
	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 6
		Página 1 de 26

CONTENIDO

1.	OBJETIVO.....	3
2.	DESTINATARIOS.....	3
3.	<i>GLOSARIO</i>	3
4.	REFERENCIAS	4
5.	GENERALIDADES	5
5.1	EQUIPOS.....	7
	5.1.1 Equipos patrón	7
	5.1.2 Equipos auxiliares	7
5.2	Accesorios e implementos de limpieza	7
6.	REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PROCEDIMIENTO	7
7.	DESCRIPCION DE ETAPAS Y ACTIVIDADES.....	10
7.1	ETAPA 1: RECEPCIONAR Y REVISAR EL ESTADO DEL RECIPIENTE VOLUMÉTRICO.....	10
	7.1.1 Recepcionar y revisar el estado del recipiente volumétrico	10
	7.1.2 Realizar prueba de fugas	10
7.2	ETAPA 2: REALIZAR EL PREMOJADO DEL RVP Y DEL RVC.....	10
	7.2.1 Llenar el RVP	11
	7.2.2 Verter el contenido del RVC	11
	7.2.3 Realizar ajuste y lectura de menisco del RVP	11
7.3	ETAPA 3: CALIBRAR EL CUERPO DEL RVC	11


Elaborado por: Nombre: Luis Henry Barreto Rojas-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: Juan Camilo Durán Téllez-Ana María Prieto Rangel Cargo: Superintendente Delegado para el Control y Vigilancia de Reglamentos técnicos y Metrología Legal-Director de Investigaciones para el Control y Vigilancia de Reglamentos técnicos y Metrología Legal (e)	Aprobación Metodológica por: Nombre: Giselle Johanna Castelblanco Muñoz Cargo: Representante de la Dirección para el Sistema de Gestión de Calidad Fecha: 2019-11-05
--	---	---

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: 6
		Página 2 de 26

7.3.1	Calibrar el cuerpo del RVC	11
7.3.2	Ajustar la escala	12
7.3.3	Calibrar el cuerpo después de ajuste de la escala	12
7.3.4	Verificar la escala	13
7.4	ETAPA 4: CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS REGISTRADOS DE LA INCERTIDUMBRE DEL RVC	14
7.4.1	Calcular y analizar los datos registrados	15
7.4.2	Generar los resultados de la calibración del RVC	18
7.5	ETAPA 5: CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS DE LA INCERTIDUMBRE DE LA ESCALA	18
7.5.1	Calcular y analizar los datos de la incertidumbre de la escala	18
7.5.2	Generar los resultados de la verificación de la escala	21
7.5.3	Identificar el recipiente volumétrico calibrado y precintarlo	21
7.5.4	Elaborar y enviar certificado de calibración	21
7.6	ETAPA 6. REVISAR, AUTORIZAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Y EL RECIPIENTE VOLUMÉTRICO CALIBRADO	22
7.6.1	Revisar el certificado de calibración por el responsable de la dirección técnica	22
7.6.2	Revisar el certificado de calibración por el responsable del sistema de gestión de los laboratorio y/o suplente	22
7.6.3	Entregar el RVC y el certificado de calibración	25
7.6.4	Aplicar la encuesta de satisfacción RT03-F07	25
8.	DOCUMENTOS RELACIONADOS	26
9.	RESUMEN CAMBIOS RESPECTO A LA ANTERIOR VERSIÓN	26

COPIA

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 6
		Página 3 de 26

1. OBJETIVO

Describir la metodología empleada para realizar la calibración de recipientes volumétricos con capacidad de 18 927,06 ml (5 galones), por el método según el documento normativo Euramet cg- 21; para: alcaldías, rutas del consumidor, 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 y simbología empleada en este documento está basada principalmente en los siguientes documentos:

- GUM (2008): para los términos relacionados con la determinación de los resultados de la incertidumbre de la medición.
- NTC 1848 (2007): para los términos relacionados con las pesas patrón.
- Guía SIM MW G7/cg-01/v.00: para los términos relacionados con el funcionamiento IPFNA.
- VIM versión actual: para los términos relacionados en la calibración.
- Decreto 1595 / 2015

CADENA DE TRAZABILIDAD METROLOGICA: sucesión de patrones y calibraciones que relacionan un resultado de medida con una referencia.

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 DE MEDIDA: diferencia entre un valor de medido de una magnitud y un valor de referencia.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 6
		Página 4 de 26

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.

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-SGL: 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.

RESPONSABLE DE LAS CALIBRACIONES: servidor público o contratista que realiza la calibración del recipiente volumétrico, según lo definido en este procedimiento.

