
	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 3
		Página 1 de 25

CONTENIDO


1. OBJETIVO	3
2. DESTINATARIOS.....	3
3. GLOSARIO	3
4. REFERENCIAS	5
5. GENERALIDADES	5
5.1 EQUIPOS.....	6
5.1.1 Equipos patrón.....	6
5.1.2 Equipos auxiliares.....	7
5.1.3 Instrumento indicador de condiciones ambientales:	7
5.2 Accesorios e implementos de limpieza	7
6. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PROCEDIMIENTO	7
7. DESCRIPCIÓN DE ETAPAS Y ACTIVIDADES.....	10
7.1 ETAPA 1: RECEPCIONAR Y REVISAR EL ESTADO DEL RECIPIENTE VOLUMÉTRICO.....	10
7.1.1 Revisar el estado del recipiente volumétrico.....	10
7.1.2 Revisar si el RVC presenta fugas	11
7.2 ETAPA 2: REALIZAR EL PREMOJADO DEL RVP.....	11
7.2.1 Llenar el RVP y desalojar burbujas.....	11
7.2.2 Realizar ajuste y lectura de menisco	11
7.2.3 Verter el contenido del RVP al RVC	11
7.2.4 Verter el contenido del RVC	12

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: Alejandro Giraldo López- Ana Maria 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: 2018-06-22
--	--	--

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: 3
		Página 2 de 25

7.3 ETAPA 3: CALIBRAR EL CUERPO DEL RVC	12
7.3.1 Calibrar el cuerpo del RVC antes de ajuste de la escala.....	12
7.3.2 Ajustar la escala.....	13
7.3.3 Calibrar el cuerpo después de ajuste de la escala	14
7.3.4 Verificar la escala.....	15
7.4 ETAPA 4: CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS REGISTRADOS DE LA INCERTIDUMBRE DEL RVC.....	16
7.4.1 Calcular y analizar los datos registrados	16
7.4.2 Generar los resultados de la calibración del RVC.....	19
7.5 ETAPA 5: CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS DE LA INCERTIDUMBRE DE LA ESCALA.....	19
7.5.2 Generar los resultados de la calibración de la escala.....	22
7.6 ETAPA 6: ENTREGAR EL RECIPIENTE CALIBRADO	22
7.7 ETAPA 7: ELABORAR, REVISAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	23
7.7.1 Elaborar certificado de calibración de recipientes volumétricos.....	23
7.7.2 Revisar certificado de calibración	23
7.7.3 Entregar el certificado de calibración y aplicar la encuesta de satisfacción	24
8. DOCUMENTOS RELACIONADOS.....	25
9. RESUMEN CAMBIOS RESPECTO A LA ANTERIOR VERSIÓN	25

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 3
		Página 3 de 25

1. OBJETIVO

Describir la metodología empleada para realizar la calibración de recipientes volumétricos con una capacidad de 18927,06 mL (5 galones) por el método volumétrico, para los usuarios de las alcaldías, casas del consumidor y ruta del consumidor.

2. DESTINATARIOS

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

3. GLOSARIO

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.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 3
		Página 4 de 25

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

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

IP: Instrumento patrón

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.

METROLOGO: 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 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 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.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 3
		Página 5 de 25

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.

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
ISO/IEC 17025	2ª edición 2005	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 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.
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 deberán encontrarse dentro del periodo de validez de calibración según numeral 5 de la norma NTC ISO/IEC 17025:2005.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 3
		Página 6 de 25

Los equipos a calibrar deberán estar limpios para no tener interferencias inaceptables en el proceso de calibración.

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

En el evento que haya pérdida de líquido en la transferencia del RVP al RVC se deberá reiniciar el ciclo en cuestión.

En el certificado de calibración se indica la temperatura de referencia.

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

Para la verificación de la escala se usa el intervalo de $\pm 10 \text{ in}^3$ teniendo como referencia el punto cero de la escala.

En los RVP y RVC, para tomar la lectura del volumen, 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.

