ANÁLISIS DE OPACIDAD

1. Objetivo

Establecer las actividades para realizar la evaluación de emisiones de humo generadas por las fuentes móviles accionadas con diésel, método aceleración libre

2. Definiciones

- **Calibración:** operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación.
- **Error máximo permitido:** valor extremo del valor permitido para el analizador de gases.
- **Exactitud de medida, exactitud:** proximidad entre un valor medido y un valor verdadero de un mesurando.
- **Gobernador de velocidad:** sistema limitador de la velocidad del motor que impide que este sobrepase la velocidad gobernada.
- **Hardware:** conjunto físico con el que cuenta el opacímetro, incluyendo estructura, elementos de computo, sondas, sensores, mecanismos, sistemas eléctricos y electrónicos
- **Humo diésel:** partículas incluidas aerosoles, suspendidos en la corriente gaseosas del escape de una fuente móvil a diésel, que absorbe, refleja o refracta la luz.
- **Humo negro:** partículas compuestas de carbón (hollín) que son expulsadas como producto del proceso de combustión del motor.
- **Opacidad:** fracción de la luz expresada en porcentaje (%) que al ser enviada desde una fuente se le impide llegar al receptor del instrumento observador y que se expresa en función de la transmitancia.
- **Opacímetro de tipo muestreo (opacímetro de flujo parcial):** medidor de humo que toma continuamente una muestra de una porción de la totalidad de los gases de escape que fluyen y los dirige a una celda de medida. Con este tipo de medidores de humo, la trayectoria óptica efectiva es función del diseño del medidor de humo.
- **Opacímetro:** tipo de medidor de humo diseñado para medir la opacidad de una corriente o muestra de humo mediante el principio de extinción de luz.
- **Prueba abortada:** prueba que por factores externos a la prueba misma no puede llegar a su fin y no genera un número consecutivo para la emisión del correspondiente certificado de emisiones en los programas de control establecidos por las autoridades competentes.
- **Prueba rechazada:** prueba que llega a su fin y posee un número de consecutivo. El rechazo se puede dar por incumplimiento de los requisitos dados en la verificación previa o del requisito de opacidad o de las condiciones de prueba durante el ensayo.
- **Sensor de temperatura:** elemento que se utiliza con el fin de determinar la temperatura del aceite lubricante del Carter del motor.
- **Sensor por revoluciones por minutos del motor:** elemento que se utiliza con el fin de determinar las revoluciones por minuto del motor.
- **Software de aplicación:** programa que permite el desarrollo secuencial, funciones del analizador y registro de cada una de las condiciones de la prueba de inspección de un vehículo relacionada con las emisiones de gases contaminantes.

- **Sonda de muestreo:** elemento que se introduce en el tubo de escape del vehículo con el objeto de tomar una muestra de los gases de escape del mismo.
- **Temperatura mínima para la prueba:** es la temperatura mínima del motor medida en el aceite lubricante o en el bloque del motor requerida para realizar la prueba de emisiones de gases, o el procedimiento de calentamiento establecido en la normatividad aplicable.
- **Temperatura normal de operación:** temperatura del aceite del motor, establecida por el fabricante o ensamblador del vehículo, para la operación del motor. Cuando no se disponga de la especificación del fabricante o ensamblador del vehículo, la temperatura normal de operación se logra cuando el aceite en el Carter del motor ha alcanzado mínimo los 60 ºC.
- **Transmitancia (T):** es la fracción de luz, expresada en porcentaje (%) que, al ser transmitida desde una fuente, a través de una trayectoria obscurecida por humo, llega al receptor del instrumento observador.
- **Vehículo rechazado:** vehículo cuya prueba llega a su fin y presenta número consecutivo.
  El rechazo puede estar asociado al incumplimiento de los requisitos necesarios para el vehículo en evaluación, o por incumplimiento de los límites normativos aplicables.
- **Velocidad de crucero:** corresponde a 2500 r/min +- 250 r/min, las cuales son mantenidas estables y sin carga al motor, con la luz encendida en neutro o condición de parqueo y sin ningún otro elemento de consumo eléctrico encendido.
- **Velocidad gobernada:** velocidad máxima que puede alcanzar el motor antes de que se produzca la reducción o corte de suministro de combustible, para evitar daños por sobre-revoluciones. Es un parámetro especificado por el fabricante del motor.
- **Velocidad mínima de rotación (ralentí):** corresponde a la velocidad mínima de rotación del motor, necesaria para mantener en operación y sin carga, con las luces encendidas. Corresponde a la posición “neutro” para transmisión manual y “parqueo” para transmisión automática, sin accionar el acelerador.
- **Velocidad mínima de rotación (ralentí):** corresponde a la velocidad mínima de rotación del motor, necesaria para mantener en operación, sin accionar el acelerador del vehículo. En caso de vehículos con sistema de choque o arranque en frio de operación manual, este debe estar desactivado
- **Verificación:** aportación de evidencia objetiva de que un elemento satisface los requisitos especificados.