RVC: recipiente volumétrico a calibrar


RVP: recipiente volumétrico patrón

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.

V_{sp} : Volumen suministrado por probetas

4. REFERENCIAS


Jerarquía de la norma	Numero/Fecha	Título	Artículo	Aplicación Específica
Decreto	1595 de 2015	Por el cual se dictan normas relativas al Subsistema Nacional de la Calidad y se modifica el capítulo 7 y la sección 1 del capítulo 8 del título 1 de la parte 2 del libro 2 Del Decreto Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria Y	Sección 2, artículo 2.2.1.7.2.1	Definiciones

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 6
		Página 5 de 26

Jerarquía de la norma	Numero/Fecha	Título	Artículo	Aplicación Específica
		Turismo, Decreto 1074 de 2015 y se dictan otras disposiciones		
ISO/IEC 17025	2ª edición 2017	Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración	Aplicación total	Competencia de los laboratorios para la calibración de volumen.
VIM	3ª edición 2012	Vocabulario intencional de metrología. Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados.	Aplicación total	Para sistemas de conceptos fundamentales y generales utilizados en metrología
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.
OIML R 120	2010	Sistemas de medición para líquidos distintos al agua: medidores volumétricos patrones	Numeral 2.2.2.2	Errores máximos permitidos
Guía Técnica Euramet cg-19	1.0 (09/2009)	Guía para la calibración de patrones de volumen utilizando el método volumétrico.	Numeral 5.3.7	Calibración de los patrones de volumen por el método volumétrico.
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, **según lo definido en el formato RT03-F44.**
- Los equipos a calibrar, deben estar limpios para no tener interferencias en el proceso de calibración.
- El líquido usado para la calibración es el suministrado por la red de agua potable.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 6
		Página 6 de 26

- 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 $\pm 10 \text{ in}^3$, 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.

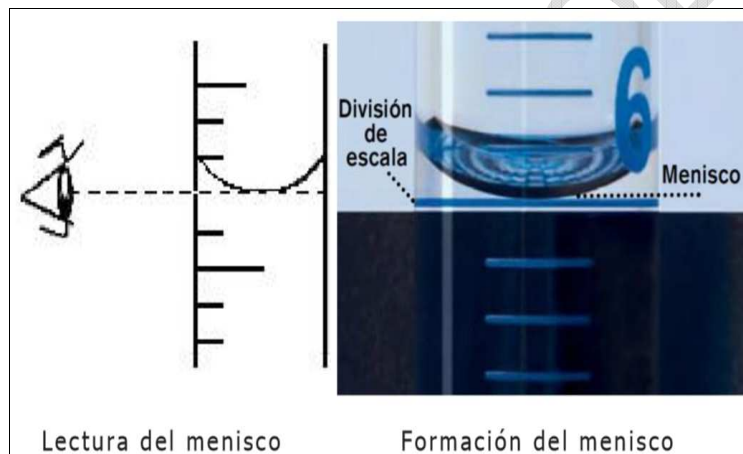


Figura 1. Visión en paralelo del menisco

- ***Antes de realizar la calibración se tienen en cuenta los siguientes tiempos:***


Tiempo de respuesta a solicitud de calibración: 5 días hábiles

Tiempo de calibración del recipiente volumétrico: 3 días hábiles

Tiempo de entrega del recipiente volumétrico calibrado y del certificado de calibración al usuario: 2 días hábiles después de los 3 días de realizada la calibración.

Nota 1: La asignación al metrólogo se realiza a través del correo electrónico, teniendo en cuenta el Programa de Calibración RT03-F21

- ***Una vez termine la calibración limpiar el tubo visor del RVP y el RVC.***

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 6
		Página 7 de 26

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
- Termo higrómetros

5.1.2 Equipos auxiliares

- Mesa de planitud
- Cronómetro
- Micrómetro
- Pie de rey
- **Pipeta**
- **Probeta**

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

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
2	REALIZAR EL PREMOJADO DEL RVP Y DEL RVC	Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09 diligenciada Patrones de trabajo RVP 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
3	CALIBRAR EL CUERPO DEL RVC	Patrones de trabajo RVP y RVC Hoja de cálculo de recipientes volumétricos RT03-F11 con registro de datos	Comprende las siguientes actividades: - Calibrar el cuerpo del RVC. - Ajustar la escala. - Calibrar el cuerpo después de ajuste de la escala. - Verificar la escala	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	Hoja de cálculo de recipientes volumétricos RT03-F11 con registro de datos	Comprende las siguientes actividades: - Calcular y analizar los datos registrados. - Generar los resultados de la calibración del RVC	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	Hoja de cálculo de recipientes volumétricos RT03-F11 con registro de datos	Comprende las siguientes actividades: - Calcular y analizar los datos de la incertidumbre de la escala. - Generar los resultados de la	Responsable de la calibración	Hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11 diligenciada

