesta sea la adecuada. El auditor responsable verificará las siguientes condiciones:

- a. Verificación o ajuste del cero: el software de aplicación debe visualizar en pantalla que realiza el ajuste o verificación del cero indicando al operario que evite que el humo sea introducido en la cámara de medición, es decir sin la sonda conectada entre el vehículo y el opacímetro: 1. El equipo realiza un ajuste automático a cero (re-escalización). 2. El software de aplicación puede verificar si el equipo esta registrando cero, caso en el cual el ajuste consiste en verificar que los transductores o ventanas (protectores de emisor y receptor) están libres de partículas para que la lectura sea cero y evitar que el cero se desvíe más de +/- 1% en la escala de opacidad. Con cualquiera de los dos métodos si el software no señala que la operación no fue exitosa, se debe asumir que la operación fue exitosa. Igualmente, si en cualquiera de los dos casos, el software de aplicación indica que la operación no fue exitosa no se debe diligenciar esta condición como incumplimiento, sólo se indicará incumplimiento en caso que el software no se bloquee para la realización de pruebas de opacidad (certificación a vehículos). Sin embargo, si luego de varios intentos no se logra el ajuste del cero se registrará la condición en el formato de campo para que el establecimiento realice el ajuste del

equipo según las indicaciones del proveedor de mantenimiento del mismo. La información correspondiente se debe diligenciar en las líneas 26 y 28 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o líneas 34 y 36 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o líneas 34 y 36 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.

- b. Verificación de la escala máxima: el software de aplicación debe visualizar en pantalla que está realizando verificación de la escala completa (máxima) o 100%. Para verificar esto, si se realiza manualmente, el software de aplicación debe señalar al operario que obstruya por completo el haz de luz con un elemento adecuado para ello. Opcionalmente, si se realiza automáticamente, se debe verificar que el emisor de luz se apague durante esta operación. El ajuste del 100% o escala máxima solo debe ser exitoso si se evita que la luz proveniente del emisor alcanza el receptor, es decir, apagando el emisor o en su defecto, colocando un elemento que bloquee completamente el haz de luz proveniente del emisor. La información correspondiente se debe diligenciar en las líneas 27 y 28 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o líneas 35 y 36 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o líneas 35 y 36 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.
- c. De manera opcional, y dada la referencia normativa SAE J1667 establecida en NTC 4231, la escala máxima puede ser realizada con la utilización de un lente densidad neutra. Para ello, el lente de opacidad debe ser insertado en la trayectoria óptica del medidor. El lente debe corresponder a un valor nominal de 1.5 a 5.5 m⁻¹. En este caso el software de aplicación debe indicar en pantalla la lectura de densidad corresponde al valor nominal de densidad del lente con una desviación máxima de ± 0.10 m⁻¹. Con este método, si la operación no fue exitosa, es decir si la desviación es superior a lo indicado, el software debe bloquear automáticamente la opción para la realización de pruebas de opacidad. En caso de no bloquearse se indicará la condición de incumplimiento en el formato de campo. La información correspondiente se debe diligenciar en las líneas 27 y 28 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o líneas 35 y 36 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o líneas 35 y 36 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA., indicando en la casilla de observaciones el método de ajuste de la escala completa.

Adicionalmente, el auditor responsable verificará, si en caso de fallar la verificación del cero y escala completa, el software de aplicación permite realizar nuevamente la verificación y si se presenta alguna opción mediante la cual el operador pueda abortar la prueba por falla del equipo. Ver línea 40 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o línea 48 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o línea 48 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.

14. Ejecución, control y validación de la prueba: luego de verificar exitosamente el cero y escala completa (total), el software debe indicar que “inserte la sonda en el tubo de

escape” u otro mensaje similar, y generalmente una confirmación solicitada por el software mediante una instrucción “continuar”, “aceptar” u otra semejante para continuar con la secuencia de la prueba. Para realizar la verificación el auditor responsable requerirá comenzar en varias ocasiones toda la prueba, indicando diferentes diámetros de tubo de escape y modelos de vehículos. Teniendo en cuenta esto, debe realizar al menos los siguientes procedimientos, los cuales permitirán confirmar el cumplimiento o incumplimiento del software de aplicación:

- a. Ejecución normal de la prueba (tiempos): Se indicara al software un diámetro cualquiera, preferiblemente igual a la longitud óptica de trayectoria efectiva o la utilizada por el software equivalente a OPACIDAD MEDIDA. Cuando el software indique “introduzca la sonda” se introducirá un lente con opacidad conocida, o en su defecto algún elemento con opacidad constante y se realizara la secuencia normal de la prueba. Para la captura de revoluciones y temperatura puede utilizarse un vehículo diesel. Alternativamente, se podrá utilizar un vehículo de ciclo diferente, siempre y cuando se tenga la precaución de no acelerarlo a fondo, es decir, a revoluciones normales de funcionamiento. Los resultados de las observaciones se registrarán en la línea 29 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o línea 37 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o línea 37 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA., según sea el caso.
 - Esta prueba puede requerir realizarse en varias ocasiones. Durante la ejecución de la prueba, se deben cronometrar los tiempos de las diferentes secuencias del ciclo, donde se debe verificar que el software permita que el evento de sostenimiento de gobernadas corresponda a entre dos y cuatro segundos, que cuando se inicie el descenso de revoluciones o indicación de liberar el pedal transcurran aproximadamente 15 segundos. Si se observa que los tiempos se encuentran muy desfasados (más de tres segundos) se repetirá el ejercicio hasta que se permita comprobar que efectivamente los tiempos corresponde o no a NTC 4231, ante lo cual se indicará el respectivo cumplimiento o incumplimiento, ver línea 29 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o línea 37 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o línea 37 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.

Nota: los 15 segundos no deben corresponder al tiempo transcurrido entre el cual ya se alcanzaron las revoluciones de ralentí, deben corresponder al momento en el cual se inicia la liberación del pedal o el software indica que se libere el pedal del acelerador. El tiempo de sostenimiento puede ser variable de 2 a 4 segundos, alternativamente puede ser fijo, si esta entre los 2 y 4 segundos, por ejemplo, 3 segundos.

- Tiempos variables en el evento de aceleración y control de máximo 5 segundos para alcanzar gobernadas: Se debe utilizar algún elemento con opacidad constante, como por ejemplo un filtro de calibración. Durante el

evento de aceleración, es decir pasar de ralentí a gobernadas, el auditor responsable debe modificar la velocidad con las cuales se aumentan las revoluciones y determinar si el software de aplicación inicia el periodo de sostenimiento, es decir de los dos a cuatro segundos, una vez se alcanzan las revoluciones gobernadas. En al menos una de las pruebas se debe acelerar lentamente, de tal manera de lograr que se alcancen las revoluciones luego de 6 segundos. Ante lo cual el software de aplicación debe invalidar la aceleración.

Criterio de aceptación: según los diseños de software, varios de ellos son válidos para indicar su cumplimiento o incumplimiento, por ejemplo:

- Cumplimiento si permite tiempos variables en el evento de aceleración y al realizar una aceleración lenta, es decir no alcanzar las revoluciones gobernadas en el tiempo estimado, el software de aplicación dé por terminada la prueba y se genere igualmente el rechazo.
 - Incumplimiento si el tiempo para diferentes pruebas (diferentes vehículos) es fijo. Así se indica incumplimiento en el formato de campo.
 - Cumplimiento si se realiza toda la secuencia de los cuatro ciclos de aceleración libre y al final, cuando se realice la impresión, lo indique como rechazado con “Durante la medición no se alcanza la velocidad gobernada antes de 5 segundos”.
 - Cumplimiento si al realizar una aceleración lenta, es decir al no alcanzar las revoluciones gobernadas en el tiempo estimado, el software de aplicación permita realizar nuevamente la aceleración. En este diseño de software, se deben cumplir las siguientes condiciones: 1. Deben transcurrir 15 segundos antes de iniciar una nueva aceleración. 2. Que el operador tenga la opción de darla por terminada, o rechazarla al seleccionar una opción en el software, ante la cual el software debe, de manera automática, imprimir el resultado como rechazado.
 - Incumplimiento, si bajo ninguna de las tres opciones anteriores se permite generar el certificado de rechazo.
 - Incumplimiento si la prueba se hace repetitiva sin tener la opción de rechazo y finalización por parte del operador.
- b. Corrección por diámetro de tubo de escape: Inicialmente, se indicará al software un diámetro cualquiera, preferiblemente igual a la longitud óptica de trayectoria efectiva o la utilizada por el software equivalente a OPACIDAD MEDIDA. Cuando el software indique “introduzca la sonda” se introducirá un lente con opacidad