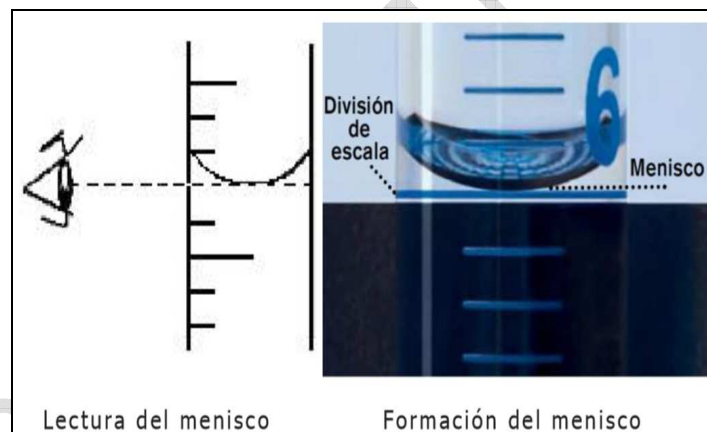


Figura 1. Visión en paralelo del menisco


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 de 5 galones

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 3
		Página 7 de 25

- Termómetros
- Probeta
- Pipeta

5.1.2 Equipos auxiliares

- Pipeteador
- Precintos
- Mesa de planitud
- Cronómetro
- Micrómetro
- Pie de rey
- Perilla sopladora

5.1.3 Instrumento indicador de condiciones ambientales:

Termo higrómetro.

5.2 ACCESORIOS E IMPLEMENTOS DE LIMPIEZA


Bayetilla, canecas, 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 VERIFICAR EL ESTADO DEL RECIPIENTE VOLUMÉTRICO	Solicitud de calibración de equipos RT03-F08	Recepcionar y verificar el estado del recipiente volumétrico a calibrar-RVC, comprende las siguientes actividades: -Revisar el estado del recipiente volumétrico -Revisar si el RVC presenta fugas	Responsable de dirección técnica y/o Suplente	Solicitud de calibración de equipos RT03-F08 Informe de recipientes volumétricos no aptos RT03-F17 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 RPV	Patrones de trabajo RVP y RPC	Realizar el premojado del recipiente volumétrico patrón-RVP para evitar afectar los resultados de la calibración, comprende las siguientes actividades: -Llenar el RVP y desalojar burbujas. -Realizar ajuste y lectura de menisco. -Verter el contenido del RVP al RVC. -Verter el contenido del RVC	Servidores públicos y/o contratistas de los laboratorios	Hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11 diligenciada
3	CALIBRAR EL CUERPO DEL RVC	Patrones de trabajo RVP y RPC Hoja de cálculo de recipientes volumétricos RT03-F11 con registro de datos	En esta etapa se procede a calibrar el cuerpo del RVC. Comprende las siguientes actividades: -Calibrar el cuerpo del RVC antes de ajuste de la escala. - Ajustar la escala. - Calibrar el cuerpo del RVC despues del ajuste de la escala. -Verificar la escala	Servidores públicos y/o contratistas de los laboratorios	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	En esta etapa se calculan y analizan los datos obtenidos. Comprende las siguientes actividades: -Calcular y analizar los datos registrados -Generar los resultados de la calibración del RVC	Servidores públicos y/o contratistas de los laboratorios	Hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11 diligenciada

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
5	CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS DE LA INCERTIDUMBRE DE LA ESCALA	Hoja de cálculo de recipientes volumétricos RT03-F11 con registro de datos	<p>En esta etapa, una vez se termina de registrar los datos obtenidos de la incertidumbre de la escala, se realizan las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Calcular y analizar los datos de la incertidumbre de la escala -Generar los resultados de la calibración de la escala - Identificar el recipiente volumétrico calibrado. 	Servidores públicos y/o contratistas de los laboratorios	Hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11 diligenciada
6	ENTREGAR EL RECIPIENTE CALIBRADO	<p>Recipiente volumétrico calibrado</p> <p>Lista de chequeo para recepción de equipos a calibrar RT03-F09 Con registro de datos</p>	<p>En esta etapa se realiza la entrega el recipiente volumétrico calibrado al usuario de, diligenciando la lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09.</p>	Responsable de dirección técnica y/o suplente	Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09 Totalmente diligenciada
7	ELABORAR, REVISAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTE VOLUMÉTRICO	Hoja de cálculo de recipientes volumétricos RT03-F11 totalmente diligenciada	<p>En esta etapa se registran los resultados obtenidos de la calibración. Comprende las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elaborar certificado de calibración - Revisar que el certificado de calibración cumpla con los criterios - Entregar el certificado de calibración y aplicar encuesta de satisfacción. 	Responsable de la Dirección técnica y suplente	<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</p>

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 3
		Página 10 de 25

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
					de recipientes volumétricos RT03-F30 Encuesta de satisfacción de la prestación de servicios de calibración RT03-F07

7. DESCRIPCIÓN DE ETAPAS Y ACTIVIDADES

7.1 ETAPA 1: RECEPCIONAR Y REVISAR EL ESTADO DEL RECIPIENTE VOLUMÉTRICO

Los servidores públicos y/o contratistas de los laboratorios reciben el recipiente volumétrico a calibrar □ RVC, teniendo en cuenta la solicitud de calibración de equipos RT03-F08 emitida y radicada por el usuario.