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
			verificación de la escala - Identificar el recipiente volumétrico calibrado y precintarlo - Elaborar y enviar certificado de calibración		
6	REVISAR, AUTORIZAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Y EL RECIPIENTE VOLUMÉTRICO CALIBRADO	Recipiente volumétrico calibrado Lista de chequeo para recepción de equipos a calibrar RT03-F09 Con registro de datos	Comprende las siguientes actividades: -Revisar el certificado de calibración por el responsable de la dirección técnica. -Revisar el certificado de calibración por el responsable del sistema de gestión de los laboratorio y/o suplente -Entregar el RVC y el certificado de calibración. -Aplicar la encuesta de satisfacción RT03-F07	Responsable de dirección técnica y/o suplente	Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09 Totalmente diligenciada Certificado de calibración de recipientes volumétricos RT03-F14 Lista de chequeo de certificados de calibración de recipientes volumétricos RT03-F30 Histórico de calibración de recipientes volumétricos RT03-F27 Encuesta de satisfacción de la prestación de servicios de calibración RT03-F07

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 6
		Página 10 de 26

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:

- Elaborar comunicación radicada en el sistema de trámites, teniendo en cuenta el radicado de la solicitud de calibración.
- Devolver el equipo con el informe de no aptos 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 **1 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.

Punto de control: revisar el estado del equipo visualmente y a través de la prueba de fugas y del formato RT03-F09.

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:

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 6
		Página 11 de 26

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.


Punto de control: revisar que el RVP y el RVC, hayan sido pre humedecidos antes de iniciar, con el fin de homogenizar el agua decantada en el RVC, evidenciándose a través del formato RT03-F11.

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:

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, 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.**
- 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.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 6
		Página 12 de 26

- 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 ΔV 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 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 3 veces los pasos mencionados anteriormente (desde calibración del cuerpo antes de ajuste de la escala).
- **En el último ciclo no verter el contenido del RVC en el desagüe y continuar con la siguiente actividad.**

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, previa autorización del usuario a través de la solicitud de calibración de equipos RT03-F08.

7.3.2 Ajustar la escala


Se realizan los siguientes pasos:

- Retirar el precinto del RVC en caso de que este lo tenga.
- Desplazar la escala del RVC para ajustarla a la capacidad del RVP.

Nota 4: Si hay ajuste de escala, se menciona en el certificado RT03-F14

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.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 6
		Página 13 de 26

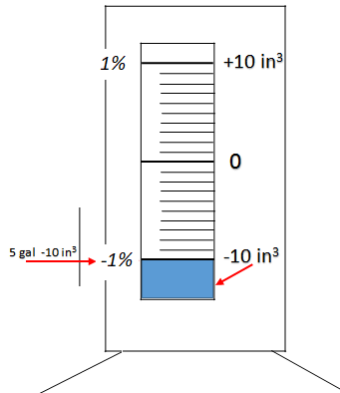
- Medir la temperatura del líquido en el RVP, ubicando el sensor del termómetro dentro del ducto destinado para tal fin del RVP, hasta que establezca la temperatura y registrar los datos en el formato RT03-F11.
- Realizar ajuste y lectura del menisco en el RVP, hasta el trazo que indica cero (0), evitando 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 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:

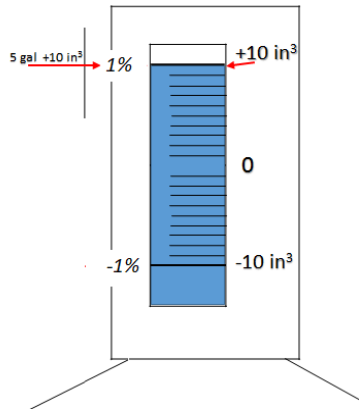
- Repetir 3 veces los pasos mencionados anteriormente.
- Desalojar burbujas en cada ciclo

7.3.4 Verificar la escala

- Ubicar el menisco del RVC justo frente al trazo que indique 5 gal -10 in³, -163,8 mL o - 1%, evitando error de paralaje.



- Anexar líquido con un Vsp graduado y calibrado al RVC, justo hasta el trazo que indique 5 gal +10 in³, 163,8 mL o +1%, 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

Punto de control: Revisar que los datos registrados de la calibración estén totalmente registrados en el formato RT03-F11.

