
	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 4
		Página 1 de 22

## CONTENIDO

1.	OBJETIVO.....	3
2.	DESTINATARIOS.....	3
3.	GLOSARIO.....	3
4.	REFERENCIAS .....	5
5.	GENERALIDADES .....	5
5.1	EQUIPOS.....	6
	<b>5.1.1 Equipos patrón</b> .....	6
	<b>5.1.2 Equipos auxiliares</b> .....	6
5.2	Accesorios e implementos de limpieza .....	7
6.	REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PROCEDIMIENTO .....	7
7.	DESCRIPCION DE ETAPAS Y ACTIVIDADES .....	9
7.1	ETAPA 1: RECEPCIONAR Y REVISAR EL ESTADO DEL RECIPIENTE VOLUMÉTRICO (RVC). .....	9
	<b>7.1.1 Recepcionar y revisar el estado del recipiente volumétrico</b> .....	9
	<b>7.1.2 Realizar prueba de fugas</b> .....	10
7.2	ETAPA 2: REALIZAR EL PREMOJADO DEL RVP Y DEL RVC .....	10
	<b>7.2.1 Llenar el RVP</b> .....	10
	<b>7.2.2 Verter el contenido del RVC</b> .....	10
	<b>7.2.3 Realizar ajuste y lectura de menisco del RVP</b> .....	10
7.3	ETAPA 3: CALIBRAR EL CUERPO DEL RVC .....	10


Elaborado por:  Nombre: Arcesio Velandia Carreño- Yenny Astrid Hernández Gómez Cargo: Profesional Universitario - Contratista Dirección de Investigaciones para el Control y Vigilancia de Reglamentos técnicos y Metrología Legal	Revisado y Aprobado por:  Nombre: Jairo Enrique Malaver Barbosa- Ana María Prieto Rangel Cargo: Superintendente Delegado para el Control y Vigilancia de Reglamentos técnicos y Metrología Legal- Directora de Investigaciones para el Control y Vigilancia de Reglamentos técnicos y Metrología Legal	Aprobación Metodológica por:  Nombre: Giselle Johanna Castelblanco Muñoz Cargo: Representante de la Dirección para el Sistema de Gestión de Calidad Fecha: 2019-04-16
---	---	---

Cualquier copia impresa, electrónica o de reproducción de este documento sin la marca de agua o el sello de control de documentos, se constituye en copia no controlada.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 4
		Página 2 de 22

7.3.1	<b>Calibrar el cuerpo del RVC</b>	11
7.3.2	<b>Ajustar la escala</b>	11
7.3.3	<b>Calibrar el cuerpo después de ajuste de la escala</b>	12
7.3.4	<b>Verificar la escala</b>	13
7.4	ETAPA 4: CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS REGISTRADOS DE LA INCERTIDUMBRE DEL RVC	13
7.4.1	<b>Calcular y analizar los datos registrados</b>	14
7.4.2	<b>Generar los resultados de la calibración del RVC</b>	17
7.5	ETAPA 5: CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS DE LA INCERTIDUMBRE DE LA ESCALA	17
7.5.2	<b>Generar los resultados de la Verificación de la escala</b>	19
7.6	ETAPA 6: ELABORAR, REVISAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Y EL RECIPIENTE VOLUMÉTRICO CALIBRADO	19
7.6.1	<b>Elaborar el certificado de calibración</b>	20
7.6.2	<b>Enviar y Revisar certificado de calibración</b>	20
7.6.3	<b>Entregar el RVC y el certificado de calibración</b>	22
7.6.4	<b>Aplicar la encuesta de satisfacción RT03-F07</b>	22
8.	DOCUMENTOS RELACIONADOS	22
9.	RESUMEN CAMBIOS RESPECTO A LA ANTERIOR VERSIÓN	22

COPIA CONTROLADA

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 4
		Página 3 de 22

## 1. OBJETIVO

Describir la metodología empleada para realizar la calibración de recipientes volumétricos con capacidad de 18927,06 mL (5 galones), por el método volumétrico; para: alcaldías, rutas, casas del consumidor y el grupo de trabajo de inspección y vigilancia de metrología legal.

## 2. DESTINATARIOS

Servidores públicos y/o contratistas que hagan parte del laboratorio de volumen.

## 3. GLOSARIO

La terminología usada en este documento cumple con lo indicado en el vocabulario internacional de metrología. (VIM versión actual), conceptos fundamentales generales, y términos asociados, además para los propósitos de este documento, se aplican las siguientes definiciones:

**AJUSTE DE UN SISTEMA DE MEDIDA:** conjunto de operaciones realizadas sobre un sistema de medida para que proporcione indicaciones prescritas (escala).

**CALIBRACIÓN:** proceso de comparación de una magnitud sometida a medición (mensurando) y un patrón conocido y trazable incluyendo la incertidumbre asociada.