Nota 1: Para la recepción de los equipos el usuario diligencia con anterioridad la solicitud de calibración de equipos RT03-F08, la radican en los puntos de atención y la envían al correo labmetrologia@sic.gov.co, seguidamente el laboratorio programa la fecha de entrega del equipo por parte del usuario y la calibración del mismo y se le informa al usuario a través de una comunicación.


7.1.1 Revisar el estado del recipiente volumétrico

El responsable de la dirección técnica y/o **suplente**, una vez recibe el recipiente volumétrico, inspecciona visualmente el recipiente volumétrico a calibrar, teniendo en cuenta los criterios definidos en la lista de recepción y entrega de equipos RT03-F09.

De acuerdo con la revisión el servidor público y/o contratista determina:

Si el recipiente volumétrico **No** cumple con las especificaciones o requisitos de calibración se procede a:

- Realizar la devolución del recipiente volumétrico al usuario y se diligencia la lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09 la cual es firmada por las partes.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04 Versión: 3 Página 11 de 25
---	--	---

- Elaborar comunicación al solicitante, junto con el informe de recipientes volumétricos no aptos RT03-F17, el cual se radica y se envía por correo electrónico o según lo acordado con el usuario.

Si el recipiente volumétrico es **apto** se continúa con la siguiente actividad.

7.1.2 Revisar si el RVC presenta fugas

El servidor público y/o contratista es el encargado de 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.

El servidor público y/o contratista revisa si el RVC presenta fugas. Si 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

En esta etapa el servidor público y/o contratista realiza el premojado del RVP, teniendo en cuenta las siguientes actividades:

7.2.1 Llenar el RVP y desalojar burbujas


El servidor público y/o contratista (metrólogo) llena el RVP con agua en condiciones de uso y desaloja las posibles burbujas del RVP a través de la válvula, abriendo y cerrando la compuerta internamente.

7.2.2 Realizar ajuste y lectura de menisco

El servidor público y/o contratista (metrólogo), agrega y/o sustrae líquido del RVP hasta el punto de indicación de 5 galones.

7.2.3 Verter el contenido del RVP al RVC

El servidor público y/o contratista (metrólogo), vierte el líquido del RVP al RVC abriendo la válvula del RVP.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 3
		Página 12 de 25

7.2.4 Verter el contenido del RVC

El servidor público y/o contratista (metrólogo), verter el contenido del RVC en el desagüe dispuesto para tal efecto, en un tiempo de vertido de 30 s y de escurrido 30 s, a partir de la interrupción del caudal para un total de $60 \text{ s} \pm 10 \text{ s}$, diligenciando los datos en la hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11

7.3 ETAPA 3: CALIBRAR EL CUERPO DEL RVC


En esta etapa el servidor público y/o contratista (metrólogo) inicia la calibración del cuerpo del RVC y para ello se realizan las siguientes actividades:

7.3.1 Calibrar el cuerpo del RVC antes 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 aproximadamente en el centro del cuerpo del recipiente hasta que establezca la temperatura.
- Realizar ajuste y lectura del menisco en el RVP hasta el trazo que indica su capacidad, según lo indicado en el certificado de calibración 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.
- 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 ΔV y así ubicar el menisco justo frente al trazo de la escala que indica cero en el RVC.

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.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 3
		Página 13 de 25

- Verter el contenido del RVC en el desagüe dispuesto para tal efecto, en un tiempo de vertido de 30 s y de escurrido 30 s, a partir de la interrupción del caudal para un total de $60 \text{ s} \pm 10 \text{ s}$.

Nota 3: Repetir 5 veces los pasos mencionados anteriormente (desde calibración del cuerpo antes de ajuste de la escala)

Desalojar burbuja del RVP en cada ciclo


- Verificar si después de la quinta repetición de la **CALIBRACIÓN DEL CUERPO ANTES DE AJUSTE DE LA ESCALA**, una vez analizados los datos en el formato RT03-F11 son de $< \pm 0,5 \text{ in}^3$ no se realiza **AJUSTE DE ESCALA** y se continua con la **VERIFICACION DE LA ESCALA** y se procede a cambiar el precinto.

