

## CONTENIDO

1	OBJETIVO .....	3
2	DESTINATARIOS .....	3
3	GLOSARIO .....	3
4	REFERENCIAS .....	4
5	GENERALIDADES .....	5
6	REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PROCEDIMIENTO .....	7
	CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS REGISTRADOS.....	8
7	DESCRIPCION DE ETAPAS Y ACTIVIDADES.....	9
7.1	ETAPA 1. RECEPCIONAR Y REVISAR EL ESTADO DE LA (S) PESA (S)	9
	9	
7.1.1	Recepcionar y revisar el estado de la (s) pesa (s) .....	9
7.2	ETAPA 2. ALISTAR LA (S) PESA (S) A CALIBRAR Y LOS PATRONES DE TRABAJO .....	10
7.2.1	Limpiar la (s) pesa (s) a calibrar.....	10
7.2.2	Climatizar la (s) pesa (s) a calibrar .....	10
7.2.3	Seleccionar equipos patrones e instrumentos de Medición y realizar comprobación funcional .....	10
7.2.4	Registrar los datos de la pesa de referencia (A), de prueba (B) y las condiciones ambientales.....	11
7.3	ETAPA 3. CALIBRAR LA (S) PESA (S) .....	11
7.3.1	Aplicar el método ABBA .....	11
7.4	ETAPA 4. CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS REGISTRADOS .....	14

Elaborado por:	Revisado y Aprobado por:	Aprobación Metodológica por:
Nombre: Elvis Aguirre Romero-Yenny Astrid Hernández Gómez Cargo: Profesional Universitario - Contratista Dirección de Investigaciones para el Control y Vigilancia de Reglamentos técnicos y Metrología Legal	Nombre: Ana María Prieto Rangel Cargo: Directora de Investigaciones para el Control y Vigilancia de Reglamentos técnicos y Metrología Legal	Nombre: Giselle Johanna Castelblanco Muñoz Cargo: Representante de la Dirección para el Sistema de Gestión de Calidad Fecha: 2022-06-02

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.

7.4.1	Calcular, analizar los datos obtenidos y hallar el presupuesto de incertidumbre.....	14
7.4.2	Generar resultados.....	17
7.4.3	Identificar la (s) pesa (s) calibrada (s) .....	18
7.4.4	Elaborar y enviar certificado de calibración.....	18
7.5	ETAPA 5. REVISAR, AUTORIZAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE PESA (S) Y LA(S) PESA(S)VCALIBRADA(S) .....	18
7.5.1	Revisar el certificado de calibración por el responsable de la dirección técnica y el responsable del SGL, antes de su liberación o emisión .....	18
7.5.2	Entregar el certificado de calibración y la (s) pesa (s) calibrada (s) ...	22
7.5.3	Aplicar la encuesta de satisfacción .....	22
8	DOCUMENTOS RELACIONADOS.....	23
9	ANEXOS.....	23
10	RESUMEN CAMBIOS RESPECTO A LA ANTERIOR VERSIÓN .....	23

COPIA CONTROLADA

## 1 OBJETIVO

Describir la metodología empleada para la calibración de pesas clase M1, para valores nominales desde 1 mg a 20 kg, utilizando el método establecido en el documento normativo NTC 1848:2007, parte 1 Requisitos Metrológicos y Técnicos. Generalidades anexo C, para: alcaldías, red nacional de protección al consumidor y el grupo de trabajo de inspección y vigilancia de metrología legal.

## 2 DESTINATARIOS

Servidores públicos y contratistas que hagan parte del laboratorio de masa (pesas).

## 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 3ª edición 2012: para los términos relacionados en la calibración
- Decreto 1595 / 2015

**CADENA DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA:** 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 medida de una magnitud y un valor de referencia.

**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 para la realización de las calibraciones y actividades específicas.

**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 autorizado para realizar la calibración de las balanzas, teniendo en cuenta lo definido en el presente documento.

**SIC CALIBRA:** Aplicativo que busca automatizar y agilizar mediante un sistema de gestión las solicitudes de calibración de los equipos de medición.