**CAPACIDAD:** Es el volumen del fluido que puede contener o suministrar un instrumento de medición de volumen.

**CERTIFICADO DE CALIBRACION:** Documento utilizado para la entrega de resultados de una calibración.

**ESCALA:** la distancia del intervalo


**FACTOR DE COBERTURA:** número mayor a uno, por el que se multiplica una incertidumbre típica combinada para obtener una incertidumbre expandida, se utiliza el símbolo k para el factor de cobertura.

**FLUIDO:** líquido utilizado para la calibración

**FLUJO:** Volumen de fluido que pasa a través de la sección transversal de un ducto en la unidad de tiempo.

**GRADOS DE LIBERTAD:** número de valores que pueden ser asignados, antes de que el resto de las variables tomen un valor automáticamente.

***INCERTIDUMBRE DE MEDIDA: Parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza.***

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 4
		Página 4 de 22

INTERVALO DE MEDIDA: se utiliza para indicar los extremos de la escala.

***IP: Instrumento patrón (pipeta)***

MENISCO: es la forma convexa y/o cóncava que toma el líquido dentro del cuello, curvándose hacia arriba o hacia abajo, en cuellos pequeños este se curva normalmente hacia abajo

MENSURANDO: magnitud particular sujeta a medición.

METODO VOLUMÉTRICO: Suministro de líquido, determinando el volumen en un valor de referencia indicado por una marca de graduación, ajustando la capacidad estándar en un volumen nominal. Se ajusta mediante la adición o sustracción de líquido hasta el nivel que corresponda con la marca de graduación o la lectura sobre la base de escala.

METRÓLOGO: servidor público encargado de realizar las mediciones, que puede influir directamente en la medición en la lectura de menisco, en el llenado y vaciado, procedimiento o en el manejo de los equipos.

PATRÓN: establecido por medio de una calibración respecto a un patrón primario

REGLILLA: platina donde van impresos los trazos de la graduación del equipo.

***RESPONSABLE DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA: es el servidor público o contratista encargado de autorizar los certificados de calibración y al personal clave para la realización de las calibraciones.***

***RESPONSABLE DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LOS LABORATORIOS: es el servidor público o contratista encargado de diseñar, documentar, implementar y hacer seguimiento a todos los documentos propios del laboratorio así como los documentos definidos en el SIGI.***


RVC: recipiente volumétrico a calibrar

RVP: recipiente volumétrico patrón

SISTEMA DE AJUSTE: componentes del recipiente para la toma de medida directa.

TIEMPO DE DRENAJE (VERTIDO): Tiempo transcurrido entre el momento en que comienza el drenaje y el momento en que el caudal continuo termina y comienza a fluir en forma de gotas.

TIEMPO DE ESCURRIDO: (tiempo inmediatamente después del tiempo de drenaje) tiempo transcurrido a partir de la interrupción del caudal continuo durante el cual se permite que el líquido continúe saliendo del recipiente en forma de gotas, este siempre se debe indicar en el certificado de calibración.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 4
		Página 5 de 22

TRAZABILIDAD METROLÓGICA: Propiedad de un resultado de medida por la cual el resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medida.

VOLUMEN: espacio que ocupa un cuerpo ya sea sólido, líquido o gaseoso.

$V_{sp}$ : Volumen suministrado por probetas

#### 4. REFERENCIAS


Jerarquía de la norma	Numero/Fecha	Título	Artículo	Aplicación Específica
<i>ISO/IEC 17025</i>	<i>2ª edición 2017</i>	<i>Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración</i>	<i>Aplicación total</i>	<i>Competencia de los laboratorios para la calibración de volumen.</i>
VIM	3ª edición 2012	Vocabulario intencional de metrología. Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados.	Aplicación total	Para metrología básica
Guía Técnica Euramet cg- 21	1.0 (04/2013)	Guía para la calibración de patrones de volumen utilizando el método volumétrico.	Aplicación total	Calibración de los patrones de volumen por el método volumétrico.
<i>Guía Técnica Euramet cg- 19</i>	<i>1.0 (09/2009)</i>	<i>Guía para la calibración de patrones de volumen utilizando el método gravimétrico</i>	<i>Numeral 5.3.7</i>	<i>Calibración de los patrones de volumen por el método volumétrico.</i>
GUM	2008	Guía para estimar la incertidumbre de la medición	Aplicación total	Lineamientos para estimar incertidumbres

#### 5. GENERALIDADES

El método volumétrico consiste en comparar la capacidad del líquido [para suministrar] del RVC, con la capacidad del RVP.

**Los equipos patrones a utilizar, deben encontrarse dentro del periodo de validez de calibración.**

**Los equipos a calibrar, deben estar limpios para no tener interferencias en el proceso de calibración.**

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 4
		Página 6 de 22

El líquido usado para la calibración es el suministrado por la red de agua potable.

***Si hay pérdida de líquido en la transferencia del RVP al RVC, se debe reiniciar el ciclo.***

***En la hoja de cálculo se contemplan los factores de corrección a los que haya lugar.***

Como separador decimal el laboratorio opta por usar la coma (,).