Si el valor arrojado es $\geq \pm 0,5 \text{ in}^3$ continua con la actividad 7.3.2 **Ajustar la Escala**

7.3.2 Ajustar la escala

En esta actividad el servidor público y/o contratista (metrólogo) ajusta la escala y para ello realiza los siguientes pasos:

- Retirar el precinto del RVC en caso de que este lo tenga
- Llenar el RVP con agua en condiciones de uso hasta el trazo que indica su capacidad, según lo indicado en el certificado de calibración y desalojar las posibles burbujas del RVP abriendo y cerrando la válvula.
- Realizar ajuste y lectura del menisco en el RVP hasta el trazo que indica su capacidad según lo indicado en el certificado de calibración 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.
- 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.
- Precintar el RVC con el fin de que la escala quede segura.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 3
		Página 14 de 25

- Verter el contenido del RVC en el desagüe dispuesto para tal efecto, en un tiempo de vertido de 30 s y escurrido 30 s a partir de la interrupción del caudal para un total de 60 s \pm 10 s.

Nota 4: cuando hay ajuste de escala esto se menciona en el certificado.

7.3.3 Calibrar el cuerpo después de ajuste de la escala

En esta actividad el servidor público y/o contratista (metrólogo) calibra el cuerpo después de ajuste de la escala, registrando los datos en la hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11 y para ello procede a:

- 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 aproximadamente en el centro del cuerpo del recipiente hasta que estabilice la temperatura.
- Realizar ajuste y lectura del menisco en el RVP hasta el trazo que indica su capacidad, según lo indicado en el certificado de calibración 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.
- 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 ΔV y así ubicar el menisco justo frente al trazo de la escala que indica cero en el RVC.

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.

- Verter el contenido del RVC en el desagüe dispuesto para tal efecto, en un tiempo de vertido de 30 s y de escurrido 30 s, a partir de la interrupción del caudal para un total de $60 \text{ s} \pm 10 \text{ s}$.

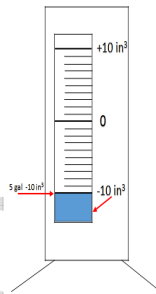
Nota 5: Repetir 3 veces los pasos mencionados anteriormente (desde calibración del cuerpo antes de ajuste de la escala)

Desalojar burbuja del RVP en cada ciclo

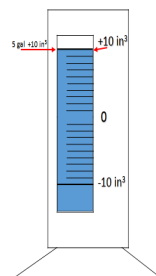
7.3.4 Verificar la escala

En esta actividad el servidor público y/o contratista, verifica la escala de la siguiente manera:

- Ubica el menisco del RVC justo frente al trazo que indique 5 gal-10 in³, evitando error de paralaje.




- Anexar líquido con un Vsp graduado y calibrado al RVC, justo hasta el trazo que indique 5 gal +10 in³, evitando error de paralaje.



- Realizar lectura del menisco evitando error de paralaje.

Nota 6: Repetir los pasos para verificar escala 3 veces.

Precintado el recipiente volumétrico

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 3
		Página 16 de 25

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

En esta etapa, una vez se termina de registrar los datos obtenidos de las calibraciones en la hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11, se requiere calcular y analizar los datos obtenidos, teniendo en cuenta las siguientes actividades:

7.4.1 Calcular y analizar los datos registrados

El servidor público y/o contratista (metrólogo), con base en los resultados obtenidos de las calibraciones, calcula, analiza y registra los datos a través de la hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11, 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:

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

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

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 3
		Página 17 de 25

- 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.):

$$\frac{\partial V_t}{\partial V_0} = [1 - \gamma_{RS} (t_{0RS} - t_{RS}) + \beta (t_{SCM} - t_{RS}) + \gamma_{SCM} (t - t_{SCM})]$$

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).

$$\frac{\partial V_t}{\partial \gamma_{RS}} = [-V_0 (t_{0RS} - t_{RS})]$$

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.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 3
		Página 18 de 25

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

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:

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

- 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).

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

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 3
		Página 19 de 25

- 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):

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

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

Los servidores públicos y/o contratistas (metrólogos), una vez obtenidos los cálculos mencionados anteriormente generar los siguientes resultados de la calibración del RVC: V_t , $u(V_t)$, k , U , $N.C$, E , $|E|$, $U.c$, dejando evidencia a través del registro en la hoja de cálculo de calibración de recipientes volumétricos RT03-F11.