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: 6
		Página 15 de 26

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 Δ 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: 6
		Página 16 de 26

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

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:

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

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 6
		Página 17 de 26

Respecto a la repetibilidad de las mediciones:

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

Respecto a los factores adicionales:

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

- 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))

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

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 6
		Página 18 de 26

- 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):

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

Donde:

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

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

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

$u\delta V_{add}$: 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.

Punto de control: revisar detalladamente todos los datos obtenidos como resultado de la calibración, evidenciándose a través del 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 realizan 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.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 6
		Página 19 de 26

- 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:

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

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

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

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

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

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

$$\frac{\partial D}{\partial V \Delta_{\max \text{lect}}} = \frac{1}{n}$$

$$\frac{\partial D}{\partial V \Delta_{\min \text{lect}}} = \frac{1}{n}$$

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

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

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

Por certificado

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

Calibración de instrumento probeta (V_{sp})

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

Fórmula para Interpolación adicional.

$$x = \frac{(V_{\text{maxcert}} - V_{\text{mincert}})(V_{\text{ind}} - V_{\text{indmin}}) + V_{\text{mincert}}}{V_{\text{indmax}} - V_{\text{indmin}}}$$

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

Incertidumbre de delta por volumen máximo.

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


Incertidumbre de delta por volumen mínimo.

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

Incertidumbre de delta por volumen por Inhomogenidad.

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

Incertidumbre de delta por volumen por el método.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 6
		Página 21 de 26

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

Incertidumbre Combinada.

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

Identificar la Incertidumbre Dominante.

La cual se obtiene del mayor valor entre las Incertidumbres Tipo A y Tipo B,

$$\text{Si } \frac{\sqrt{\sum_i (\text{Tipo A})^2 + (\text{Tipo B})^2}}{u_{\text{cal}}} = \begin{cases} \leq 0.3 \\ \geq 0.3 \end{cases}$$

Si ≤ 0.3 , entonces se asume un factor k de cobertura $k= 1.65$

Si ≥ 0.3 , entonces el factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza del **95%**

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 el formato RT03-F11


7.5.3 Identificar el recipiente volumétrico calibrado y precintarlo

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, así mismo precinta la regilla del RVC.

7.5.4 Elaborar y enviar certificado de calibración

El responsable de la calibración, envía al responsable de la dirección técnica, a través de correo electrónico, la siguiente información:

1. **Lista de chequeo: contiene el registro y lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03- F09, documento físico**
2. **Registro fotográfico.**
3. **Hoja de cálculo (RT03-F11) en excel y certificado de calibración RT03-F14**

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 6
		Página 22 de 26

Punto de control: revisar detalladamente todos los datos obtenidos como resultado de la calibración, a través de los formatos: RT03-F11 y RT03-F14; revisar que la estampilla concuerde con la fecha y número de certificado de calibración.

7.6 ETAPA 6. REVISAR, AUTORIZAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Y EL RECIPIENTE VOLUMÉTRICO CALIBRADO

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

7.6.1 Revisar el certificado de calibración por el responsable de la dirección técnica

El responsable de la Dirección Técnica revisa la siguiente información:

- **Solicitud de calibración**
- **Respuesta a la calibración**
- **Hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos, RT03-F11.**
- **Certificado de calibración de recipientes volumétricos, RT03-F14.**
- **Registro fotográfico (serie, modelo, fabricante, código interno, estampilla, y precinto)**


Si se presentan trabajos no conformes se devuelven al responsable de la calibración a través de correo electrónico para el respectivo ajuste y se repite esta actividad hasta que se encuentre a satisfacción (tener en cuenta el procedimiento RT03-P01)

Si se presentan errores de ortografía el responsable de la dirección técnica los ajusta.

Una vez se cuenta con el certificado a satisfacción, se envía través de correo electrónico al responsable del SGL o al suplente, lo siguiente:

- **Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03- F09, documento físico**
- **Hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos, RT03-F11.**
- **Certificado de calibración de recipientes volumétricos, RT03-F14.**
- **Registro fotográfico (serie, modelo, fabricante, código interno, estampilla, y precinto)**

7.6.2 Revisar el certificado de calibración por el responsable del sistema de gestión de los laboratorio y/o suplente

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 6
		Página 23 de 26

El responsable del SGL y/o el suplente, revisan los certificados de calibración, teniendo en cuenta los siguientes criterios, antes de su liberación:

- **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**
- **Registro fotográfico (serie, modelo, fabricante, código interno, estampilla, y precinto)**
- **Hoja de cálculo de calibración y certificado de calibración.**

- **Criterios del ONAC**

Reglamento de uso de los símbolos de acreditado y/o asociado RAC-3.0-03, versión vigente


Criterios específicos para la estimación y declaración de la incertidumbre de medición en la calibración CEA-06, versión vigente

Criterios específicos de acreditación ▯ trazabilidad metrológica CEA-4.1-02, versión vigente.