Para la verificación de la escala se usa el intervalo de  $\pm 10$  in<sup>3</sup>, 189,3 mL teniendo como referencia el punto cero de la escala.

***Para tomar la lectura del volumen en el RVP y RVC, se observa el menisco que se forma en el visor. Para evitar el error de paralaje se debe leer el menisco en su punto más bajo. Ver figura 1.***

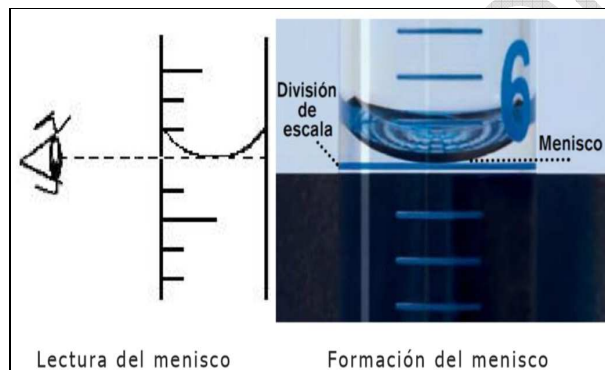


Figura 1. Visión en paralelo del menisco

***Nota 1: Una vez termine la calibración limpiar el tubo visor del RVP y el RVC.***

## 5.1 EQUIPOS


Los equipos, instrumentos y accesorios usados en el laboratorio para realizar la calibración de los recipientes volumétricos, son los siguientes:

### 5.1.1 Equipos patrón

- Recipiente volumétrico patrón ( RVP)
- Termómetros
- Probeta
- Pipeta
- Termohigrómetros

### 5.1.2 Equipos auxiliares

- Mesa de plenitud

	<b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS</b>	Código: RT03-P04
		Versión: 4
		Página 7 de 22

- **Cronómetro**
- **Micrómetro**
- **Pie de rey**

## 5.2 ACCESORIOS E IMPLEMENTOS DE LIMPIEZA


***Precinto, perilla sopladora, pipeteador, bayetilla, balde, cepillos, churruscos, desengrasante, detergentes, guantes, herramientas manuales, linterna, lupa, mesa hidráulica y toallas de papel.***

## 6. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PROCEDIMIENTO

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
1	RECEPCIONAR Y REVISAR EL ESTADO DEL RECIPIENTE VOLUMÉTRICO (RVC)	Solicitud de calibración de equipos RT03-F08	Comprende las siguientes actividades: -Recepcionar y revisar el estado del recipiente volumétrico. -Realizar prueba de fugas.	Responsable de dirección técnica y/o Suplente  Responsable de la calibración	Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09
2	REALIZAR EL PREMOJADO DEL RVP Y DEL RVC	Patrón de Trabajo RVP  Recipiente Volumétrico bajo calibración RVC	Comprende las siguientes actividades: -Llenar el RVP. -Verter el contenido del RVC. -Realizar ajuste y lectura de menisco del RVP	Responsable de la calibración.	Hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11 diligenciada

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
3	CALIBRAR EL CUERPO DEL RVC	<p>Patrón de Trabajo RVP</p> <p>Recipiente Volumétrico bajo calibración RVC</p> <p>Hoja de cálculo de recipientes volumétricos RT03-F11 con registro de datos</p>	<p>Comprende las siguientes actividades:</p> <p>-Calibrar el cuerpo del RVC</p> <p>-Ajustar la escala</p> <p>-Calibrar el cuerpo después de ajuste de la escala</p> <p>-Verificar la escala</p>	Responsable de la calibración.	Hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11 diligenciada
4	CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS REGISTRADOS DE LA INCERTIDUMBRE DEL RVC	<p>Hoja de cálculo de recipientes volumétricos RT03-F11 con registro de datos</p>	<p>Comprende las siguientes actividades:</p> <p>-Calcular y analizar los datos registrados.</p> <p>-Generar los resultados de la calibración del RVC</p>	Responsable de la calibración.	Hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11 diligenciada
5	CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS DE LA INCERTIDUMBRE DE LA ESCALA	<p>Hoja de cálculo de recipientes volumétricos RT03-F11 con registro de datos</p>	<p>Comprende las siguientes actividades:</p> <p>-Calcular y analizar los datos de la incertidumbre de la escala.</p> <p>-Generar los resultados de la Verificación de la escala.</p> <p>-Identificar el recipiente volumétrico calibrado.</p>	Responsable de la calibración.	Hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11 diligenciada
6	<b>ELABORAR, REVISAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Y EL RECIPIENTE</b>	<p>Hoja de cálculo de recipientes volumétricos RT03-F11 totalmente diligenciada</p>	<p>Comprende las siguientes actividades:</p> <p><b>-Elaborar el certificado de calibración.</b></p> <p><b>-Enviar y Revisar certificado de calibración.</b></p>	<p>Responsable de la Dirección técnica y/osuplente</p> <p>Responsable del sistema de gestión del laboratorio y/o suplente</p>	<p>Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09 Totalmente diligenciada</p>