3. Condiciones de seguridad industrial

Actividad	Descripción de la Actividad	Responsable
1	Antes de iniciar la prueba de gases el Inspector debe utilizar: Careta para emisión de gases, Guantes de cuero, botas punta de acero, overol, tapa oídos, gorra y gafas de protección.	Inspector
2	En caso de que la prueba sea realizada en un recinto cerrado, este debe contar con ventilación, para evitar la acumulación de gases de escape que puedan afectar la salud del Inspector.	Inspector

Actividad	Descripción de la Actividad	Responsable
3	No se debe utilizar manillas, pulseras, relojes u otro tipo de accesorios	Inspector
4	Se debe tener precauciones con las conexiones a la batería del vehículo	Inspector
5	Asegurar el capo ó cabina cuando tome temperatura del vehículo	Inspector

4. Condiciones de preparación del equipo de medición

Actividad	Descripción de la Actividad	Responsable
1	Se debe verificar la presencia en el puesto de trabajo de los documentos internos aplicables, los manuales y fichas de los equipos.	Inspector
2	Se debe verificar que los certificados de calibración correspondan a los equipos y periféricos con los que se va a operar.	Inspector
3	Se deben realizar las rutinas de mantenimiento descritas en el formato chequeo diario LAB-F-030	Inspector
4	Encender e iniciar el opacímetro.	Inspector
5	Ingresar la clave de usuario.	Inspector
6	Verificar que el equipo alcance las condiciones de calentamiento y estabilidad establecidas por la normatividad vigente.	Inspector
7	Realizar verificación de linealidad antes de la puesta en servicio.	Inspector
8	Verificar el reporte de linealidad.	Inspector
9	En caso de que la verificación linealidad no sea aprobada, debe realizarse una revisión del equipo para detectar cualquier tipo inconveniente que pueda presentar.	Inspector
10	En caso de realizar algún tipo de limpieza o rutina de mantenimiento, se debe realizar nuevamente el proceso de verificación de linealidad	Inspector
11	En caso de que definitivamente no sea posible realizar una verificación de linealidad exitosa, mediante una inspección rutinaria o una revisión normal del equipo, se deberá informar al departamento técnico para su reparación y esto deberá ser consignado en el chequeo diario LAB-F-030	Inspector

5. Condiciones de seguridad para con el Vehículo.

Actividad	Descripción de la Actividad	Responsable
1	Verificar que el freno de seguridad este activado.	Inspector
2	Cuando se tomen RPM en batería retirar con cuidado la cubierta que la protege y al finalizar el procedimiento dejarla como se encontraba.	Inspector

Actividad	Descripción de la Actividad	Responsable
3	Abrir y cerrar con cuidado el capo ó cabina de los vehículos	Inspector
4	En ningún momento dejar las llaves del vehículo puestas sin la supervisión requerida para evitar posibles inconvenientes con los bloqueos de seguridad del vehículo, que puedan dejar las llaves encerradas dentro del automotor.	Inspector

6. Condiciones previas para la operación

Actividad	Descripción de la Actividad	Responsable
1	Confrontar la información de los documentos con el vehículo	Inspector
2	Verificar que no exista acumulación de gases de escape, que pueda afectar el resultado de la prueba	Inspector
3	Verificar que el tubo de escape no tenga agua acumulada que pueda causar daños en el equipo y en las sondas	Inspector
4	Verificar que la sonda temperatura quede al mismo nivel de la bayoneta de medida de aceite	Inspector
5	Posicionar los cables de las sondas o accesorios de medición para que no hagan contacto con los ventiladores, poleas o cualquier parte móvil del motor del vehículo que permita daño a los accesorios o al motor	Inspector