- **Criterios del documento normativo Euramet cg- 21.**

- **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, 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 para cada año; XX los dos últimos dígitos del año en que se calibra.**
- Información del cliente: solicitante, dirección, ciudad del usuario que realizó la solicitud.
- Fecha de recepción del ítem a calibrar y fecha de calibración
- Información del equipo sometido a calibración: objeto, fabricante, número de serie, modelo, material de construcción, superficie externa, superficie interna, capacidad nominal, división de escala nominal y tipo visor.
- 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

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 6
		Página 24 de 26

instrumento (volumen) bajo calibración, **XX-XXXX: correspondiente al radicado según la solicitud de calibración.**

- Método de calibración utilizado: Identificación del método utilizado
- Condiciones ambientales corregidas: temperatura, humedad relativa y presión atmosférica, durante la calibración.
- Incertidumbre de medición
- Trazabilidad metrológica: describir los patrones utilizados en la calibración: instrumento, fabricante, intervalo de medida, No. de serie, trazabilidad.
- Resultado de la calibración: resultado de calibración (antes de ajuste y después de ajuste) con sus unidades de medida, temperatura de referencia, capacidad nominal, capacidad del RVC, e incertidumbre $\pm u$ **y cumple.**

Cuenta con el siguiente mensaje:

La declaración de conformidad se aplica teniendo en cuenta el error, más la incertidumbre, la cual no deberá superar el error máximo permitido (EMP), según lo definido en el numeral 2.2.2.2 de la norma OIML R 120:2010.


- Se ajustó la escala
- Observaciones
- Firma autorizada: cargo, nombre 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 firma la emisión del certificado,**
- Calibrado por: cargo, nombre y firma de los servidores públicos que realizan las calibraciones
- Fecha de elaboración del certificado
- Fin de este documento

Revisado lo mencionado anteriormente, se registra un comentario sobre el trabajo no conforme identificado y en las celdas a las que haya lugar en el formato RT03-F30.

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

- **Sombrear la casilla en rojo en caso de que se presente trabajo no conforme (según lo definido en el procedimiento RT03-P01)**
- **Ajustar y sombrear la casilla en amarillo en caso de que se presente errores de ortografía y redacción**
- **Realizar un comentario en la celda identificando el trabajo no conforme**
- **Devolver al responsable de la Dirección Técnica el certificado con lo anteriormente mencionado, para que realice los respectivos ajustes.**

Nota 7:

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 6
		Página 25 de 26

Todos los responsables de revisión (responsable de la calibración, responsable de la dirección técnica y responsable del sistema de gestión y/o suplente, deben revisar cada uno de los criterios)

Efectuados los ajustes, se procede a:

- ***Aprobar el certificado de calibración***
- ***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 certificado escaneado con sus respectivas firmas.***
 6. ***Encuesta de satisfacción***
 7. ***Modificación al certificado de calibración (solo cuando se ha enviado el certificado al usuario con inconsistencias), teniendo en cuenta lo definido en el procedimiento RT03-P01***


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, ***según lo acordado con el usuario, 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, 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.

Punto de control: revisar que los certificados de calibración RT03-F14, estén acordados a:

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 6
		Página 26 de 26

- Solicitud de calibración, comunicaciones emitidas por y al usuario, a través del sistema de trámites
- Lista de recepción y entrega de equipos RT03-F09 y el registro fotográfico.
- Hoja de cálculo de calibración

Como evidencia de dicha revisión se cuenta con el registro RT03-F30

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-F30	Listado de chequeo y modificación de certificados de calibración de recipientes volumétricos

9. RESUMEN CAMBIOS RESPECTO A LA ANTERIOR VERSIÓN

1. Inclusión de referencias normativas en el numeral 3
2. Inclusión de tiempos de respuesta, tiempo de calibración y tiempo de entrega de certificado de calibración y del equipo en el numeral 5
3. Ajuste numeral 7.3.2
4. Inclusión del numeral 7.5.4
5. Modificación del nombre de la etapa 6
6. Modificación de la etapa 6: Cambio de los numerales: 7.1.2-7.3.1-7.3.2-7.6.1-7.6.2.
7. Modificación del numeral 7.6.2, incluyendo criterios para la revisión de los certificados antes de su liberación
8. Modificación de las notas: 1, 2, 3, 4, 5 y 6
9. Creación de la nota 7

Fin documento