conocida, o en su defecto algún elemento con opacidad constante y se realizará la secuencia normal de la prueba. Para la captura de revoluciones y temperatura puede utilizarse un vehículo diesel. Alternativamente se podrá utilizar un vehículo de ciclo diferente, siempre y cuando se tenga la precaución de no acelerarlo a fondo, es decir a revoluciones normales de funcionamiento. Igualmente, si el proveedor suministra herramienta que permita simular las revoluciones del motor, se podrá utilizar esta herramienta.

- Se repetirá la prueba al menos una vez, utilizando el mismo elemento de opacidad constante, pero indicando diferentes potencias, en caso que estas asignen diámetro de tubo automáticamente, o en su defecto diferentes longitudes de diámetro tales como: 150, 127, 102, 76, 51, etc., expresados en milímetros o su equivalente en pulgadas en caso que el diseño del software tenga esta limitante. En cualquier caso deberá permitir el ingreso de valores con el número de dígitos necesarios para expresarlos en milímetros, o fracciones de pulgada. Es decir se indicará incumplimiento si sólo permite ingresar valores redondos en centímetros o unidades de pulgadas. Los resultados se registrarán en las líneas 30, 31, 32 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o líneas 38, 39 y 40 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o líneas 38, 39 y 40 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.

Nota 1: Con la ayuda de una hoja de calculo en la cual se encuentre implementada la ecuación B3 de NTC 4231 o en su defecto la tabla mostrada en el Anexo B de NTC 4231, se verificará si se aplica la corrección por Diámetro de tubo de escape. Los resultados de la verificación se registrarán en la línea 33 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, ó en la línea 41 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, ó en la línea 41 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.

Nota 2: Si se presenta alguna duda, de que los resultados obtenidos pudiesen haber sido afectados por introducción de humo en la cámara de medición o por suciedad del filtro utilizado o elemento de opacidad conocida, se repetirá el ejercicio.

Nota 3: Si se encuentra que el software de aplicación no realiza las correcciones por longitud estándar (diámetro de tubo de escape), no se continuará con la evaluación del equipo y se indicará incumplimiento en el formato de campo.

- c. Corrección por Longitud de Onda: Para realizar esta verificación y dado las características de equipos del mercado, no se requiere de algún tipo de ejercicio durante la auditoría. Es decir, si en las características técnicas se cuenta con los requisitos establecidos en NTC 4231 no se requiere corrección. Sin embargo, si

las características técnicas del conjunto óptico no corresponden a los requisitos de NTC 4231 se solicitará al proveedor de software del equipo medidor de humos, demostración de la corrección efectuada mediante tabla de valores sin corregir y corregidos según la tasa de muestreo del equipo o en su defecto, visualización de la ecuación donde se encuentre la ecuación B5 y sea posible visualizar la relación entre longitudes de onda. Ver línea 34 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o línea 42 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o línea 42 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.

En este caso, la verificación se realizará solamente una vez, es decir no será necesario revisarlo en visitas de auditoría posteriores. Sin embargo, de ser necesario para efectos de comprobación para la primera vez, será necesario que el proveedor realice la demostración accediendo a la modificación de la ecuación, anulando la corrección, es decir relaciones entre longitudes de onda (Wm/Ws) igual a uno (1); y se realizará prueba con un lente de verificación de linealidad y registrará el valor reportado por el medidor. Luego el proveedor de software deberá reactivar la relación entre longitudes de onda en la ecuación y realizará una prueba con el mismo lente de verificación de linealidad y se registrará el valor reportado por el medidor.

Con los datos obtenidos, en presencia del proveedor del equipo, en una hoja de cálculo y con la utilización de la ecuación B5 de NTC 4231, se procederá evaluar la funcionalidad de la ecuación implementada en el software. Para ello, en la hoja de cálculo se modificarán los respectivos valores de longitud de onda reportados en las fichas técnicas y tomando como valor de referencia de opacidad medida, aquella reportada por el medidor en el ejercicio en el cual se anulo la relación entre longitudes de onda, es decir relación Wm/Ws igual a 1.