**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.

**IPFNA:** Instrumento de pesaje de funcionamiento no automático.

#### 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 Turismo, Decreto 1074 de	Sección 2, artículo 2.2.1.7.2.1	Definiciones

Jerarquía de la norma	Numero /Fecha	Título	Artículo	Aplicación Específica
		2015 y se dictan otras disposiciones.		
NTC - ISO/IEC	17025 de 2017	Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.	Aplicación total	Competencia del laboratorio de masa (pesas)
Guía de calibración del CENAM	M-01 de 2015	Guía técnica sobre trazabilidad metrológica e incertidumbre de medida en la magnitud de masa para pesas de clase E <sub>1</sub> , E <sub>2</sub> , F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> , M <sub>1</sub> , M <sub>1-2</sub> , M <sub>2</sub> , M <sub>2-3</sub> y M <sub>3</sub> .	Numeral 4.4.2	Condiciones del instrumento para pesar (IPFNA)
VIM	3ª edición 2012	Vocabulario internacional de metrología. Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados.	Aplicación total	Para sistemas de conceptos fundamentales y generales utilizados en metrología.
GUM	2008	Guía para estimar la incertidumbre de la medición	Aplicación total	Lineamientos para estimar incertidumbres
NTC	1848:2007	Pesas de clases E <sub>1</sub> , E <sub>2</sub> , F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> , M <sub>1</sub> , M <sub>1-2</sub> , M <sub>2</sub> , M <sub>2-3</sub> y M <sub>3</sub> . Requisitos metrológicos y técnicos.	Numerales 5 – 5.1 – 5.2 – 5.3 – 6 – 12 – 13 – Anexo A – B-4 – B.4.1- B.4.2- B.4.3- B.4.3.1. Anexo C	Calibración de pesas clase M <sub>1</sub>
NTC	1034:1994	Elementos de datos y formatos de intercambio de información. Presentación de fechas y tiempos	Numeral 5.2.1.1 y 5.3.1.2	Representación de la fecha y tiempo

## 5 GENERALIDADES

- Antes de iniciar con la calibración, se debe revisar que los equipos patrones a utilizar, estén dentro del periodo de validez de calibración, según lo definido en el formato RT03-F44 y RT03-F22.

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

Equipos	Tiempo de respuesta a solicitud de calibración	Tiempo de calibración	Tiempo de entrega de certificado de calibración
JUEGO DE 17 PESAS	15 días hábiles	Máximo 7 días hábiles, contando desde el día siguiente a la asignación al metrólogo	2 días hábiles después de finalizados los 7 días de la calibración
JUEGO DE 12 PESAS	15 días hábiles	Máximo 6 días hábiles, contando desde el día siguiente a la asignación al metrólogo	2 días hábiles después de finalizados los 6 días de la calibración
PESA INDIVIDUAL	15 días hábiles	1 día hábil, contando desde el día siguiente a la asignación al metrólogo.	1 días hábil después de finalizada la calibración.

**Nota 1:** La asignación al metrólogo se realiza 1 día hábil después de recibido el equipo, o el mismo día, dependiendo de la hora de recepción del mismo y esto se realiza a través del correo electrónico institucional y/o SIC CALIBRA.

- Este procedimiento permite calcular la masa de una pesa de prueba por comparación directa con una pesa de referencia, mediante una secuencia de pesaje establecida y la repetición de un número de ciclos “n”.
- Para la calibración de pesas, las unidades usadas son las del Sistema Internacional de Unidades.
- La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura “k” y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.
- Los errores máximos permisibles de la calibración junto con sus incertidumbres, se verificarán en la tabla 1 de la NTC 1848:2007. (Ver anexo 2) y en el alcance acreditado por ONAC.
- Se usan los instrumentos de medición de condiciones ambientales destinados para las variables de temperatura, humedad relativa y presión atmosférica, las cuales son necesarias para la determinación de la densidad del aire.
- Para los parámetros de las condiciones ambientales (temperatura del aire, humedad relativa y presión atmosférica) nos remitimos a lo definido en el procedimiento RT03-P07.