	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 4
		Página 9 de 22

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
	<b>VOLUMÉTRICO CALIBRADO</b>		<p>- <i>Entregar el RVC y el certificado de calibración.</i></p> <p>- <i>Aplicar la encuesta de satisfacción RT03-F07</i></p>		<p>Certificado de calibración de recipientes volumétricos RT03-F14</p> <p>Histórico de calibración de recipientes volumétricos RT03-F27</p> <p>Lista de chequeo de certificados de calibración de recipientes volumétricos RT03-F30</p> <p>Encuesta de satisfacción de la prestación de servicios de calibración RT03-F07</p>


## 7. DESCRIPCIÓN DE ETAPAS Y ACTIVIDADES

### 7.1 ETAPA 1: RECEPCIONAR Y REVISAR EL ESTADO DEL RECIPIENTE VOLUMÉTRICO (RVC).

*Recepcionar el recipiente volumétrico a calibrar-RVC, en el área ubicada en el primer piso de las instalaciones del INM, teniendo en cuenta las siguientes actividades:*

#### 7.1.1 Recepcionar y revisar el estado del recipiente volumétrico

*Recepcionar y revisar el estado del RVC diligenciando el formato RT03-F09, y de observar o detectar (Oxidación, imperfecciones, abolladuras, tubo visor roto, golpes, entre otros), se realiza lo siguiente:*

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 4
		Página 10 de 22

- *Elaborar comunicación radicada en el sistema de trámites teniendo el radicado de solicitud de calibración.*

- *Devolver el equipo con el informe de no aptas del (RVC) RT03-F17.*

*Si el (RVC) está en condiciones para calibrar, se continúa con la siguiente actividad.*

#### 7.1.2 Realizar prueba de fugas.

*Llenar el RVC con agua en condiciones de uso, hasta el trazo superior de la escala y dejar en reposo mínimo 2 h 00 min.*

*Si el RVC presenta fugas se emite Informe de recipientes volumétricos no aptos RT03-F17 y se devuelve el recipiente volumétrico.*

*Si no presenta fugas, continua con la siguiente etapa.*

**Nota 2:** En caso de que presente fugas anexar al informe un registro fotográfico.

### 7.2 ETAPA 2: REALIZAR EL PREMOJADO DEL RVP Y DEL RVC

Realizar el premojado del RVP y el RVC teniendo en cuenta las siguientes actividades:

#### 7.2.1 Llenar el RVP

Verter el líquido del RVP al RVC, realizando el premojado del RVC.

#### 7.2.2 Verter el contenido del RVC


Verter el contenido del RVC en el desagüe, en un tiempo de 60 s  $\pm$  10 s, para el vertido y escurrido, registrar los datos en el formato RT03-F11.

#### 7.2.3 Realizar ajuste y lectura de menisco del RVP

Llenar con líquido el RVP hasta el punto de indicación de 5 galones, aproximadamente y de sobrar o faltar líquido, se agrega y/o sustrae líquido del RVP, hasta el punto cero (0) de la escala graduada.

### 7.3 ETAPA 3: CALIBRAR EL CUERPO DEL RVC

*Se inicia la calibración del cuerpo del RVC y para ello se realizan las siguientes actividades:*

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 4
		Página 11 de 22

### 7.3.1 Calibrar el cuerpo del RVC

- **Llenar el RVP con agua y desalojar las posibles burbujas.**
- **Medir la temperatura del líquido en el RVP, ubicando el sensor del termómetro dentro del ducto destinado para tal fin del RVP, hasta que establezca la temperatura, y registrar los datos en el formato hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11.**
- **Realizar ajuste y lectura del menisco en el RVP, hasta el trazo que indica cero (0), evitando error de paralaje y registrar los datos en el formato RT03-F11.**
- **Verter el contenido del RVP en el RVC**, tomando el tiempo de vertido y escurrido, evitando pérdida de líquido en la transferencia y finalmente abrir y cerrar la válvula, para desalojar posibles residuos de agua, y registrar los datos en el formato RT03-F11.
- Desalojar posibles burbujas del RVC, por medio de semi-giros y golpes suaves con la mano.
- Realizar lectura del menisco en el RVC evitando error de paralaje.
- Verificar si el menisco está en cero, si el menisco no está en cero, se utiliza el IP de vidrio para adicionar o sustraer  $\Delta V$  y así ubicar el menisco justo frente al trazo de la escala que indica cero en el RVC, y registrar los datos en el formato RT03-F11.

Si el menisco se encuentra en cero, continua con el siguiente paso.

- Medir la temperatura del líquido en el RVC, ubicando el sensor del termómetro aproximadamente en el centro del cuerpo del recipiente, y registrar los datos en el formato RT03-F11.
- Verter el contenido del RVC en el desagüe, en un tiempo de 60 s  $\pm$  10 s, para el vertido y escurrido a partir de la interrupción del caudal y registrar los datos en el formato RT03-F11.


