

	<b>MEDICIÓN Y ANALISIS AMBIENTAL</b>	CODIGO: MA-P-054
		VERSION: 9
		FECHA: 05-11-2021
	<b>PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DEL SVCA</b>	Página 1 de 17

## 1. OBJETIVO

Garantizar que los equipos de campo y de laboratorio que constituyen el Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire (SVCA) de CORPOGUAJIRA, se mantengan en condiciones óptimas de funcionamiento, buscando la obtención de resultados confiables en el monitoreo de calidad del aire.

## 2. ALCANCE

Este procedimiento aplica a todos los equipos de campo y de laboratorio utilizados en las actividades asociadas a los monitoreos en el SVCA de CORPOGUAJIRA, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Método de referencia para la determinación de material particulado como PM10 en la atmósfera: **EPA e - CFR Titulo 40, parte 50, apéndice J.**
- Manual de operación de los fabricantes de los equipos de campo y de laboratorio.
- Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire del MADS.

## 3. RESPONSABLES


Profesional Especializado Grado 15, Profesional Especializado Grado 12, Técnico Operativo Grado 13 y Contratistas.

## 4. DEFINICIONES

- **CALIBRACIÓN:** Es el conjunto de operaciones metrológicas que tiene por finalidad determinar errores de un instrumento de medición en función de los valores correspondientes de la magnitud a medir.
- **MANTENIMIENTO:** Conjunto de actividades técnico-administrativas cuyo único objetivo es incrementar la vida útil de un bien al mínimo costo
- **VERIFICACIÓN:** Confirmación mediante examen y aportes de evidencia objetiva de que se han cumplido requisitos especificados, utilizando para ello elementos trazables

## 5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

NTC ISO/IEC 17025, Resolución 2154 de 2010, Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems US-EPA y manual de operación de los fabricantes de los equipos.


	<b>MEDICIÓN Y ANALISIS AMBIENTAL</b>	CODIGO: MA-P-054
		VERSION: 9
	<b>PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DEL SVCA</b>	FECHA: 05-11-2021
Página 2 de 17		

## 6. PROCEDIMIENTO


Para los equipos de campo y de laboratorio que requieran calibración por parte de un laboratorio externo acreditado para tal fin, dicho proceso se realizará cada dos (2) años atendiendo el uso que se les da a los equipos. En la tabla 1 se enuncian las consideraciones para tener en cuenta buscando realizar la verificación en los equipos de campo y de laboratorio que hacen parte del SVCA de CORPOGUAJIRA, de forma que se puedan obtener resultados confiables del monitoreo de calidad del aire.

**Tabla 1. Consideraciones para realizar la verificación de equipos.**

No	DESCRIPCION	RESPONSABLE	DOCUMENTOS/ REGISTROS
1	<p><b>CALIBRACIÓN Y VERIFICACION DE LA BALANZA ANALÍTICA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>CALIBRACIÓN EXTERNA:</b> La balanza analítica debe ser calibrada cada dos (2) años por un laboratorio externo acreditado en la Norma ISO IEC 17025 para actividades de calibración. Se debe guardar registro de dicha calibración en la hoja de vida del equipo. En el caso de que el certificado de calibración indique que a las mediciones generadas por el equipo se le debe hacer algún tipo de corrección, deberá procederse conforme a dicha indicación.</li> <li><b>VERIFICACIÓN DE LA BALANZA ANALÍTICA (CHEQUEO DE CALIDAD):</b> Antes de iniciar a utilizar la balanza, debe ser diligenciado el Formato uso de balanza (R MAP054-3). Seguidamente, se procederá a limpiar la cámara de pesaje y el soporte del filtro con un pincel. Además, comprobar si la burbuja de nivel se encuentra centrada, en caso contrario es necesario nivelar. Sacar la balanza del modo Stand by o reposo y esperar hasta que el display muestre cero; si esto ocurre se debe registrar en el Formato pesaje de filtros (R MAP052-1) un "OK" en la columna de chequeo de cero y la celda se colocará en verde; si el display no muestra cero se suspenderá el proceso por problemas con la Balanza.</li> </ul> <p>Si el chequeo de cero es "OK", realice una verificación de la balanza analítica usando las masas estándar y registre los resultados en el Formato Rutina de Verificación de la Balanza</p>	<p>Responsable Matriz aire</p> <p>Analistas o Profesional Especializado Grado 12</p> <p>Analistas o Profesional Especializado Grado 12</p>	<p>Certificado de calibración de la balanza analítica y Hoja de vida de equipos</p> <p>Formato uso de balanza (R MAP054-3) y Formato pesaje de filtros (R MAP052-1)</p> <p>Formato Rutina de Verificación de la Balanza (R MAP054-2)</p>