## 6 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PROCEDIMIENTO

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
1	RECEPCIONAR Y REVISAR EL ESTADO DE LA (S) PESA (S)	Solicitud de calibración de equipos RT03-F08	<p>En esta etapa se realizan las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recepcionar y revisar el estado de la (s) pesa(s).</li> </ul>	Responsable de dirección técnica y/o suplente	<p>Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09 diligenciada</p> <p>Informe de pesas no aptas RT03-F19</p>
2	ALISTAR LA (S) PESA (S) A CALIBRAR Y LOS PATRONES DE TRABAJO	<p>Pesas a calibrar</p> <p>Patrones de trabajo</p> <p>Programa de control de mantenimiento comprobaciones intermedias y calibración del equipamiento RT03-F22</p> <p>Intervalos de Calibración y Gráficos de Control RT03-F44</p> <p>Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09 diligenciada</p>	<p>En esta esta etapa se realizan las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpiar la (s) pesa (s) a calibrar.</li> <li>- Climatizar la (s) pesa (s) a calibrar.</li> <li>- Seleccionar equipos patrones e instrumentos de medición y realizar comprobación funcional.</li> <li>- Registrar los datos de la pesa de referencia (A), de prueba (B) y las condiciones ambientales.</li> </ul>	Responsable de la calibración	Hoja de cálculo para calibración de pesas RT03-F13 Diligenciada
3	CALIBRAR LA (S) PESA (S)	<p>Pesas a calibrar</p> <p>Patrones de trabajo</p> <p>Hoja de cálculo para calibración de pesas RT03-F13 diligenciada</p>	<p>En esta esta etapa se realiza la siguiente actividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar el método "ABBA".</li> </ul>	Responsable de la calibración	Hoja de cálculo para calibración de pesas RT03-F13 Diligenciada

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
4	CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS REGISTRADOS	Hoja de cálculo para calibración de pesas RT03-F13 Diligenciada	<p>En esta esta etapa se realizan las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calcular, analizar los datos obtenidos y hallar el presupuesto de incertidumbre.</li> <li>- Generar resultados.</li> <li>- Identificar la (s) pesa (s) calibrada (s).</li> <li>- Elaborar y enviar certificado de calibración.</li> </ul>	Responsable de la calibración	<p>Hoja de cálculo para calibración de pesas RT03-F13 Diligenciada</p> <p>Certificado de calibración de pesas RT03-F16</p> <p>Registro fotográfico</p>
5	REVISAR, AUTORIZAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE PESA (S) Y LA (S) PESA (S) CALIBRADA (S)	<p>Hoja de cálculo para calibración de pesas RT03-F13</p> <p>Certificado de calibración de pesas RT03-F16</p>	<p>En esta etapa se realizan las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar el certificado de calibración por el responsable de la dirección técnica y el responsable del SGL, antes de su liberación o emisión</li> <li>- Entregar el certificado de calibración y la (s) pesa (s) calibrada (s)</li> <li>- Aplicar la encuesta de satisfacción</li> </ul>	<p>Responsable de la dirección técnica</p> <p>Responsable del SGL</p>	<p>Hoja de cálculo para calibración de pesas RT03-F13 Diligenciada</p> <p>Certificado de calibración de pesas RT03-F16</p> <p>Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09 Totalmente diligenciada y firmada</p> <p>Listado de chequeo de certificados de calibración y modificación de los certificados de calibración de pesas RT03-F32</p> <p>Encuesta de satisfacción de la prestación de</p>



No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
					los servicios de calibración RT03-F07  Pesa (s) calibrada (s)

## 7 DESCRIPCIÓN DE ETAPAS Y ACTIVIDADES

### 7.1 ETAPA 1. RECEPCIONAR Y REVISAR EL ESTADO DE LA (S) PESA (S)

La recepción de la (s) pesa (s) a calibrar, se realiza en el área destinada para tal fin, teniendo en cuenta las siguientes actividades:

#### 7.1.1 Recepcionar y revisar el estado de la (s) pesa (s)

- Recepcionar la (s) pesa (s) y verificar que esta (s) coincida (n) con la solicitud de calibración y/o SIC CALIBRA; de no ser así, el usuario deberá radicar una comunicación especificando los cambios, a que haya lugar, antes de recibir.

**Nota 2:** bajo ningún motivo se calibrará otro equipo diferente al solicitado.

- Revisar el estado de la (s) pesa (s), diligenciando el formato RT03-F09, y de observar o detectar en la apariencia física de la (s) pesa (s) (oxidación, imperfecciones en cavidades de ajustes, entre otros), se deja la siguiente observación "El laboratorio no se responsabiliza de los resultados que puedan ser afectados por la desviación del estado en que se recibió el equipo."; de esta manera se libera la responsabilidad del laboratorio y se realiza lo siguiente, cuando aplique:
  - Elaborar el informe de pesas no aptas RT03-F19 (en caso de que aplique).
  - Elaborar comunicación a través del sistema de trámites, teniendo en cuenta el radicado de la solicitud de calibración RT03-F08 y/o SIC CALIBRA.
  - Entregar el informe de pesas no aptas RT03-F19 y la (s) pesa (s)

Si las pesas están en condiciones para calibrar, se continúa con la etapa 2.