*Nota 3: Repetir 5 veces los pasos mencionados anteriormente.  
Desalojar burbujas en cada ciclo.*

- Si el resultado de la calibración del RVC es  $\geq (\pm 0,5 \text{ in}^3)$  o  $(\pm 8,2 \text{ mL})$ , realizar ajuste de escala.

### 7.3.2 Ajustar la escala

Se realizan los siguientes pasos:

- Retirar el precinto del RVC en caso de que este lo tenga.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 4
		Página 12 de 22

- Llenar el RVP con agua en condiciones de uso y desalojar las posibles burbujas.
- Realizar ajuste y lectura del menisco en el RVP, hasta el trazo que indica cero (0), evitando error de paralaje.
- Verter el contenido del RVP en el RVC, tomando el tiempo de vertido y escurrido, evitando pérdida de líquido en la transferencia, finalmente abrir y cerrar la válvula, para desalojar posibles residuos de agua.
- Desalojar posibles burbujas del RVC por medio de semi-giros y golpes suaves con la mano.
- Desplazar la escala del RVC para ajustarla a la capacidad del RVP.

**Nota 4:** Si hay ajuste de escala se menciona en el certificado.

### 7.3.3 Calibrar el cuerpo después de ajuste de la escala

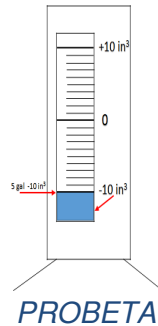
- Llenar el RVP con agua en condiciones de uso y desalojar las posibles burbujas.
- Medir la temperatura del líquido en el RVP, ubicando el sensor del termómetro dentro del ducto destinado para tal fin del RVP, hasta que establezca la temperatura, y registrar los datos en el formato RT03-F11.
- **Realizar ajuste y lectura del menisco en el RVP, hasta el trazo que indica cero (0), evitando error de paralaje y registrar los datos en el formato RT03-F11.**
- **Verter el contenido del RVP en el RVC, tomando el tiempo de vertido y escurrido, evitando pérdida de líquido en la transferencia y finalmente abrir y cerrar la válvula, para desalojar posibles residuos de agua, y registrar los datos en el formato RT03-F11.**
- Desalojar posibles burbujas del RVC por medio de semi-giros y golpes suaves con la mano.
- Realizar lectura del menisco en el RVC evitando error de paralaje.
- **Medir la temperatura del líquido en el RVC, ubicando el sensor del termómetro aproximadamente en el centro del cuerpo y registrar los datos en el formato RT03-F11.**
- **Verter el contenido del RVC en el desagüe, en un tiempo de 60 s  $\pm$  10 s, para el vertido y escurrido, a partir de la interrupción del caudal y registrar los datos en el formato RT03-F11.**
- **Nota 5:** Repetir 3 veces los pasos mencionados anteriormente.

Desalojar burbujas en cada ciclo.

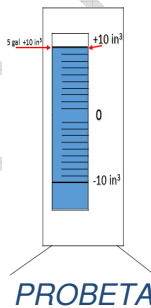
### 7.3.4 Verificar la escala

**Verificar la escala de la siguiente manera:**

- Ubicar el menisco del RVC justo frente al trazo que indique 5 gal -10 in<sup>3</sup> o - 163,8 mL, evitando error de paralaje.



- Anexar líquido con un V<sub>sp</sub> (probeta) al RVC, justo hasta el trazo que indique 5 gal +10 in<sup>3</sup> o + 163,8 mL, evitando error de paralaje.




- Realizar lectura del menisco evitando error de paralaje.

**Nota 6:** Repetir los pasos para verificar escala 3 veces.  
Precintar el RVC

### 7.4 ETAPA 4: CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS REGISTRADOS DE LA INCERTIDUMBRE DEL RVC

Registrar los datos obtenidos de las calibraciones en el formato RT03-F11, teniendo en cuenta las siguientes actividades:

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 4
		Página 14 de 22

#### 7.4.1 Calcular y analizar los datos registrados

**Con base en los resultados obtenidos de las calibraciones, calcular, analizar y registrar los datos teniendo en cuenta lo siguiente:**

- Calcular el coeficiente cúbico de expansión térmico del agua, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (Euramet/cg-21, numeral 3.13):

$$\beta = (-0,1176 * t^2 + 15,846 * t - 62,677) * 10^{-6} / ^\circ C$$

Donde

$$t = \frac{t_{RS} + t_{SCM}}{2}$$

- Identificar el coeficiente cúbico de expansión térmico de los materiales según la tabla 1 del numeral 3.14 de la norma Euramet/cg-21

- Calcular  $V_t$  teniendo en cuenta la siguiente fórmula (Euramet/cg-21, numeral 5):

$$V_t = V_0 [1 - \gamma_{RS} (t_{ORS} - t_{rs}) + \beta (t_{SCM} - t_{RS}) + \gamma_{SCM} (t - t_{SCM})] + \delta V_{men} + \delta V_{rep} + \delta V_{add}$$