	<b>MEDICIÓN Y ANALISIS AMBIENTAL</b>	CODIGO: MA-P-054
		VERSION: 9
	<b>PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DEL SVCA</b>	FECHA: 05-11-2021
Página 3 de 17		

No	DESCRIPCION	RESPONSABLE	DOCUMENTOS/ REGISTROS
	<p>(R MAP054-2). Esta verificación se efectúa pesando las masas estándar (valor conocido de referencia) que tienen pesos entre 1 a 5 g. Como control de calidad, los valores registrados en cada uno de los tres pesajes deben desviarse (tener un error relativo) hasta un 0.07% respecto a los valores nominales (reales) de cada masa estándar; es decir, de acuerdo con los rangos establecidos en la columna “Rango permisible” del Formato Rutina de Verificación de la Balanza (R MAP054-2).</p> <p>Si la diferencia entre los valores nominales y los registrados se encuentran dentro de los rangos permisibles, marcar con √ en la casilla “Rango OK” del Formato Rutina de Verificación de la Balanza (R MAP054-2). Si estos valores difieren en más del 0.07%, se debe realizar una calibración interna de la balanza para lo cual se deberá presionar el botón Cal/Menú; realizado esto, proceda a verificar nuevamente los rangos con las pesas estándar dejando registro de esta segunda verificación debe quedar en la columna de “Observaciones” del Formato Rutina de Verificación de la Balanza (R MAP054-2). Si persiste el problema con los rangos permisibles, suspenda el proceso e informe al profesional especializado responsable del laboratorio.</p> <p>Los valores nominales y registrados para cada una de las masas estándar, deberán ser llevados al Formato pesaje de filtros (R MAP052-1) buscando corregir de manera automática, el peso de cada filtro procesado con los datos obtenidos en la verificación de la balanza analítica.</p>	<p style="text-align: center;">Analistas o Profesional Especializado Grado 12</p> <p style="text-align: center;">Analistas o Profesional Especializado Grado 12</p>	<p style="text-align: center;">Formato Rutina de Verificación de la Balanza (R MAP054-2)</p> <p style="text-align: center;">Formato pesaje de filtros (R MAP052-1)</p>
2	<p><b>CALIBRACIÓN DEL HORNO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>CALIBRACIÓN EXTERNA</u>: El horno usado para extraer la humedad a la sílica gel debe ser calibrado cada dos (2) años por un laboratorio externo acreditado en la Norma ISO IEC</li> </ul>	<p>Responsable Matriz aire</p>	<p>Certificado de calibración del horno y Hoja de vida de equipos</p>

	<b>MEDICIÓN Y ANALISIS AMBIENTAL</b>	CODIGO: MA-P-054
		VERSION: 9
	<b>PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DEL SVCA</b>	FECHA: 05-11-2021
		Página 4 de 17


No	DESCRIPCION	RESPONSABLE	DOCUMENTOS/ REGISTROS
	17025 para actividades de calibración. Se debe guardar registro de dicha calibración en la hoja de vida del equipo. En el caso de que el certificado de calibración indique que a las mediciones generadas por el equipo se le debe hacer algún tipo de corrección, deberá procederse conforme a dicha indicación.		
3	<p><b>CALIBRACIÓN DE LOS TERMOHIGRÓMETROS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>CALIBRACIÓN EXTERNA:</b> Los termohigrómetros usados para la medición de condiciones ambientales en el área del laboratorio y en los desecadores, deben ser calibrados cada dos (2) años por un laboratorio externo acreditado en la Norma ISO IEC 17025 para actividades de calibración. Se debe guardar registro de dicha calibración en la hoja de vida del equipo. En el caso de que el certificado de calibración indique que a las mediciones generadas por el equipo se le debe hacer algún tipo de corrección, deberá procederse conforme a dicha indicación.</li> </ul>	Responsable Matriz aire	Certificado de calibración de los termohigrómetros y Hoja de vida de equipos
4	<p><b>CALIBRACIÓN DEL ORIFICIO TRANSMISOR DE FLUJO NORMAL CALIBRADO (KIT DE CALIBRACIÓN)</b></p> <p>Puede ser un juego de platos o un sistema con una resistencia de flujo variable (Variflow). El juego de platos consiste en un tubo metálico y cinco platos intercambiables, con diferentes orificios que permiten varios tipos de flujo. El sistema de resistencia de flujo variable (Variflow) es un tubo metálico con un par de discos que permiten obtener varias aberturas al girar uno de los discos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>CALIBRACIÓN EXTERNA:</b> El orificio utilizado en la verificación de flujo para equipos de alto volumen (Hi-Vol), debe ser calibrado bianualmente, debido al uso y teniendo en cuenta que de su calibración depende la respuesta confiable de las verificaciones de calibración a los equipos de monitoreo. Esta calibración debe estar a cargo de un proveedor externo, debidamente acreditado por un organismo certificador. Se debe</li> </ul>	Responsable Matriz aire	Certificado de calibración del Variflow y Hoja de vida de equipos