**Punto de control:** revisa el estado de la pesa visualmente y registrar la información a través del formato RT03-F09.

## 7.2 ETAPA 2. ALISTAR LA (S) PESA (S) A CALIBRAR Y LOS PATRONES DE TRABAJO

Para iniciar la calibración de la (s) pesa (s), se tienen en cuenta las siguientes actividades:

### 7.2.1 Limpiar la (s) pesa (s) a calibrar

Limpiar la (s) pesa (s) con una brocha de pelo fino y/o soplarla con una perilla (cuando aplique). En caso de que la (s) pesa (s) muestre manchas y adhesiones de impurezas externas, se procede a limpiar con un paño suave humedecido de alcohol. Ver anexo 1.

**Nota 3:** las pesas de 1 mg a 500 mg se limpian solo con la brocha.

### 7.2.2 Climatizar la (s) pesa (s) a calibrar

Climatizar o ambientar la (s) pesa (s) a calibrar mínimo 1 hora antes de iniciar la calibración.

### 7.2.3 Seleccionar equipos patrones e instrumentos de Medición y realizar comprobación funcional

- La selección de la pesa patrón de trabajo, debe ser al menos una clase de exactitud superior que la pesa a calibrar. Esto quiere decir que el EMP de la pesa patrón debe ser  $\leq 1/3$  del EMP de la pesa a calibrar:

$$EMP_r \leq \frac{1}{3} EMP_t$$

- Seleccionar el instrumento de medición con una resolución “d” que cumpla con la siguiente condición (numeral 4.4.2, guía técnica sobre trazabilidad metrológica e incertidumbre de medida en la magnitud de masa para pesas de clase E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>, M<sub>1-2</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>2-3</sub> y M<sub>3</sub>. para la calibración de pesas:

$$d \leq \frac{EMP_t}{10}$$

$EMP_t$ : Error máximo permitido de la pesa bajo calibración.

- Realizar la comprobación funcional del IPFNA, dejando las observaciones en las hojas de cálculo RT03-F13.

Seleccionado el equipo, ajustar el instrumento de medición-IPFNA.

#### 7.2.4 Registrar los datos de la pesa de referencia (A), de prueba (B) y las condiciones ambientales.

Registrar los datos de la (s) pesa (s) de referencia, del Instrumento de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA y de las condiciones ambientales al inicio, durante y al final, indicadas por el termohigrómetro, en el formato hoja de cálculo para calibración de pesas RT03-F13.

**Nota 4:** Para evidenciar las condiciones ambientales durante la calibración, descargar los datos de los máximos y mínimos del termohigrómetro teniendo en cuenta la hora de inicio y hora final de calibración para cada pesa.

Realizar mínimo un ciclo de medición para observar el comportamiento del IPFNA, en caso de presentar fallas, se utiliza otro equipo de medición y se realiza nuevamente el ciclo y continua con la etapa 3.

**Punto de control:** revisa el estado de la (s) pesa (s) para iniciar con el proceso de calibración, registrando los datos en el formato RT03-F09.

### 7.3 ETAPA 3. CALIBRAR LA (S) PESA (S)

En esta etapa se procede a calibrar la (s) pesa (s), aplicando el método “ABBA”, para ello se desarrollan las siguientes actividades:

#### 7.3.1 Aplicar el método ABBA

Para la aplicación del método ABBA, se identifican la (s) pesa (s), de acuerdo a la figura 1:

**(A: pesa referencia) y (B: pesa a calibrar).**



Figura 1. Identificación de pesas

Una vez se identifican las pesas se procede a desarrollar el método:

- Colocar la pesa (A) en el plato del IPFNA, esperar que estabilice, tarar y una vez que estabilice registrar la lectura. Según la siguiente figura:

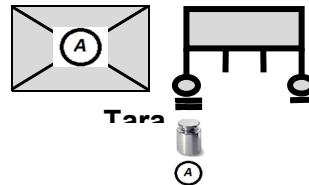


Figura 2

- Retirar la pesa (A), esperar que estabilice el IPFNA y reemplazar con la pesa (B), esperar que estabilice y registrar la lectura, Según la siguiente figura 3:

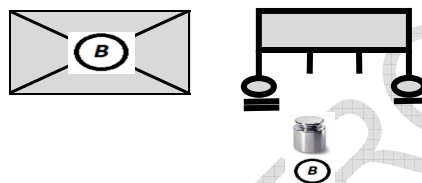


Figura 3

- Retirar la pesa (B), esperar que estabilice el IPFNA, poner la pesa (B), esperar que se estabilice, registrar la lectura. Según la siguiente figura 4:

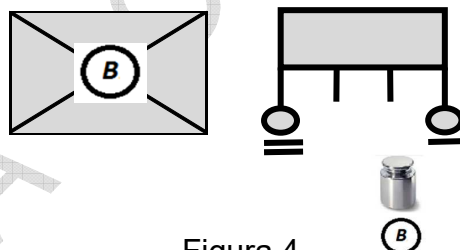


Figura 4

- Retirar la pesa (B), esperar que estabilice, poner la pesa (A), esperar que estabilice, registrar la lectura, retirar la pesa (A), esperar que estabilice y llevar el IPFNA a cero. Según las figuras 5 y 6:

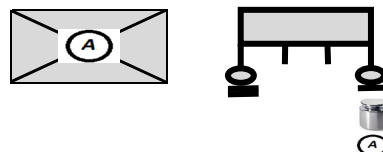


Figura 5

Completando así el ciclo de pesaje ABBA, figura 6.

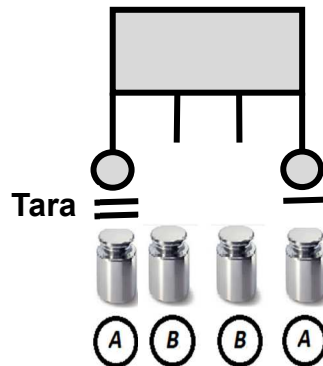


Figura 6.

**Nota 5:**

- Repetir el ciclo anterior tres (3) veces.
- Según la ecuación C.6.4-3 de la norma NTC 1848:2007 versión vigente, solución aceptable para la incertidumbre debido a la excentricidad.

$$u_E = \frac{\frac{d1}{d2} * D}{2 * \sqrt{3}}$$

Donde:

**D:** diferencia entre los valores máximos y mínimo de la prueba de excentricidad realizada según OIML R 76-2.

**d1:** es la distancia entre los centros de las pesas, esta se conoce.

**d2:** es la distancia desde el centro del receptor de la carga hasta una de las esquinas.

**Nota 6:** en la mayoría de los casos, la contribución a la incertidumbre  $U_E$  ya está cubierta por la incertidumbre  $U_w$  del proceso de pesaje (véase ecuación C.6.1-1 de la norma NTC 1848:2007) y se puede omitir.

## 7.4 ETAPA 4. CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS REGISTRADOS

Una vez terminada la calibración, calcular y analizar los datos registrados teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Promedios
- Cálculo densidad del aire
- Diferencia promedio de la masa convencional
- Presupuesto de incertidumbre
- Resultados

Se procede a realizar las siguientes actividades:

### 7.4.1 Calcular, analizar los datos obtenidos y hallar el presupuesto de incertidumbre.

Para realizar el respectivo análisis, calcular los datos a través del formato RT03-F13:

- Promediar los valores de lectura o indicación del IPFNA para cada pesa, obteniendo las lecturas medias,

$$ABBA = (r1t1t2r2): I_{r11} \quad I_{t11} \quad I_{t21} \quad I_{r21} \\ I_{r1n} \quad I_{t1n} \quad I_{t2n} \\ I_{r1n}$$

- Obtener la diferencia entre la pesa de prueba y la pesa de referencia, teniendo en cuenta las siguientes ecuaciones:

$$\bar{I}_{ri} = \frac{(I_{r1i} + I_{r2i})}{2}$$

$$\bar{I}_{ti} = \frac{(I_{t1i} + I_{t2i})}{2}$$

Dónde:  $\bar{I}_{ri}$  Promedios pesa de referencia =  $\bar{A}$   
 $\bar{I}_{ti}$  Promedios pesa de prueba =  $\bar{B}$

- Hallar la diferencia de indicación del ciclo= $\Delta I_i$ , entre la pesa de prueba y la pesa de referencia de un ciclo, i:

$$\Delta I_i = \bar{I}_{ti} - \bar{I}_{ri}$$

En donde  $i = 1, \dots, n$

- Calcular la diferencia del promedio de las indicaciones para n ciclos:

$$\overline{\Delta I} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta I_i$$

- Calcular la desviación estándar del proceso de pesaje a partir de n ciclos de mediciones de la masa convencional, para n ciclos es:

$$s^2(\overline{\Delta I}) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta I_{ti} - \overline{\Delta I}_{ri})^2$$