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

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 3
		Página 20 de 25

En esta etapa, una vez se termina de registrar 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

El servidor público y/o contratista, calcula y analiza los datos registrados en la hoja de cálculo de calibración de recipientes volumétricos RT03-F11 bajo 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:

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

- 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:

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

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

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

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

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

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

- 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})

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

Fórmula para Interpolación adicional.

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


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

Incetidumbre de delta por volumen máximo.

$$u = (\Delta V_{\text{max}}) = \frac{\frac{1}{2}(D)}{\sqrt{3}}$$

Incetidumbre de delta por volumen mínimo.

$$u = (\Delta V_{\text{min}}) = \frac{\frac{1}{2}(D)}{\sqrt{3}}$$

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 3
		Página 22 de 25

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.

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

Incertidumbre Combinada.

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

7.5.2 Generar los resultados de la calibración de la escala


Los servidores públicos y/o contratistas (metrólogos), una vez obtenidos los cálculos mencionados anteriormente generan los siguientes resultados de la calibración de la escala: U, D, UD, K, NC, dejando evidencia a través del registro en la hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11.

7.5.3 Identificar el recipiente volumétrico calibrado

El responsable de la dirección técnica identifica el recipiente volumétrico calibrado 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: ENTREGAR EL RECIPIENTE CALIBRADO

En esta etapa el servidor público y/o contratista, una vez finaliza la calibración se entrega el RVC al usuario, verificando el estado del mismo, dejando evidencia a través de la lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09, teniendo en cuenta lo definido con el usuario.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 3
		Página 23 de 25

7.7 ETAPA 7: ELABORAR, REVISAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS

En esta etapa se tienen en cuenta los cálculos y los análisis respectivos y se desarrollan las siguientes actividades:

7.7.1 Elaborar certificado de calibración de recipientes volumétricos


Una vez se cuenta con todos los cálculos y los análisis respectivos el responsable de la Dirección Técnica de los Laboratorios registra los datos en el certificado de calibración de recipientes volumétricos RT03-F14.

7.7.2 Revisar certificado de calibración

Después de elaborado el certificado de calibración de recipientes volumétricos RT03-F14, el responsable de la Dirección Técnica de los Laboratorios y **suplente** revisa que el certificado de calibración cuente con los resultados conforme al modelo matemático descrito en la EURAMET cg-21 versión 1.0 (04-2013) guía para la calibración de las medidas de capacidad estándar utilizando el método volumétrico y la hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11, registra los datos a través del histórico de calibraciones de recipientes volumétricos RT03-F27.

También verifica los criterios definidos por el laboratorio:

- 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: 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
- Información del cliente: solicitante, dirección, ciudad
- Fecha de recepción del ítem a calibrar y fecha de 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-XXX-XX, 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: 3
		Página 24 de 25

XXX: Número consecutivo correspondiente a la solicitud en orden de radicación.

XX: Año correspondiente en el que llega el equipo


- **Seguido del año en que se genere.**
- 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: Identificación del método utilizado
- Condiciones ambientales: temperatura, humedad relativa y presión atmosférica, durante la calibración.
- 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: 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

En caso de que los datos revisados no estén conformes **se le informa al responsable de la calibración para que haga los respectivos ajustes.**

Realizada la revisión de los certificados, se bloquea la hoja de cálculo para calibración de recipientes volumétricos RT03-F11 y el certificado de calibración de recipientes volumétricos RT03-F14.

7.7.3 Entregar el certificado de calibración y aplicar la encuesta de satisfacción

El responsable de la Dirección Técnica o **suplente** entrega el certificado de calibración según lo acordado con el usuario y envía por correo electrónico la encuesta de satisfacción de la prestación de los servicios de calibración RT03-F07.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE RECIPIENTES VOLUMÉTRICOS	Código: RT03-P04
		Versión: 3
		Página 25 de 25

Así mismo, el responsable del Sistema de Gestión de los laboratorios de masa y volumen es el encargado de realizar seguimiento a la encuesta de satisfacción y trimestralmente recopilar los datos obtenidos de las mismas, con el fin de medir y analizar el indicador satisfacción del usuario, tomando las acciones necesarias.

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

9. RESUMEN CAMBIOS RESPECTO A LA ANTERIOR VERSIÓN

1. Inclusión de suplente al responsable de la dirección técnica
2. Inclusión último párrafo en el numeral 7.7.2
3. Inclusión texto **trazables al Sistema Internacional de Unidades**, en el numeral 7.7.2
4. Inclusión texto **Código Interno**, en el numeral 7.7.2

Fin documento