- Promediar los valores de  $V_t$ , teniendo en cuenta el delta  $\Delta$  de volumen:

$$\bar{V}_t + (\pm \Delta V_i)$$


$$\bar{V}_t = \sum_{n=1}^n V_{t_i + (\pm \Delta V_i)}$$

- Calcular la desviación estándar, teniendo en cuenta la siguiente formula:

$$s^2(V_t) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (V_{t_i + (\pm \Delta V_i)} - \bar{V}_t)^2$$

- **Efectuar correcciones por temperatura**

- Calcular los coeficientes de sensibilidad. Respecto al volumen de referencia del (RVP), teniendo en cuenta la siguiente fórmula (Euramet/cg-21, numeral 6.3.4.):

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 4
		Página 15 de 22

$$\frac{\partial V_t}{\partial V_0} = [1 - \gamma_{RS} (t_{ORS} - t_{rs}) + \beta (t_{SCM} - t_{RS}) + \gamma_{SCM} (t - t_{SCM})]$$

**Respecto a la temperatura del líquido en el (RVP).**

$$\frac{\partial V_t}{\partial t_{RS}} = [V_0 (\gamma_{RS} - \beta)]$$

**Respecto a la temperatura del líquido en el (RVC).**

$$\frac{\partial V_t}{\partial t_{SCM}} = [V_0 (\beta - \gamma_{SCM})]$$

**Respecto al coeficiente cúbico de expansión térmico del material del (RVP).**

$$\frac{\partial V_t}{\partial \gamma_{RS}} = [-V_0 (t_{ORS} - t_{RS})]$$

**Respecto al coeficiente cúbico de expansión térmico del material del (RVC).**

$$\frac{\partial V_t}{\partial \gamma_{SCM}} = [V_0 (t - t_{SCM})]$$

**Respecto al coeficiente cúbico de expansión térmico del agua.**

$$\frac{\partial V_t}{\partial \beta} = [V_0 (t_{SCM} - t_{RS})]$$


**Respecto a la lectura del menisco:**

$$\frac{\partial V_t}{\partial \delta V_{men}} = 1$$

**Respecto a la repetibilidad de las mediciones:**

$$\frac{\partial V_t}{\partial \delta V_{rep}} = 1$$

**Respecto a los factores adicionales:**

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 4
		Página 16 de 22

$$\frac{\partial V_t}{\partial V_{add}} = 1$$

- Calcular el presupuesto de incertidumbre tipo A:

$$u(\delta V_{rep}) = \frac{s(V_t)}{\sqrt{n}}$$

- Calcular la diferencia de valores de referencia entre calibraciones consecutivas:

$$u_{drift}(V_0) = \frac{\delta_{drift}(V_0)}{\sqrt{12}}$$

De donde:

$$u(V_0) = \sqrt{u^2(V_0) + u_{drift}^2(V_0)}$$

- Calcular la temperatura del agua como referencia estándar (RVP).

$$u(t_{RS}) = \sqrt{[u_{cal}^2(t_{RS}) + u_{drift}^2(t_{RS}) + u^2 \Delta_t(t_{RS})]}$$

- Hallar incertidumbre combinada aplicando ley de propagación de incertidumbres, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (Euramet/cg-21, numeral 6.3.5 (ecuación 24 y 25))

$$u^2(V_t) = \sum_i \left[ \frac{\partial V_t}{\partial x_i} \times u(x_i) \right]^2$$


- Hallar la incertidumbre expandida, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (Euramet/cg-21, numeral 6.3.8).

$$U = u(V_t) * k$$

- Calcular las incertidumbres adicionales, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (Euramet/cg-21, numeral 6.3.1):

$$u\delta V_{men} + u\delta V_{rep} + u\delta V_{add}$$



	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 4
		Página 17 de 22

**Donde:**

$$u(\delta V_{\text{men}}) = \frac{u_p * E}{\sqrt{3}} = A = \frac{(\pi * D)^2}{4} \quad \text{Donde } u_p = 0,005 \text{ cm (aplica para el RVP)}$$

$$u(\delta V_{\text{men}}) = \frac{r}{2\sqrt{3}} \quad (\text{Aplica para el RVC})$$

$$u(\delta V_{\text{rep}}) = \frac{s(V_t)}{\sqrt{n}}$$

$u\delta V_{\text{add}}$ : se aplica la tabla 2 numeral 6.3.3.9 de la norma Euramet/cg-21.

#### 7.4.2 Generar los resultados de la calibración del RVC

Generar los resultados de calibración del RVC indicados en el formato RT03-F11.