- Determinar la densidad del aire mediante la ecuación E.3-1, de la norma NTC 1848:2007:

$$\rho_a = \frac{0,34848 p - 0,009 (hr) * \exp(0,061 t)}{273,15 + t}$$

**Nota 7:** Formula CIPM (1982/91)

- Determinar la incertidumbre de la densidad del aire, según la ecuación C.6.3-3 de la norma NTC 1848:2007:

$$u^2(\rho_a) = u_F^2 + \left( \frac{\partial \rho_a}{\partial p} * u_p \right)^2 + \left( \frac{\partial \rho_a}{\partial t} * u_t \right)^2 + \left( \frac{\partial \rho_a}{\partial hr} * u_{hr} \right)^2$$

Donde:

$$\frac{\partial \rho_a}{\partial p} = 10^{-5} \rho_a P a^{-1}$$

$$\frac{\partial \rho_a}{\partial t} = -3,4 \times 10^{-3} K^{-1} \rho_a$$

$$\frac{\partial \rho_a}{\partial hr} = -10^{-2} \rho_a$$

$$u_F = 10^{-4} p a$$

- Hallar la diferencia promedio de la masa convencional mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta m_c = (\overline{\Delta I} + m_{cr} * C)$$

Dónde:

$$\triangleright \bar{\Delta I} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta I_i$$

$$\triangleright m_{cr} = m_{Nr} + e_r$$

$$\triangleright C_i = (\rho_{ai} - \rho_0) * \left( \frac{1}{\rho_t} - \frac{1}{\rho_r} \right) \text{ ecuación C.5.1-3, de la norma NTC 1848:2007}$$

- Hallar el presupuesto de incertidumbre mediante las siguientes ecuaciones:

### Proceso de pesaje

$$u_w(\Delta m_c) = s/\sqrt{n}$$

### Calibración Pesa de referencia

$$u(m_{cr}) = U/k$$

### Inestabilidad pesa de referencia.

$$u_{ins}(m_{cr}) = U(m_{cr})/\sqrt{3} \text{ ó } u_{inst}(m_{cr}) = \frac{\Delta m_{cr}}{\sqrt{3}}$$

### Pesa de referencia

$$u(m_{cr}) = \sqrt{(U/k)^2 + u_{inst}^2(m_{cr})}$$

### Corrección por empuje del aire

$$u_b^2 = \left[ m_{cr} \frac{(\rho_r - \rho_t)}{\rho_r \rho_t} u(\rho_a) \right]^2 + [m_{cr} (\rho_a - \rho_0)]^2 \frac{u^2(\rho_t)}{\rho_t^4} + m_{cr}^2 (\rho_a - \rho_0) [(\rho_a - \rho_0) - 2(\rho_{al} - \rho_0)] \frac{u^2(\rho_r)}{\rho_r^4}$$

- Incertidumbre por repetibilidad del método  $u(\delta_{mr})$

Este dato se obtiene del análisis de varianza estadístico de un objeto retenido.

- Identificar la incertidumbre debido a la resolución de la pantalla de un IPFNA digital, según la ecuación C.6.4-2 de la norma NTC 1848:2007:



$$u_d = \left[ \frac{d/2}{\sqrt{3}} \right] * \sqrt{2}$$

### 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  $\leq 0.3$ , entonces se asume un factor k de cobertura  $k= 1.65$

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

- Hallar la Incertidumbre estándar combinada  $u_c(m_{ct})$  de la masa convencional de la pesa de prueba mediante la ecuación C.6.5-2 de la norma NTC1848:2007

$$u_c(m_{ct}) = \sqrt{u_w^2(\Delta m_c) + u^2(m_{cr}) + u_b^2 + (m_{cr}C)^2 + u_{ba}^2}$$

**Nota 8:** Para calcular la incertidumbre estándar combinada  $u_c(m_{ct})$  de la masa convencional de la pesa de prueba, se le adiciona la componente de incertidumbre por repetibilidad del método  $u(\delta_{mr})$

- Hallar la incertidumbre expandida, U, de la masa convencional de masa de prueba mediante la ecuación C.6.5-3 de la norma NTC 1848:2007:

$$U(m_{ct}) = k u_c(m_{ct})$$

### 7.4.2 Generar resultados

Promediar los valores de lectura o indicación, calculando los resultados finales teniendo en cuenta las siguientes ecuaciones:

$$m_{cr} = m_{Nr} + e_r$$

$$\text{Masa convencional } m_{ct} = m_{Nr} + \Delta m_c \quad \pm \quad \text{Incertidumbre masa convencional } U(m_{ct}) \quad k = 2$$

$$e_{ct} = m_{ct} - m_{nr}$$

### 7.4.3 Identificar la (s) pesa (s) calibrada (s)

El responsable de la calibración identifica la (s) pesa (s) calibrada (s) a través de una estampilla, la cual se adhiere al estuche, donde se menciona fecha de calibración y número de certificado, los cuales deben coincidir con el certificado emitido.