7. Inspección y preparación previa del vehículo

Actividad	Descripción de la Actividad	Responsable
1	Digitar la información del propietario y del vehículo respectivo, indicando la potencia o diámetro de tubo de escape	Inspector
2	Verificar que se cumplan las siguientes condiciones ambientales - Temperatura ambiente entre º5 C y 55 ºC - Humedad relativa no mayor a 90% Verificar que el software registre estas variables	Inspector
3	Verificar que la sonda se encuentra por fuera del tubo de Escape	Inspector
4	Posicionar la transmisión en neutro (transmisiones manuales) y el pedal del embrague libre o posición de parqueo o neutro (transmisión automática) NOTA para algunos modelos de vehículos puede ser necesario activar y desactivar el embrague durante la preparación del vehículo con el fin de no alterar las revoluciones a las cuales se debe ejecutar la prueba de aceleración súbita.	Inspector

Actividad	Descripción de la Actividad	Responsable
5	Verificar posición de parqueo (vehículo con transmisión automática), si la transmisión no presenta esta opción, se debe ubicar en posición de neutro, durante toda la prueba.	Inspector
6	Verificar que las ruedas del vehículo estén bloqueadas o el vehículo inmovilizado NOTA en caso de que no funcione el freno manual, se debe colocar unos tacos que garanticen el bloqueo.	Inspector
7	Verificar que el aire acondicionado del vehículo este Apagado	Inspector
8	Desactivar el freno de motor o de escape, en caso que el vehículo este equipado con estos sistemas	Inspector
9	Apagar todo sistema de precalentamiento del aire de Admisión	Inspector
10	Desactivar todos aquellos dispositivos instalados en el motor o en el vehículo que alteren las características normales de velocidad del motor y que tengan como efecto la modificación de los resultados de los resultados de la prueba de aceleración libre o que impidan su ejecución adecuada	Inspector
11	Verificar que no existan obstáculos que impidan el avance libre del pedal del acelerador en todo su recorrido. Si existen tales obstáculos la prueba debe ser rechazada	Inspector
12	Encender las luces y comprobar que cualquier otro equipo eléctrico este apagado	Inspector
13	Abrir con cuidado el capo o cabina de los vehículos	Inspector
14	Ubicar sensores de temperatura y revoluciones del motor	Inspector
15	Colocar en marcha el motor del vehículo	Inspector
16	Verificar sensorialmente fugas en el tubo de escape, uniones en el múltiple y silenciador de sistema de escape del vehículo. Nota: los orificios de drenaje propios del diseño original que se presentan en algunos tubos de escape no se deben considerar como fugas y por lo tanto no generan rechazo del vehículo	Inspector
17	Verificar sensorialmente salidas adicionales a las de diseño original del vehículo	Inspector
18	Verificar sensorialmente inexistencia o fugas en la tapa de Combustible	Inspector
19	Verificar sensorialmente inexistencia o fugas en la tapa de Aceite	Inspector
20	Verificar sensorialmente la instalación de accesorios o deformaciones en el tubo de escape que no permitan la introducción del acople	Inspector

Actividad	Descripción de la Actividad	Responsable
21	Verificar sensorialmente la incorrecta operación del sistema de refrigeración, por medio de inspección como: - Verificación de fugas - Verificación del estado de ventilador del sistema - Vibraciones o posibles contactos por deflexión de los alabes del ventilador a altas revoluciones - Elementos con sujeción inadecuada - Entre otros	Inspector
22	Registrar en el software el resultado de la inspección sensorial cuando se presenten	Inspector
23	Revisar que no exista alguna obstrucción entre el emisor o receptor, o algún tipo de contaminación en el opacímetro en el momento de la verificación de la desviación del cero.	Inspector
24	Obstruir por completo el haz de luz, con un elemento adecuado para ello en el momento en el que el software se lo indique para la realización de la verificación del valor máximo de la escala 100 %.	Inspector
25	Verificar la temperatura del aceite del motor y determinar cuál de las dos siguientes situaciones se están presentando: 1- Temperatura mayor o igual a 50°C: en este caso se puede realizar la prueba inmediatamente, sin embargo, es responsabilidad del inspector determinar si esta temperatura es adecuada para la ejecución de la prueba o si por el contrario es mejor esperar a que la temperatura se estabilice y alcance su punto óptimo antes de realizar la prueba- 2- Temperatura inferior a 50°C: en este caso la prueba puede ser realizada teniendo en cuenta que la diferencia entre la temperatura medida a inicio de la prueba y la temperatura medida al finalizar la prueba no sea mayor o igual a 10 °C, en caso tal la prueba debe ser abortada y se realizara una nueva prueba. Si el mismo fenómeno se repite la prueba deberá ser rechazada por operación incorrecta. NOTA: En cualquier caso antes de realizar el registro de la temperatura se recomienda operar el motor a revoluciones medias por un tiempo prudencial, dependiendo de la temperatura inicial medida y el modelo del motor hasta que se determine que es estable.	Inspector