### 7.5 ETAPA 5: CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS DE LA INCERTIDUMBRE DE LA ESCALA

*Los datos obtenidos de la incertidumbre de la escala se obtienen en las siguientes actividades:*

#### 7.5.1 Calcular y analizar los datos de la incertidumbre de la escala

Los datos se calculan y analizan teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Promedios.
- Desviación estándar.
- Coeficientes de sensibilidad.
- Presupuesto de incertidumbres
- Resultados


Para realizar este análisis se tiene en cuenta los siguientes cálculos:

- Promediar los valores del volumen suministrado por el  $V_{sp}$  mediante la siguiente fórmula:

$$\bar{V}_{sp} = \sum_{i=1}^n V_{spi} + (\pm \Delta V_{spi})$$

- Hallar la desviación estándar, teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$s^2 (V_{sp}) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (V_{spi} - \bar{V}_{sp})^2$$

	<b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS</b>	Código: RT03-P04
		Versión: 4
		Página 18 de 22

- Calcular el coeficiente de sensibilidad teniendo en cuenta las siguientes fórmulas:

$$\frac{\partial D}{\partial V_{\max}} = \frac{1}{n}$$

$$\frac{\partial D}{\partial V_{\min}} = -\frac{1}{n}$$

$$\frac{\partial D}{\partial V_{\Delta_{\maxlect}}} = \frac{1}{n}$$

$$\frac{\partial D}{\partial V_{\Delta_{\minlect}}} = \frac{1}{n}$$

$$\frac{\partial D}{\partial V_{D_{\text{inhom}}}} = 1$$

$$\frac{\partial D}{\partial V_{D_{\text{método}}}} = 1$$

- Calcular el presupuesto de incertidumbre, teniendo en cuenta las siguientes fórmulas:

**Por certificado**

$$u_{\text{cal}}(V_{\max}) = \frac{U(V_{\text{sp}})}{k}$$

**Calibración de instrumento probeta ( $V_{\text{sp}}$ )**

$$u(V_{\min}) = \sqrt{\left[ u_{\text{cal}}^2(V_{\text{sp}}) + u_{\frac{E_{\max}-E_{\min}}{\sqrt{12}}}^2(\text{Int}(\bar{r})) \right]}$$


**Fórmula para Interpolación adicional.**

$$x = \frac{(V_{\max\text{cert}} - V_{\min\text{cert}})(V_{\text{ind}} - V_{\text{indmin}}) + V_{\min\text{cert}}}{V_{\text{indmax}} - V_{\text{indmin}}}$$

$$u = \left| \frac{E_{\max} - E_{\min}}{\sqrt{12}} \right|$$

**Incertidumbre de delta por volumen máximo.**

$$u = (\Delta V_{\max}) = \frac{1}{\sqrt{3}} (D)$$

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 4
		Página 19 de 22

**Incertidumbre de delta por volumen mínimo.**

$$u = (\Delta V_{\min}) = \frac{1}{\sqrt{3}}(D)$$

**Incertidumbre de delta por volumen por Inhomogenidad.**

$$u = (\Delta V_{\text{incho}}) = \frac{(h_{\max} - h_{\min})}{\sqrt{12} \cdot h_{\max}} * D$$

**Incertidumbre de delta por volumen por el método.**

$$u = (\Delta V_{\text{metodo}}) = \frac{s(D_{\text{promedio}})}{\sqrt{n}}$$

**Incertidumbre Combinada.**

$$u_D(V_{sp}) = \sum_i \left[ \frac{\partial V_{sp}}{\partial x_i} \cdot u(x_i) \right]^2$$

### 7.5.2 Generar los resultados de la Verificación de la escala


Obtenidos los resultados de la verificación de la escala, se registran los datos en la hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11.

### 7.5.3 Identificar el recipiente volumétrico calibrado

**El responsable de la calibración identifica el RVC** a través de una estampilla, donde se menciona fecha de calibración y número de certificado, los cuales deben coincidir con el certificado emitido.

## 7.6 ETAPA 6: ELABORAR, REVISAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Y EL RECIPIENTE VOLUMÉTRICO CALIBRADO

**Para el desarrollo de la etapa, se realizan las siguientes actividades:**

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 4
		Página 20 de 22

### **7.6.1 Elaborar el certificado de calibración**

**Una vez se cuenta con todos los cálculos y los análisis respectivos, el responsable de la Dirección Técnica, elabora el certificado de calibración.**

### **7.6.2 Enviar y Revisar certificado de calibración**

**Después de elaborado el certificado de calibración, el responsable de la Dirección Técnica envía a través de correo electrónico al responsable del SGL o al suplente, lo siguiente:**

- **Hoja de cálculo RT03-F11 desprotegida**
- **Certificado de calibración RT03-F14**
- **Registro fotográfico (serie, modelo, fabricante, código interno)**


**El responsable del SGL y el suplente, revisan los certificados de calibración, teniendo en cuenta:**

- **Sistema de trámites (solicitud de calibración radicada, comunicaciones emitidas al usuario, comunicaciones emitidas por el usuario)**
- **Lista de recepción y entrega de equipos RT03-F09 y el registro fotográfico**
- **Hoja de cálculo de calibración y certificado de calibración**

Revisado lo mencionado anteriormente, se registra un comentario sobre el producto no conforme identificado y en las celdas a las que haya lugar en la listas de chequeo de los certificados de calibración de recipientes volumétricos RT03-F30 y se registran los datos a través del histórico de calibraciones de recipientes volumétricos RT03-F27.