### 7.4.4 Elaborar y enviar certificado de calibración

Terminada la calibración, el responsable de la calibración, elabora el certificado de calibración y crea una carpeta magnética con toda la información del ítem a calibrar, la envía al responsable de la dirección técnica y al responsable del sistema de gestión, a través de correo electrónico institucional y/o SIC CALIBRA, con la siguiente información:

1. Documento en PDF, que contenga registro fotográfico del ítem (cuando aplique): serie, modelo, fabricante, código interno y la estampilla de calibración.
2. Hoja de cálculo (RT03-F13) en excel y certificado de calibración RT03-F16 junto a sus complementos debidamente diligenciados.

**Nota 9:** La lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03- F09, se debe entregar físicamente y/o SIC CALIBRA.

#### **Punto de control:**

- Revisar detalladamente los datos obtenidos, como resultado de la calibración, a través de los formatos: RT03-F09, RT03-F13 y RT03-F16.

Verifica que coincida en el certificado de calibración:

- la estampilla que contenga: la fecha y número de certificado de calibración.

## 7.5 ETAPA 5. REVISAR, AUTORIZAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE PESA (S) Y LA(S) PESA(S)VCALIBRADA(S)

Se tiene en cuenta los cálculos, los análisis respectivos y se desarrollan las siguientes actividades:

### 7.5.1 Revisar el certificado de calibración por el responsable de la dirección técnica y el responsable del SGL, antes de su liberación o emisión

El responsable de la Dirección Técnica junto al responsable del SGL revisan la siguiente información:

- Solicitud de calibración
- Respuesta a la calibración
- Comunicaciones emitidas por el usuario (si las hay)
- Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03- F09
- Hoja de cálculo para calibración de pesas RT03-F13.
- Certificado de calibración de pesas RT03-F16.
- Documento en PDF, que contenga registro fotográfico del ítem (cuando aplique): serie, modelo, fabricante, código interno y la estampilla 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-3.0-06, versión vigente.
- Criterios específicos de acreditación – trazabilidad metrológica CEA-3.0-02, versión vigente

**Criterios del documento normativo NTC 1848:2007**, parte 1 Requisitos Metrológicos y Técnicos. Generalidades anexo C,

### 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 LCP-XXX-XX, donde:

- **LCP:** L hace referencia al laboratorio, C hace referencia a Calibración y P hace referencia a la sigla del instrumento (pesas) bajo calibración.
- **XXX:** número del certificado, consecutivo que inicia desde 001,
- **XX:** corresponde al año en curso.

**Información del cliente:** solicitante, dirección y ciudad.

Fecha de recepción del ítem a calibrar y fecha de calibración

**1. Información del equipo sometido a calibración:** objeto, fabricante, número de serie, clase de exactitud y número de pesas suministradas para la calibración.

**2. Lugar y dirección de calibración:** nombre y dirección del laboratorio

**3. Código Interno:** LCP-número de radicado según la solicitud de calibración (sin consecutivo).

**4. Método de calibración utilizado:** Identificación del método utilizado

**5. Descripción de la (s) pesa (s) calibrada (s):** pesa, forma, material y densidad (valor e incertidumbre ( $\pm$ ) ( $k=2$ )).

**6. Trazabilidad metrológica:** descripción del patrón, clase, fabricante, código interno, certificado y fecha de calibración.

**7. Incertidumbre de medición**

**8. Resultado de la calibración:** No (número), marcación, masa convencional (valor nominal y error), incertidumbre expandida de la medición  $\pm U$  ( $k=2$ ), EMP clase  $M1\pm$ , condiciones ambientales (temperatura °C (máximo y mínimo corregidas), humedad % hr (máximo y mínimo corregidos), presión hPa (máximo y mínimo corregidos) y cumple (SI/NO).