Alternativamente si no es posible lo anterior y dado las diferentes posibilidades de configuración de software y medidores de humo, el proveedor del equipo y software de aplicación deberán sustentar documentalmente el ajuste respectivo ante el equipo técnico coordinador encargado de la evaluación de equipos medidores de humo.

- d. Determinación de humo máximo: Inicialmente, se indicará al software un diámetro cualquiera, preferiblemente igual a la longitud óptica de trayectoria efectiva o la utilizada por el software equivalente a OPACIDAD MEDIDA. Cuando el software indique “introduzca la sonda” se introducirá un lente con opacidad conocida, o en su defecto algún elemento con opacidad constante y se realizará la secuencia normal de la prueba. Para la captura de revoluciones y temperatura puede utilizarse un vehículo diesel. Alternativamente se podrá utilizar un vehículo de ciclo diferente, siempre y cuando se tenga la precaución de no acelerarlo a fondo, es decir a revoluciones normales de funcionamiento. Igualmente, si el proveedor suministra herramienta que permita simular las revoluciones del motor, se podrá utilizar esta opción. Realizando la siguiente secuencia durante la prueba:

- Para el primer ciclo o de barrido, se dejará el lente introducido.
- Para el segundo ciclo, con el lente introducido, se retirará el elemento antes de que se alcancen las revoluciones gobernadas, es decir, durante el evento de aceleración.
- Para el tercer ciclo, se introducirá y se retirará el lente durante el evento de sostenimiento.
- Para el cuarto ciclo, se introducirá y retirará el lente durante el evento de desaceleración, es decir en el momento en que el software solicite liberar el pedal.

Luego de realizar al menos las pruebas anteriores, el auditor responsable debe realizar la verificación, bajo los siguientes métodos:

1. Método alternativo: De forma alternativa, y de manera temporal hasta cuando las autoridades de certificación lo permitan, si no es posible observar los datos, según la tasa de muestreo, no se registrará como incumplimiento. En este caso, si se consiguen resultados que sean diferentes de cero en cada ciclo se indicara como cumplimiento en la línea 35 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o línea 43 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o línea 43 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA. Si en alguno de los casos, el resultado del ciclo corresponde a cero se indicará incumplimiento.

Adicionalmente, se verificará si el resultado final corresponde al promedio de los tres ciclos finales, es decir sin tener en cuenta el valor del ciclo de barrido, se entenderá como **cumplimiento**, si no corresponde se entenderá como **incumplimiento**. Ver línea 36 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o línea 44 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o línea 44 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.

2. VALOR DE HUMO MÁXIMO FILTRADO (RECOMENDADO): Se procederá a acceder al arreglo de valores o herramienta suministrada por el proveedor de software, para visualizar los datos filtrados capturados durante el muestreo, según la tasa de muestreo del equipo medidor de humos y se comparará con el resultado impreso.

Criterio de Cumplimiento o incumplimiento:

- ✓ Si no se puede visualizar el arreglo de valores filtrados, según la tasa de muestreo del equipo, el cual debe ser mínimo de 20HZ no se podrá evaluar este punto y se entenderá como **incumplimiento**. Ver línea 35 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o línea 43 del

FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES,
o línea 43 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.

- ✓ Si los datos visualizados en alguno de los eventos corresponde a cero se entenderá como **incumplimiento**. Ver línea 36 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o línea 44 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o línea 44 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.
- ✓ Si los valores máximos encontrados para cada uno de los ciclos en el arreglo de datos, corresponden a los valores impresos se considerará **cumplimiento**, si no corresponden se entenderá como **incumplimiento**. Ver línea 35 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o línea 43 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o línea 43 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.
- ✓ Si el resultado final corresponde al promedio de los tres ciclos finales, es decir sin tener en cuenta el valor del ciclo de barrido, se entenderá como **cumplimiento**, si no corresponde se entenderá como **incumplimiento**. Ver línea 36 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o línea 44 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o línea 44 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.

e. VALIDACIÓN DEL ENSAYO DE ACELERACIÓN LIBRE:

- DESVIACIÓN DEL CERO: Se realizará una prueba normal, es decir ejecutada adecuadamente, utilizando un elemento de opacidad constante, preferiblemente el más bajo posible, indicando en el diámetro de tubo de escape, un valor cualquiera o en su defecto 127 mm o su equivalente en potencia. Finalizados los ciclos de aceleración libre, el software de aplicación, deberá indicar al operador que “retire la sonda de medición del tubo de escape” o mensaje similar que cumpla con el cometido. Si esta indicación no se realiza, se indicará **incumplimiento** en la línea 37 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o línea 45 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o línea 45 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA., si realiza la indicación se indicará **cumplimiento**. (verificación del cero en condiciones de cero humo).

Opcionalmente, no se requerirá que el software de aplicación no indique al operario retirar la sonda si tiene un sistema para bloquear la entrada de humo a la cámara de medición.

- Si realiza la indicación, se dejará el lente o elemento de opacidad constante introducido en el opacímetro y se indicará en el software de aplicación “continuar”, o comando similar que busque indicarle al software que la sonda esta desconectada. Se procederá a observar los resultados ya sean impresos o en el arreglo de datos para observar la opacidad máxima registrada. Si la opacidad registrada es mayor que 2%, se verificará que el software realice lo siguiente
 - a. Dé por terminada la prueba mostrando en el registro impreso “falla de motor”
 - b. Alternativamente, el software de aplicación podrá permitir la ejecución de una prueba, siempre y cuando muestre en pantalla la razón de la **invalides de la prueba** y dé indicaciones apropiadas en pantalla para verificar que el opacímetro está correctamente calibrado, que el autocero se realiza con los lentes (protectores) limpios, tal como lo numerado en el punto PREPARACIÓN DEL EQUIPO. Si permite la realización de la prueba sin la adecuada preparación del equipo se indicará **incumplimiento** en la línea 41 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o línea 49 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o línea 49 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA. Si permite la realización de la prueba, con la correcta preparación del equipo, se debe verificar que una vez terminada la prueba el software dé por terminada la prueba, o en su defecto, le permita al operario indicar la condición de terminar la prueba o validarla bajo esas condiciones. En cualquiera de los casos, se verificará que en el registro impreso la prueba haya sido rechazada con la observación “falla de motor”, ante lo cual se indicará **cumplimiento** en la línea 38 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o línea 46 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o línea 46 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA. Si por el contrario el software se torna repetitivo, es decir no permite la finalización satisfactoria de la prueba, ya sea automática o por selección del operario (aceptación o aborto) se indicará **incumplimiento** en la línea 38 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o línea 46 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o línea 46 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.
- Se procederá a observar los resultados ya sean impresos o en el arreglo de datos para observar la opacidad máxima registrada. Si la opacidad registrada es MENOR O IGUAL al 2%, se verificará que el software dé por

terminada la prueba mostrando en el registro impreso los resultados propios de la prueba.

- Realizada(s) la(s) prueba(s) anterior (es), será necesario realizar varias pruebas, indicando diámetros mayores o menores para conseguir opacidades diferentes, de tal manera, que los resultados sean superiores o inferiores al 2%, según sea el caso, hasta que se logre comprobar que el software de aplicación valida desviaciones del cero menores o iguales al 2% e invalida la(s) prueba(s) por “fallas de motor” cuando se consiguen opacidades superiores al 2%. Con los resultados obtenidos se procederá a diligenciar el respetivo cumplimiento o incumplimiento en la línea 38 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o línea 46 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o línea 46 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.
- VARIACIONES DE OPACIDAD ENTRE LOS CILOS VALIDOS (TRES CICLOS): Se realizarán pruebas diferentes, ejecutadas adecuadamente, utilizando un elemento de opacidad constante, preferiblemente el más bajo posible, indicando en el diámetro de tubo de escape, un valor cualquiera o en su defecto 127 mm o su equivalente en potencia, de tal manera de conseguir un resultado de opacidad superior al 5%. Durante la ejecución de la prueba, entre los ciclos válidos, se debe retirar el elemento de opacidad conocida. Si el software solicita una nueva aceleración para validar, es decir, es necesario realizar más de cuatro ciclos totales, se indicará incumplimiento en la línea 39 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, ó en la línea 47 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, ó en la línea 47 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA y no se continuará con la prueba. Finalizados los ciclos de aceleración libre, se verificará que el software realice lo siguiente:
 - a. Dé por terminada la prueba mostrando en el registro impreso “falla de motor” o variaciones o diferencias superiores al 5%
 - b. Alternativamente, el software de aplicación podrá permitir la ejecución de una prueba, siempre y cuando indique en pantalla la razón de la **invalidez de la prueba** y dé indicaciones apropiadas en pantalla para verificar que el opacímetro está correctamente calibrado, que el autocero se realiza con los lentes (protectores) limpios, tal como lo estipulado en el punto PREPARACIÓN DEL EQUIPO. Si permite la realización de la prueba sin la adecuada preparación del equipo se indicará **incumplimiento** en la línea 41 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, ó en la línea 49 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, ó en la línea 49 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA. Si permite la