	<b>MEDICIÓN Y ANALISIS AMBIENTAL</b>	CODIGO: MA-P-054
		VERSION: 9
	<b>PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DEL SVCA</b>	FECHA: 05-11-2021
		Página 5 de 17


No	DESCRIPCION	RESPONSABLE	DOCUMENTOS/ REGISTROS
	guardar registro de dicha calibración en la hoja de vida del equipo.		
5	<p><b><u>VERIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN EN LOS MUESTREADORES HI-VOL DE FLUJO MÁSIKO</u></b></p> <p>De acuerdo con el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, la verificación de calibración en los equipos muestreadores de alto volumen (Hi-Vol) de flujo másico que hacen parte del SVCA de CORPOGUAJIRA, se debe realizar en los siguientes casos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Una vez sea instalado el equipo.</li> <li>○ Cuando se cambia el sitio de muestreo.</li> <li>○ Después del cambio de alguna de las partes principales del equipo (motor, mazorca o escobillas).</li> <li>○ Periódicamente, por lo menos cada tres meses.</li> <li>○ Después de 360 horas de medición.</li> <li>○ Si los resultados de una verificación de calibración en campo exceden los límites de control de calidad (<math>\pm 10\%</math> de la tasa de flujo indicada para el muestreador; es decir, que estén por fuera del rango de flujo comprendido entre 1.02 y 1.24 m<sup>3</sup>/min).</li> </ul> <p>Para realizar la verificación de flujo se deben seguir los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>Organización de equipos y herramientas requeridas para la verificación de calibración:</u></b> En la oficina, organice todo lo requerido para la verificación de calibración usando el formato Lista de chequeo para verificación de calibración de equipos Hi-Vol de flujo másico del SVCA. Entre los equipos o herramientas se encuentran las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Orificio Transmisor de Flujo Normal Calibrado (Kit de calibración): Para el SVCA de CORPOGUAJIRA, las</li> </ul> </li> </ul>	Técnico Operativo Grado 13	Formato de lista de chequeo para verificación de calibración de equipos Hi-Vol de flujo másico del SVCA (R MAP053-3)

	<b>MEDICIÓN Y ANALISIS AMBIENTAL</b>	CODIGO: MA-P-054
		VERSION: 9
	<b>PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DEL SVCA</b>	FECHA: 05-11-2021
		Página 6 de 17

No	DESCRIPCION	RESPONSABLE	DOCUMENTOS/ REGISTROS
	<p>verificaciones de calibración se realizan con sistema con una resistencia de flujo variable (Variflow). Estos kits de calibración poseen una ecuación de calibración con su respectiva curva, la cual se obtiene a través de un patrón primario o medidor de volumen estándar de desplazamiento positivo, denominado Rootsmeter®. La relación de calibración de este orificio transmisor de flujo normal debe ser referenciada bianualmente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Manómetro de Agua: Con rango de 0-400 mm (0-16 in) y escala mínima de 2 mm (0.1 in).</li> <li>○ Termómetro: Capaz de medir de una manera precisa temperaturas del aire ambiente en un rango de 0 - 50°C con exactitud de 0.1°C.</li> <li>○ Barómetro: Capaz de medir de una manera precisa presión barométrica ambiental en un rango de 500 – 800 mm Hg (66 a 106 KPa) con precisión al mm Hg. Debe estar referenciado a un estándar de precisión conocida dentro de ±5 mm Hg. Para mediciones en campo, un barómetro aneroide portátil (ej. un altímetro de escalador o de ingeniero) es apropiado.</li> </ul> <p>Podrá ser usado también Altímetro - higrómetro barómetro de alta precisión para la toma de datos como presión y temperatura en campo (multifunción: altímetro, barómetro, brújula, termómetro e higrómetro). Así mismo, se podrá utilizar la información que genere alguna estación meteorológica ubicada en el sitio de monitoreo de calidad del aire.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Otros:</b> Herramientas manuales varias, partes de los equipos, elementos para limpieza, etiquetas, computador portátil, hoja de cálculo, entre otros.</li> </ul>		

	<b>MEDICIÓN Y ANALISIS AMBIENTAL</b>	CODIGO: MA-P-054
	<b>PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DEL SVCA</b>	VERSION: 9
		FECHA: 05-11-2021
		Página 7 de 17