Actividad	Descripción de la Actividad	Responsable
26	Verificar que el gobernador de la bomba de inyección este limitando la velocidad del motor, para lo cual se debe seguir el siguiente procedimiento - Con el motor en ralentí, se presiona lentamente el acelerador y se permite que la velocidad del motor se incremente gradualmente para alcanzar su velocidad gobernada. A medida que se incrementa la velocidad se debe prestar atención a cualquier indicación visible o sonora que pueda poner en duda las buenas condiciones del motor o del vehículo - Si no hay señales de problemas, se debe permitir que le motor incremente su velocidad hasta tal punto en que sea posible comprobar que el gobernador limita la velocidad máxima del motor. Si no hay indicio de que la capacidad limitadora del gobernador no está operando, o que se esté presentando algún daño en el motor o alguna condición insegura para el personal o el equipo, debe liberarse inmediatamente el acelerador y rechazarse la prueba.	Inspector
27	Registrar los valores de velocidad ralentí y gobernada Nota. En caso de que no se cuente con la información del fabricante del motor sobre la velocidad ralentí o gobernada se debe determinar dichas velocidades experimentalmente, al momento de verificar que el gobernador de la bomba de inyección limite la velocidad del motor	Inspector
28	Verificar que el vehículo alcance la velocidad de gobernación registrada previamente con una variabilidad máxima de +/- 100 r/min en menos de 5 segundos mediante la realización de una aceleración súbita, en la cual el acelerador es accionado a fondo en un tiempo igual o menor a 1 seg. Esta verificación se puede repetir un máximo de 3 veces, si en ninguna de estas aceleraciones se alcanza la velocidad de gobernación en el tiempo indicado, se rechaza la prueba por condiciones deficientes de operación.	Inspector

Actividad	Descripción de la Actividad	Responsable
29	Introducir la sonda de muestreo: Al introducir la sonda de muestreo se debe verificar que: 1- La punta o cabezal de la sonda de muestreo debe ubicarse garantizando una posición contra corriente, es decir paralela y en dirección opuesta al flujo de los gases de escape, sin ser conectada al opacímetro. Verifique que se presente flujo de gas a través de la sonda, con el motor encendido, y continuar con el procedimiento. 2- La punta o cabezal de la sonda de muestreo quede ubicada en una posición contracorriente (paralela y en dirección opuesta al flujo de gases de escape) 3- Si el vehículo posee más de una salida de escape (diseño original), efectuando las aceleraciones necesarias a velocidad gobernada, identificar si existe diferencia apreciable en el humo entre las salidas (para instalar la sonda donde se aprecie más humo), o si es de características similares (mismo flujo), caso en el cual se seleccionará para la instalación de la sonda de muestreo el que permita más fácilmente su instalación. 4- Verificar el flujo de la sonda antes de conectarla al opacímetro Nota: En caso que el vehículo disponga de tubo de escape en la parte superior, debe hacerse uso del tubo de extensión de alcance; diseñado para ayudar al inspector a instalar de forma adecuada la sonda de muestreo en los vehículos que disponen de este tipo. Es importante mencionar que la instalación de la sonda mediante el uso de este tipo de ayuda mecánica, debe cumplir con el ítem 1 y 2 de este apartado.	Inspector

8. Procedimiento de medición

Actividad	Descripción de la Actividad	Responsable
1	Oprimir completamente el acelerador en un tiempo menor a un segundo.	Inspector