realización de la prueba, con la correcta preparación del equipo, se debe verificar que una vez terminada la prueba el software dé por terminada la prueba, o en su defecto, le permita al operario indicar la condición de terminar la prueba o validarla bajo esas condiciones. En cualquiera de los casos, se verificará que en el registro impreso la prueba haya sido rechazada con la observación “falla de motor” o “variaciones de opacidad superiores al 5%.

- c. Se procederá a observar los resultados ya sean impresos o en el arreglo de datos para observar las variaciones de opacidad.

Los cuatro ciclos de aceleración libre necesarios, obedecen a que la verificación de los criterios de validación solamente deben ser evaluados una vez sean terminados los ciclos de aceleración libre, es decir, el software de aplicación no debe verificar la validación de la prueba entre uno y otro ciclo. Igualmente, si el software requiere de más de cuatro ciclos correctamente ejecutados, por ejemplo cinco o seis ciclos, no está establecido por la NTC 4231, cuáles ciclos se deben tomar para verificar los criterios de validación, es decir, sería inconsistente tomar los tres más cercanos, los tres más bajos, los tres más altos, los últimos tres, etc.

Adicionalmente, se asume que más de cuatro ciclos sólo deben darse cuando alguno de los ciclos de aceleración libre no fue correctamente ejecutado, caso en el cual debe repetirse el ciclo o abortarse por ejecución incorrecta de la prueba.

- Realizada(s) la(s) prueba(s) anterior (es), será necesario realizar varias pruebas. Indicando diámetros mayores o menores para conseguir opacidades diferentes, de tal manera que permita asegurar que la validación de la prueba corresponde a los resultados mayores y menores de los tres ciclos tenidos en cuenta para el reporte y que no corresponde a comparación entre ciclo y ciclo. Con los resultados obtenidos se procederá a diligenciar el respectivo cumplimiento o incumplimiento en la línea 39 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, ó en la línea 47 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, ó en la línea 47 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.
- OPCIÓN DE ABORTO: El auditor responsable debe verificar si el software de aplicación permite abortar la prueba, al menos por las condiciones expuestas en la tabla 3 de NTC 4231 y registrará la información en la línea 40 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, ó en la línea 48 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, ó en la línea 48 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.
- f. APLICACIÓN FILTRO DE BESSEL: Este punto se evaluará únicamente si el proveedor de software suministra el arreglo de valores filtrados o herramienta que permita capturar los mismos, según la tasa de muestreo del medidor de humos y si

se conocen las características técnicas tales como tiempo de respuesta Eléctrico y Físico. Si no se suministran los datos de tiempos de respuesta requeridos y el acceso a visualizar los datos filtrados según la tasa de muestreo no se podrá evaluar este punto y se entenderá como **incumplimiento**. Por el contrario si es posible tener acceso a los datos mencionados se realizará cualquiera de los dos siguientes procedimientos para calificar el filtro de BESSEL, según herramienta suministrada por el proveedor. En cualquiera de los casos, este procedimiento deberá realizarse asegurándose que el equipo se encuentra correctamente calibrado. Ver línea 42 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o línea 50 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o línea 50 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.