No	DESCRIPCION	RESPONSABLE	DOCUMENTOS/ REGISTROS
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>Registro Preliminar y preparación de implementos</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Identifique información referente al lugar de la verificación de calibración (nombre de la estación de monitoreo), fecha, encargado de la verificación de calibración, identificación de los equipos (Número de Serial / Modelo), identificación del kit de calibración (serial, pendiente, intercepto y fecha de la última calibración).</li> <li>○ Asegúrese de llevar todos los implementos necesarios para realizar todas las actividades programadas.</li> </ul> </li>   <li>• <b><u>Preparación del Equipo para la verificación de calibración, aplicación de prueba de fugas y toma de registros en campo:</u></b> Para la verificación de calibración se deben tener en cuenta las siguientes precauciones           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ La calibración puede ser afectada por las fluctuaciones de voltaje.</li> <li>○ No se debe realizar la calibración bajo condiciones de altas velocidades de viento, ya que éstas pueden provocar fluctuaciones de presión en los manómetros.</li> <li>○ No deben realizarse estas operaciones en condiciones de mal tiempo (lluvia, tormentas, neblina, etc.).</li> </ul> <p>El procedimiento por ejecutar para realizar la verificación de calibración en los equipos Hi-Vol de flujo másico que hacen parte del SVCA de CORPOGUAJIRA es el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verifique la calidad de la energía usando el voltímetro. Los equipos Hi-Vol trabajan a 110 V y para la verificación de la calibración se requiere que el voltaje esté en un rango comprendido entre 110 V <math>\pm</math> 10 V. Si el voltaje está en el rango continúe con el siguiente paso, si está por fuera suspenda la actividad y deje registro del porqué en el</li> </ul> </li> </ul>	<p>Técnico Operativo Grado 13</p> <p>Técnico Operativo Grado 13</p>	<p>Formato Digital Verificación de la Calibración de Equipos Hi-Vol PM10 Másico (R MAP054-1)</p> <p>Formato Digital Verificación de la Calibración de Equipos Hi-Vol PM10 Másico (R MAP054-1)</p>

	<b>MEDICIÓN Y ANALISIS AMBIENTAL</b>	CODIGO: MA-P-054
		VERSION: 9
	<b>PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DEL SVCA</b>	FECHA: 05-11-2021
Página 8 de 17		

No	DESCRIPCION	RESPONSABLE	DOCUMENTOS/ REGISTROS
	<p>espacio de observaciones del Formato digital de Verificación de la calibración de los equipos Hi-Vol PM10 Másico.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verifique el buen estado de sellos y empaquetaduras para evitar fugas.</li> <li>○ Instale un filtro nuevo; desconecte el motor del Timer programable integrado y/o del controlador de flujo en aquellos equipos donde éste sea independiente del Timer; conecte el motor directamente a la energía, encienda el equipo y permita que opere entre 3 y 5 minutos para establecer equilibrio térmico; apague el equipo y retire el filtro. Este paso debe ser obviado si se realiza un cambio de alguna de las partes principales del equipo (motor, mazorca o escobillas) porque se debe proceder con el asentador de escobillas por 10 minutos a 110 voltios con el fin de garantizar una mayor durabilidad de la pista del motor, estabilización de las escobillas y un adecuado funcionamiento del sistema; lo que permite que en el equipo se establezca el equilibrio térmico.</li> <li>○ Instale el adaptador del kit de calibración apretando las tuercas en esquinas alternas para evitar fugas y coloque el orificio calibrador.</li> <li>○ Verifique que las válvulas del manómetro externo estén completamente abiertas (los meniscos deben coincidir en ambas columnas del manómetro; para mayor comodidad al tomar los registros del manómetro, ubique los meniscos hasta que coincidan con en el cero de la reglilla).</li> <li>○ Conecte una manguera desde la salida de presión del motor (ubicada en la carcasa) hasta una de las válvulas del manómetro.</li> <li>○ Encienda nuevamente el equipo, permita que opere entre 2 y 3 minutos para reestablecer el equilibrio térmico y</li> </ul>		



	<b>MEDICIÓN Y ANALISIS AMBIENTAL</b>	CODIGO: MA-P-054
		VERSION: 9
	<b>PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DEL SVCA</b>	FECHA: 05-11-2021
		Página 9 de 17