Actividad	Descripción de la Actividad	Responsable
2	Mantener el acelerador completamente oprimido hasta que el motor alcance su velocidad gobernada. Luego de alcanzarla, debe mantenerla de 2 s a 4 s y después soltar el acelerador para que el motor regrese a su velocidad de ralentí. Nota. Si a los 5 s de estar el acelerador completamente oprimido, el motor no ha alcanzado su velocidad gobernada, el software de aplicación del equipo deberá abortar la prueba	Inspector
3	Una vez suelto el acelerador, deben transcurrir de 15s a 20s antes de iniciar el siguiente ciclo de aceleración	Inspector
4	Este procedimiento se debe realizar cuatro veces, empleando la secuencia anteriormente descrita.	Inspector
5	Si durante la ejecución de la prueba se evidencia una falla técnica en el motor y/o sus accesorios se debe dar por terminada la prueba e ingresar la condición de rechazo por falla súbita del vehículo.	Inspector
6	Una vez terminados los cuatros ciclos de aceleración el Inspector debe retirar la sonda de muestreo del vehículo y permitir que se realice la verificación de la desviación del cero para que se puedan verificar los criterios de validación de la prueba de forma correcta.	Inspector
7	En caso de no cumplirse el criterio de desviación del cero menor al 2%, la prueba deberá ser repetida hasta un máximo de 3 veces, si dadas las tres repeticiones se sigue presentando el incumplimiento de este criterio la prueba deberá ser abortada y será repetida cuando se hayan resuelto las posibles anomalías del opacímetro.	Inspector
8	En caso de no cumplirse el criterio de desviaciones de opacidad mayor al 5%, la prueba debe ser repetida un máximo de 3 veces. Si dadas las 3 repeticiones se sigue presentando el incumplimiento de este criterio la prueba deberá ser rechazada y se reportará por mal funcionamiento del vehículo. (Ser mayor a 5% de opacidad si el reporte de valor de humos máximo se hace a una LTOE estándar de 200 mm o menos)	Inspector
9	Finalizar la prueba	Inspector
10	Apagar el vehículo	Inspector
11	Retirar sensor de revoluciones del motor	Inspector

VERSIÓN	DESCRIPCIÓN DE LOS CAMBIOS PRINCIPALES	FECHA DE APROBACIÓN
1	Adopción	15-06-2011
2	Cambia código interno Se actualizan algunas actividades de análisis de opacidad de acuerdo a la NTC 4231:2002	15-05-2012
3	Se definió: Objetivo, alcance y responsables SE incorporaron: Definiciones, documentos relacionados, registros y control de cambios GENERALIDADES: Se estructuraron las actividades de análisis de gases– gasolina vehículos de acuerdo a la NTC 4231:2002 y el protocolo IDEAM de la siguiente forma: Condiciones de seguridad industrial, condiciones de preparación del equipo de medición, condiciones de seguridad para con el Vehículo, condiciones previas para la operación, inspección y preparación previa del vehículo, verificación, ajuste del cero y valor máximo, procedimiento de medición, entrega e interpretación de resultados	06-02-2013
4	Se corrige código del documento quedando LAB-I-002 responsables: Se actualizaron los cargos de los responsables GENERALIDADES Condiciones de seguridad industrial Condiciones de preparación del equipo de medición - Se incluye la verificación de documentos aplicables y certificados de calibración en el puesto de trabajo - Se incluyen instrucciones más específicas en la realización de la linealidad Condiciones de seguridad para con el Vehículo - Se incluye la supervisión de las llaves del vehículo Condiciones previas para la operación - Se elimina la verificación de condiciones ambientales - Se elimina la verificación de niveles de emisiones del vehículo Inspección y preparación previa del vehículo - Se actualiza actividades de acuerdo a la NTC 4231:2012 Procedimiento de medición - Se actualiza actividades de acuerdo a la NTC 4231:2012	
5	Eliminación de alcance y responsabilidades, cambio de formato de control de cambios y de revisión, adición de una nota en la actividad 29 del punto 7, actualización actividad 29 en el numeral 7.	24-02-2020

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Firma: FIRMA EN ORIGINAL IMPRESO **Nombre**: Carolina Velásquez M **Cargo**: Asistente SIG **Fecha:** 10-02-2020	**Firma**: FIRMA EN ORIGINAL IMPRESO **Nombre:** Luis Mario Castillo **Cargo**: Líder Laboratorio Ambiental **Fecha:** 14-02-2020	**Firma**: FIRMA EN ORIGINAL IMPRESO **Nombre**: Juan Manuel Huertas **Cargo**: Director Departamento Técnico **Fecha:** 24-02-2020