- Si el proveedor o CDA tiene acceso a apagar el emisor de luz, ya sea digital o manualmente, se realizará una prueba, durante la cual se solicitará o apagará el Emisor de luz, teniendo la precaución de que ninguna partícula o humo alcance la trayectoria del haz de luz. Así se solicitará en medio magnético el arreglo de datos filtrados para visualizarlos y organizarlos en una hoja de cálculo, acompañando estos de los tiempos respectivos de acuerdo a la diferencia de tiempos entre datos consecutivos (delta t). Se procederá a hallar los tiempos correspondientes en los cuales el medidor de humos alcanza el 10% y 90% de opacidad, y determinar el tiempo de respuesta del filtro. Con la ayuda de la hoja de cálculo se calculará el tiempo de respuesta general. Si el tiempo de respuesta general esta entre 0.485 y 0,515 segundos se indicará el respectivo cumplimiento en la línea 43 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o línea 51 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o línea 51 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA. De lo contrario se indicará incumplimiento en la casilla correspondiente.

Si alguno de los tiempos de respuesta, físico, eléctrico o la raíz de la suma de sus cuadrados, es superior a 0,515 segundos no se realizará la evaluación y se indicará el incumplimiento dada la imposibilidad de producir un tiempo de respuesta general compatible con NTC 4231.

NOTA 1: Existe la posibilidad que durante la prueba para determinar la correcta implementación del filtro de BESSEL, ésta se vea afectada por la introducción de alguna partícula entre el emisor y receptor, razón por la cual ésta puede requerir repetirse. Para ello, el CDA deberá permitir realizar la prueba en algún habitáculo o espacio donde se asegure que la prueba no puede ser afectada.

NOTA 2: Si apagar el emisor requiere que la operación se realice físicamente, es decir interrumpiendo el suministro de energía al mismo, ésta prueba será la última que se realice del procedimiento de auditoría dado que el mismo CDA deberá encargarse de realizar la adecuada conexión del conductor de suministro de energía al emisor de luz.

NOTA 3: ésta comprobación se realizará solo una vez en el medidor de humos, es decir no será necesario realizarlo en siguientes visitas de auditoria siempre y cuando no sea sugerido o requerido por la autoridad Ambiental Competente, las entidades de certificación, IDEAM o solicitada por el Centro de Diagnóstico.

- Si el proveedor o CDA no tiene acceso a apagar el emisor de LUZ, se realizará una prueba normal de tal manera de obtener diferentes datos de opacidad, es decir no constante en el tiempo. De esta manera, se deben solicitar los datos filtrados y sin filtrar según la tasa de muestreo del equipo y el tiempo de respuesta deseado utilizado por el diseñador de software. Si no es posible obtener los datos anteriores no se podrá evaluar y se entenderá como **incumplimiento**. Si por el contrario se puede tener acceso a los datos requeridos, se solicitará en medio magnético el arreglo de datos filtrados, los cuales se evaluarán en oficina para determinar la **adecuada o inadecuada** implementación del filtro de BESSEL.

15. Almacenamiento y reporte: El equipo auditor responsable debe verificar que el software de aplicación permita registrar la información de las pruebas, que permita la generación de archivos con los resultados exactos de las pruebas para ser entregados a la Autoridad Ambiental Competente y que el reporte impreso de revisión corresponda con el formato de reporte definido por el Ministerio de transporte de acuerdo con la Normatividad Vigente. Ver línea 46 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_CDA, o línea 53 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_FUENTES MÓVILES, o línea 53 del FORMATO DE EVALUACIÓN OPACÍMETROS_PAA.

NOTA 1: El manual presentado obedece a lo establecido en las especificaciones normativas al momento de su publicación, sin embargo, su modificación esta sujeta a solicitudes u observaciones de los diferentes actores involucrados en el proceso, previa revisión de la Subdirección de Calidad del Aire Auditiva y Visual.

NOTA 2: En cualquier caso, si el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial establece mediante directiva o Resolución, elementos a tenerse en cuenta en el desarrollo de la prueba, características de software de aplicación o reporte de resultados, y estas son contrarias a lo establecido en el presente manual, la evaluación se hará de acuerdo a lo establecido en las respectivas directivas o Resoluciones y la correspondiente información se registrará en la casilla de observaciones generales del formato de campo.

126PM04-PR11-I1-V3.0