No	DESCRIPCION	RESPONSABLE	DOCUMENTOS/ REGISTROS
	<p>realice prueba de fugas. La prueba de fugas se realiza cerrando la entrada de aire del Variflow o tapando totalmente (con cualquier medio) la entrada de aire del calibrador y la toma de presión del orificio calibrador; si no hay caída de presión (verifique que los meniscos en ambas columnas del manómetro estén coincidiendo) y/o no se escucha un sonido (silbido), se comprueba que no hay fugas en el equipo. Evite mantener encendido el equipo con la entrada de aire bloqueada por más de 30 segundos, porque puede dañar el motor. Si el monitor tiene fugas, apague el equipo y revise nuevamente los empaques y repita la prueba de fugas. Las fugas son usualmente causadas por el empaque en la unión del orificio y el plato, por los empaques del equipo (adecuada ubicación y estado), por rotura o mal estado en la manguera, por desajuste en la rosca del cable del motor, etc. Cuando el monitor esté libre de fugas, apáguelo y proceda a realizar la verificación de calibración.</p> <p>Registre en el Formato Digital Verificación de la Calibración de Equipos Hi-Vol PM10 Másico (R MAP054-1) si el equipo pasa o no la prueba de fugas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Desconecte la manguera del manómetro y conéctela desde la salida de presión del motor (ubicada en la carcasa) hasta el registrador de flujo.</li> <li>○ Marque una carta de registro con el nombre del equipo al que se le va a realizar la verificación de calibración y con la fecha; colóquela en el registrador de flujo y verifique que la plumilla del registrador de flujo este adecuadamente puesta en cero (la pluma descansa sobre la parte más interna del círculo de la carta); si no está, ajústela hasta que llegue a cero.</li> </ul>		

	<b>MEDICIÓN Y ANALISIS AMBIENTAL</b>	CODIGO: MA-P-054
		VERSION: 9
	<b>PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DEL SVCA</b>	FECHA: 05-11-2021
		Página 10 de 17

No	DESCRIPCION	RESPONSABLE	DOCUMENTOS/ REGISTROS
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verifique nuevamente que los meniscos del manómetro estén en el cero de la reglilla; conecte una manguera desde la toma de presión del kit de calibración hasta una de las válvulas del manómetro; encienda el equipo, abra el Variflow hasta obtener un flujo inicial de 36 Pie<sup>3</sup>/min o CFM y permita que se reestablezca el equilibrio térmico por mínimo tres (3) minutos y luego registre en el Formato digital de Verificación de la calibración de los equipos Hi-Vol PM10 Másico la siguiente información: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La presión barométrica en milímetros de mercurio (mm de Hg).</li> <li>✓ La temperatura ambiente en grados centígrados (°C).</li> <li>✓ ΔH: Caída de presión a través del kit de calibración en pulgadas de agua (lectura tomada del manómetro).</li> <li>✓ La lectura de la carta registradora de flujo en pie cúbico por minuto -CFM-. Tenga en cuenta que luego de registrar un flujo, debe girar un poco la carta para que no hallan confusiones en el registro de los demás valores del flujo.</li> </ul> </li> <li>○ Sin apagar el equipo repita el paso anterior para cuatro (4) posiciones o aperturas adicionales del sistema con resistencia de flujo variable (Variflow) teniendo en cuenta que la última posición no sea superior a 44 Pie<sup>3</sup>/min o CFM. Apague el equipo.</li> <li>○ Cargada toda la información primaria en el Formato digital de Verificación de la calibración de los equipos Hi-Vol PM10 Másico, este automáticamente realizará los siguientes cálculos: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Presión Atmosférica Promedio - Pa (mm Hg): Es el promedio aritmético de los cinco (5) datos de presión</li> </ul> </li> </ul>		



**MEDICIÓN Y ANALISIS AMBIENTAL**

CODIGO: MA-P-054

VERSION: 9

FECHA: 05-11-2021

**PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DEL SVCA**

Página 11 de 17

No	DESCRIPCION	RESPONSABLE	DOCUMENTOS/ REGISTROS
	<p>atmosférica tomados para cada posición del Variflow. Su fórmula de cálculo es la siguiente:</p> $P_a = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5}{5}$ <p>Donde: Pa: Presión atmosférica promedio (mm Hg) P1...P5: Presión atmosférica tomados para cada posición del Variflow.</p> <p>✓ Temperatura Ambiente Promedio - Ta (K): Es la suma de 273.15 más el promedio aritmético de los cinco (5) datos de temperatura ambiente tomados para cada posición del Variflow. Su fórmula de cálculo es la siguiente:</p> $T_a = 273.15 + \left( \frac{T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5}{5} \right)$ <p>Donde: Ta: Temperatura Ambiente Promedio (K) 273.15: Factor de conversión de °C a K. T1...T5: Temperatura ambiente para cada posición del Variflow.</p> <p>✓ Caudal actual – Qa: Se calcula para cada posición del Variflow mediante la siguiente expresión:</p> $Q_a = \frac{[\Delta H \left( \frac{T_a}{P_a} \right)]^{0.5} - b_x}{m_x}$ <p>Dónde: Qa: Caudal actual a través del calibrador (m³/min) ΔH: Caída de presión a través del calibrador (pulgadas de H2O) Ta: Temperatura ambiente promedio (K) Pa: Presión atmosférica promedio (mm Hg) bx: Intercepto de la relación de calibración del kit de calibración (a condiciones actuales)</p>		