Así mismo se verifican los criterios definidos en la norma NTC ISO/IEC 17025, versión vigente:

- Título (ejemplo: [Certificado de calibración])
- Certificado No: Identificación única del certificado de calibración y en cada página una identificación para asegurar que la página es reconocida como parte del certificado de calibración, la identificación del certificado es LCV-XXX-XX donde LCV: L hace referencia al laboratorio, C hace referencia a Calibración y V hace referencia a la sigla del instrumento (volumen) bajo calibración.  
XXX: número del certificado, consecutivo que inicia desde 001, XX año en curso.
- Información del cliente: solicitante, dirección, ciudad.
- Fecha de recepción: Corresponde cuando el usuario entrega el equipo a calibrar y debe coincidir con el formato RT03-F09.
- Fecha de calibración: fecha en que se ejecutó la calibración.
- Información del equipo sometido a calibración: objeto, fabricante, número de serie.
- Lugar y dirección de calibración: nombre y dirección del laboratorio
- **Código Interno: LCV-XX-XXXX, hace referencia a: LCV**, L hace referencia al laboratorio, C hace referencia a Calibración, V hace referencia a la sigla del instrumento (volumen) bajo calibración.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 4
		Página 21 de 22

**XX: Año de radicación.**

**XXXX: Número consecutivo correspondiente a la solicitud de radicación.**


- Descripción del equipo calibrado: material de construcción, estado de superficie externa e interna, capacidad nominal, división de escala nominal, tipo de visor, modelo, tipo de nivelación.
- Método de calibración utilizado: Identificación del método utilizado
- Condiciones ambientales: temperatura humedad relativa y presión atmosférica, durante la calibración corregida.
- Incertidumbre de medición
- Trazabilidad de la medición (**trazables al Sistema Internacional de Unidades**): describir los patrones utilizados en la calibración: instrumento, fabricante, tipo, No. De serie, trazabilidad.
- Resultado de la calibración (antes y después de ajuste): resultado de calibración con sus unidades de medida, temperatura de referencia, capacidad nominal, capacidad e incertidumbre.
- La escala fue ajustada
- Observaciones
- Nombre, cargo y firma de los servidores públicos que autorizan el certificado de calibración: el responsable de la Dirección técnica o su suplente son los encargados de revisar y autorizar a través de su respectiva firma para la emisión del certificado, de igual manera debe contener el nombre y firma del servidor público (metrólogo) que realiza la calibración con su respectiva firma.
- Fecha de elaboración del certificado
- Fin de este documento

**Si el certificado de calibración revisado no cuenta con lo anteriormente definido, se procede a:**

- **Sombrear la casilla en amarillo**
- **Realizar un comentario en la celda identificando el producto no conforme**
- **Devolver al responsable de la Dirección Técnica el certificado con lo anteriormente mencionados, para que realice los respectivos ajustes.**

Efectuados los ajustes, se procede a:

- **Finalizar el trámite a través de comunicado por sistema de trámites**
- **Crear carpeta con número de radicado (bloqueada), la cual debe contener:**
  1. **Solicitud de calibración**
  2. **Respuesta a solicitud de calibración**
  3. **Lista de chequeo: contiene el registro lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03- F09 firmado y escaneado, incluido el registro fotográfico.**
  4. **Certificado de calibración: hoja de cálculo RT03-F11 en excel bloqueada y certificado de calibración RT03-F14 bloqueado**
  5. **Cierre de la solicitud de calibración: comunicación radicada para entrega del certificado y del RVC, y certificado escaneado con sus respectivas firmas.**
  6. **Encuesta de satisfacción**

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 4
		Página 22 de 22

### **7.6.3 Entregar el RVC y el certificado de calibración**

***El responsable de la Dirección Técnica y/o suplente entregan el certificado de calibración y el RVC, verificando el estado del mismo a través del formato RT03-F09.***

### **7.6.4 Aplicar la encuesta de satisfacción RT03-F07**

***Se realizara mediante los siguientes medios: Correo electrónico, telefónicamente físicamente entre otros, trimestralmente se recopilan los datos obtenidos por el responsable del Sistema de Gestión, el cual hace seguimiento, con el fin de medir y analizar el indicador satisfacción***

## **8. DOCUMENTOS RELACIONADOS**

RT03-F07	Encuesta de satisfacción de la prestación de los servicios de calibración
RT03-F08	Solicitud de calibración de equipos
RT03-F09	Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos
RT03-F11	Hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos
RT03-F14	Certificado de calibración de recipientes volumétricos
RT03-F17	Informe de recipientes volumétricos no aptos para calibrar
RT03-F27	Histórico de calibraciones de recipientes volumétricos
RT03-F30	Listado de chequeo de certificados de calibración de recipientes volumétricos
RT03-F38	Suplemento del certificado de calibración de recipientes volumétricos.

## **9. RESUMEN CAMBIOS RESPECTO A LA ANTERIOR VERSIÓN**

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modificación de los numerales 3, 4, 5 6 y 7</li> <li>2. Eliminación de la etapa 7</li> </ol>
--

Fin documento