	<b>MEDICIÓN Y ANALISIS AMBIENTAL</b>	CODIGO: MA-P-054
		VERSION: 9
	<b>PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DEL SVCA</b>	FECHA: 05-11-2021
		Página 12 de 17

No	DESCRIPCION	RESPONSABLE	DOCUMENTOS/ REGISTROS
	<p>mx: Pendiente de la relación de calibración del kit de calibración (a condiciones actuales)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Validación del caudal actual: Para verificar que el Qa de cada posición del Variflow se encuentre dentro del rango de flujo de PM10 (1.13 m<sup>3</sup>/min ± 10%). Si más de tres posiciones se salen del rango debe repetirse la verificación de calibración.</li> <li>✓ Lectura transformada de la carta de registro o rotámetro - It: Se calcula para cada posición del Variflow mediante la siguiente expresión: <math display="block">It = I \left[ \frac{(Ta + 30)^{0.5}}{Pa} \right]</math> <p>Dónde:</p> <p>It: Lectura transformada de la carta de registro (Pie<sup>3</sup>/min o CFM)</p> <p>I: Lectura de la carta de registro (Pie<sup>3</sup>/min o CFM)</p> <p>Ta: Temperatura ambiente promedio (K)</p> <p>30: Equivale a 30K, se adiciona para lograr una adecuada aproximación al valor de la temperatura del aire a la salida del motor.</p> <p>Pa: Presión atmosférica promedio (mm Hg)</p> </li> <li>✓ El formato automáticamente realiza una gráfica lineal, para la cual en el eje de las abscisas (eje horizontal o eje X) va el caudal actual (Qa) para cada posición de Variflow y en el eje de las ordenadas (eje vertical o eje Y) va la lectura transformada de la carta de registro (It) para cada posición de Variflow. De la gráfica se obtienen los términos de la ecuación de la línea recta y se hace el cálculo del coeficiente de correlación (r) el cual debe ser mayor que 0.990; de no cumplirse se debe realizar la verificación de calibración nuevamente.</li> </ul>		



**MEDICIÓN Y ANALISIS AMBIENTAL**

CODIGO: MA-P-054

VERSION: 9

FECHA: 05-11-2021

**PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DEL SVCA**

Página 13 de 17

No	DESCRIPCION	RESPONSABLE	DOCUMENTOS/ REGISTROS
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lectura transformada corregida de la carta de registro - <math>It_c</math>: Se calcula para cada posición del Variflow mediante la siguiente expresión: <math display="block">It_c = (Qa * m_r) + b_r</math> Dónde: Itc: Lectura transformada corregida de la carta de registro (Pie<sup>3</sup>/min o CFM) Qa: Caudal actual a través del calibrador (m<sup>3</sup>/min) mr: Pendiente (obtenida de la gráfica lineal) br: Intercepto (obtenido de la gráfica lineal)</li> <li>✓ Desviación - Desv: Es calculada para cada plato posición del Variflow. Debe ser de ±0.04 m<sup>3</sup>/min (±1.41 Pie<sup>3</sup>/min) y se calcula de la siguiente manera: <math display="block">Desv = It - It_c</math> Dónde: Desv: Desviación (Pie<sup>3</sup>/min). It: Lectura transformada de la carta de registro (Pie<sup>3</sup>/min) Itc: Lectura transformada corregida de la carta de registro (Pie<sup>3</sup>/min)</li> <li>✓ Validación de la desviación: Para verificar que ningún punto se desvíe de ±0.04 m<sup>3</sup>/min (±1.41 Pie<sup>3</sup>/min). Si la desviación está fuera del rango establecido se debe realizar la verificación de calibración nuevamente.</li> <li>○ Flujo de trabajo: El formato calcula automáticamente tres (3) flujos de trabajo: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Caudal Óptimo de trabajo (Set Point - SSP): Es el valor óptimo de flujo en el que debe trabajar el equipo, se calcula así:</li> </ul> </li> </ul>		



**MEDICIÓN Y ANALISIS AMBIENTAL**

CODIGO: MA-P-054

VERSION: 9

FECHA: 05-11-2021

**PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DEL SVCA**

Página 14 de 17

No	DESCRIPCION	RESPONSABLE	DOCUMENTOS/ REGISTROS
	$SSP \approx Qa_{opt} * m_r * b_r * \frac{Pa^{0.5}}{Ta + 30}$ <p>Dónde:</p> <p>SSP: Valor óptimo de flujo (Pie<sup>3</sup>/min)</p> <p>Qa<sub>opt</sub>: Caudal actual óptimo para un equipo PM10 (equivale a 1.13 m<sup>3</sup>/min)</p> <p>m<sub>r</sub>: Pendiente (obtenida de la gráfica lineal)</p> <p>b<sub>r</sub>: Intercepto (obtenido de la gráfica lineal)</p> <p>Pa: Presión atmosférica promedio (mm Hg)</p> <p>Ta: Temperatura ambiente promedio (K)</p> <p>30: Equivale a 30K, se adiciona para lograr una adecuada aproximación al valor de la temperatura del aire a la salida del motor</p> <p>✓ Caudal mínimo de trabajo (Set Point Mínimo - SSP<sub>min</sub>): Es el valor mínimo de flujo en el que debe trabajar el equipo, se calcula así:</p> $SSP_{min} \approx Qa_{min} * m_r * b_r * \frac{Pa^{0.5}}{Ta + 30}$ <p>Dónde:</p> <p>SSP<sub>min</sub>: Valor mínimo de flujo (Pie<sup>3</sup>/min)</p> <p>Qa<sub>min</sub>: Caudal actual mínimo para un equipo PM10 (equivale a 1.02 m<sup>3</sup>/min)</p> <p>m<sub>r</sub>: Pendiente (obtenida de la gráfica lineal)</p> <p>b<sub>r</sub>: Intercepto (obtenido de la gráfica lineal)</p> <p>Pa: Presión atmosférica promedio (mm Hg)</p> <p>Ta: Temperatura ambiente promedio (K)</p> <p>30: Equivale a 30K, se adiciona para lograr una adecuada aproximación al valor de la temperatura del aire a la salida del motor</p>		



**MEDICIÓN Y ANALISIS AMBIENTAL**

CODIGO: MA-P-054


VERSION: 9

FECHA: 05-11-2021

**PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DEL SVCA**

Página 15 de 17

No	DESCRIPCION	RESPONSABLE	DOCUMENTOS/ REGISTROS
	<p>✓ Caudal máximo de trabajo (Set Point Máximo - SSPmax): Es el valor máximo de flujo en el que debe trabajar el equipo, se calcula así:</p> $SSP_{\max} = Qa_{\max} * m * r + b * \frac{Pa}{Ta + 30}^{0.5}$ <p>Dónde:</p> <p>SSPmax: Valor máximo de flujo (Pie<sup>3</sup>/min)</p> <p>Qamax: Caudal actual máximo para un equipo PM10 (equivale a 1.24 m<sup>3</sup>/min)</p> <p>mr: Pendiente (obtenida de la gráfica lineal)</p> <p>br: Intercepto (obtenido de la gráfica lineal)</p> <p>Pa: Presión atmosférica promedio (mm Hg)</p> <p>Ta: Temperatura ambiente promedio (K)</p> <p>30: Equivale a 30K, se adiciona para lograr una adecuada aproximación al valor de la temperatura del aire a la salida del motor</p> <p>○ Para que la verificación de calibración sea conforme se debe cumplir las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Que por lo menos tres (3) de las cinco (5) ratas de flujo de calibración (Qa) se encuentren dentro del rango aceptable de flujo (1.02 a 1.24 m<sup>3</sup>/min para equipos PM10).</li> <li>✓ Que el coeficiente de correlación (r) no sea menor a 0.990.</li> <li>✓ Que ningún punto se desvíe más de 0.04 m<sup>3</sup>/min (1.41 Pie<sup>3</sup>/min) del valor pronosticado por la ecuación de regresión.</li> </ul> <p>Si cargada toda la información primaria en el Formato digital de Verificación de la calibración de los equipos Hi-Vol PM10 Másico, todos los ítems del numeral "8. Validación de la verificación de la calibración" quedan</p>		

	<b>MEDICIÓN Y ANALISIS AMBIENTAL</b>	CODIGO: MA-P-054
		VERSION: 9
	<b>PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DEL SVCA</b>	FECHA: 05-11-2021
		Página 16 de 17

No	DESCRIPCION	RESPONSABLE	DOCUMENTOS/ REGISTROS
	<p>en color verde se puede confirmar que la calibración está conforme a lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire; si alguno de estos ítems queda en color rojo se debe repetir la verificación de calibración.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Si la calibración está conforme, retire el orificio calibrador y conecte nuevamente el motor al Timer programable integrado y/o al controlador de flujo en aquellos equipos donde éste sea independiente del Timer. Conecte el Timer o controlador a la fuente de energía.</li> <li>○ Instale un filtro limpio, encienda el equipo por lo menos durante tres (3) minutos hasta que alcance la temperatura de operación y ajuste el flujo de acuerdo Caudal Óptimo de trabajo (Set Point - SSP).</li> <li>○ Verifique que el controlador de flujo mantenga la rata de flujo por al menos tres (3) minutos. Apague el equipo, que a partir de ahora está listo para el siguiente muestreo.</li> <li>○ En una etiqueta, registre el Caudal Óptimo de trabajo (Set Point - SSP), el rango de trabajo del equipo, el nombre del encargado, el motivo y la fecha de la verificación de calibración. Pegue con cinta transparente ésta etiqueta en la parte de arriba del registrador de flujo del equipo.</li> </ul> <p>• <b><u>Recolección de equipos y herramientas requeridas para la verificación de calibración:</u></b> Usando el formato Lista de chequeo para verificación de calibración de equipos Hi-VOL de flujo másico del SVCA realice la recolección de todos los equipos y herramientas en campo, validando que no se quede ningún implemento en el campo.</p>	<p>Técnico Operativo Grado 13</p>	<p>Formato de lista de chequeo para verificación de calibración de equipos Hi-Vol de flujo másico (R MAP053-3).</p>






	<b>MEDICIÓN Y ANALISIS AMBIENTAL</b>	CODIGO: MA-P-054
		VERSION: 9
	<b>PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DEL SVCA</b>	FECHA: 05-11-2021
		Página 17 de 17

### CONTROL DE CAMBIOS

VERSION	FECHA	DESCRIPCION DEL CAMBIO
2	5 de diciembre de 2013	Cambio de formato del procedimiento de formato e inclusión de definiciones
3	1 de Julio de 2014	Inclusión del alcance de los métodos de referencia y la normatividad
4	13 de Agosto de 2015	Cambio de formato, código, inclusión de los responsables, documentos de referencia y el control de documentos
5	12 de octubre de 2018	Se unifico el documento con el Procedimiento Verificación de equipos HI VOL, que se eliminó. Se excluyó todo lo concerniente a Partículas Suspendidas Totales (PST) debido al cambio en la normativa Colombiana. Se incluyeron las fórmulas para los cálculos respectivos de la verificación de calibración y se modificó el rango de flujo de operación de los equipos PM10 de acuerdo con el método de referencia.
6	25 de abril de 2019	Se incluyó lo relacionado con la organización y recolección de repuestos y equipos requeridos para la verificación de calibración. Se modificó el rango de flujo de operación de los equipos PM10 de acuerdo con el método de referencia.
7	20 de octubre de 2020	Se actualizó fecha y versión. Se modificó el nombre del procedimiento incluyendo todos los equipos (de campo y de laboratorio) usados en el monitoreo de calidad del aire. Esta misma inclusión se hizo en el Objeto y en el Alcance del procedimiento. Se definió el tiempo para hacer las calibraciones de equipos por parte de laboratorios de calibración externos y acreditados (cada 2 años). Se organizo el procedimiento de manera que inicialmente quedara definido el tema de calibración de equipos de laboratorio y posteriormente los de campo. Se excluyeron los valores de flujo en CFM para las posiciones intermedias obtenidas durante la verificación de calibración. Se modificaron los nombres de los funcionarios que aprueban el documento atendiendo los cambios que hubo en la Corporación.
8	12 de febrero de 2021	Por modificaciones en el método de referencia, se excluyó el factor 30 (equivalente a 30K adicionado para lograr una adecuada aproximación al valor de la temperatura del aire a la salida del motor) de las fórmulas de cálculo de la Lectura transformada de la carta de registro o rotámetro - $I_t$ , el Caudal Óptimo de trabajo (Set Point - $SSP$ ), el Caudal mínimo de trabajo (Set Point Mínimo - $SSP_{min}$ ) y el Caudal máximo de trabajo (Set Point Máximo - $SSP_{max}$ ).
9	05 de noviembre de 2021	Se actualizó fecha y versión. Se modificó el ítem de "VERIFICACIÓN DE LA BALANZA ANALÍTICA (CHEQUEO DE CALIDAD)" ajustando el paso a paso y el rango para el control de calidad de esta actividad.

	<b>MEDICIÓN Y ANALISIS AMBIENTAL</b>	CODIGO: MA-P-054
		VERSION: 9
	<b>PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DEL SVCA</b>	FECHA: 05-11-2021
Página 18 de 17		

### APROBACIÓN DEL DOCUMENTO

Aprobación del Documento		
Acción	Funcionario	Firma
Elaborado/Actualizado por:	Eider José Gámez Frías Profesional Especializado Grado 15	
Revisado por	Julio Raúl Vega Ramírez subdirector Gestión Ambiental	
Revisado por	Jaiker Gómez Profesional Especializado	 Jaiker Gómez
Aprobado por	Fare José Romero Peláez Representante de la Dirección	