Cuenta con el siguiente mensaje:

“La declaración de conformidad se aplica a los resultados de la calibración, teniendo en cuenta que el error en masa convencional, más la incertidumbre expandida de la medición, no deberá superar el error máximo permitido (EMP), según lo definido en la tabla 1 del numeral 5.1.2 de la norma NTC 1848:2007, para las pesas  $M1$ ”.

La regla de decisión se aplica cuando:

$$|E|+U \leq EMP = \text{CUMPLE}$$

Dónde:

$|E|$  = error

U = incertidumbre expandida

EMP = error máximo permitido

- Para efectos de establecer si cumple o no, se toma en cuenta que el laboratorio definió un nivel de riesgo del 2,5% derivado de la regla de decisión, que corresponde a sólo una de las dos colas de la distribución de probabilidad de la incertidumbre expandida. (Ver probabilidad de conformidad y no conformidad en el formato RT03-F13)

## 9. Observaciones

**Firma autorizada:** cargo, nombre y firma de los servidores públicos y/o contratistas que autorizan el certificado de calibración (responsable de la Dirección técnica o su suplente)

**Calibrado por:** cargo, nombre y firma de los servidores públicos y/o contratistas que realizan las calibraciones

**Fecha de elaboración**

**Fecha de emisión**

**Fin de este documento**

Si el certificado de calibración está conforme continúa con la siguiente actividad.

Si se presentan trabajos no conformes-TNC, se registra un comentario sobre el trabajo no conforme identificado en el certificado de calibración y en el formato RT03-F32, en las celdas a las que haya lugar y 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).
- Realizar un comentario en la celda identificando el trabajo no conforme.
- Devolver al responsable de la calibración el certificado de calibración, para que realice los respectivos ajustes, a través de correo electrónico institucional y/o SIC CALIBRA.

Se repite esta actividad hasta que se encuentre a satisfacción (tener en cuenta el procedimiento RT03-P01).

Si se presentan errores de ortografía al momento de la revisión se corrigen.

### Nota 10:

- Todos los responsables de revisión (responsable de la calibración, responsable de la dirección técnica (suplente) y responsable del sistema de gestión, deben revisar cada uno de los criterios.
- Si se identifica un trabajo no conforme, este se socializa semanalmente con todo el personal del laboratorio (ver procedimiento de trabajo no conforme)

Efectuados los ajustes, se procede a:

- Aprobar y emitir el certificado de calibración
- Finalizar el trámite a través de comunicado por sistema de trámites.
  
- Crear carpeta con número de radicado y número de certificado según corresponda (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-F13) en excel bloqueada,  
certificado de calibración RT03-F16 en excel bloqueado,  
certificado de calibración RT03-F16 en pdf firmado Cierre de la solicitud de calibración: comunicación radicada para entrega del certificado y de las pesas.
  5. Encuesta de satisfacción
  6. Comunicaciones emitidas por usuario (si aplica)
  7. Comunicaciones emitidas por el laboratorio (si aplica)
  8. Modificación al certificado de calibración (si aplica)
  9. TNC (si aplica)

#### **7.5.2 Entregar el certificado de calibración y la (s) pesa (s) calibrada (s)**

El responsable de la Dirección Técnica y/o suplente, entregan al usuario:

- Certificado de calibración de pesas RT03-F16;
- la (s) pesa (s) calibrada (s);
- la estampilla de calibración.

Se verifica y registra el estado de la (s) pesa (s), el certificado y la estampilla, dejando como soporte la información de lo entregado y el nombre del usuario a través del formato RT03-F09.

#### **7.5.3 Aplicar la encuesta de satisfacción**

El responsable de la Dirección Técnica y/o suplente, entregan la encuesta de satisfacción de la prestación de los servicios de calibración RT03-F07.

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

**Punto de control:** revisa que el certificado de calibración RT03-F16, estén acordes a:

- 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-F32

## 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-F13	Hoja de cálculo para calibración de pesas.
RT03-F16	Certificado de calibración de pesas.
RT03-F19	Informe de pesas no aptas.
RT03-F21	Programación de equipos a calibrar
RT03-F22	Programa de control de mantenimiento, comprobaciones intermedias y calibración del equipamiento
RT03-F32	Listado de chequeo de certificados de calibración y modificación a los certificados de calibración de pesas.
RT03-F40	Modificación del certificado de calibración de pesas.
RT03-F44	Intervalos de Calibración y Gráficos de Control

## 9 ANEXOS

Anexo 1. Tiempo de estabilización después de limpieza

Anexo 2. Errores máximos permisibles para OIML R 111:2004 (E)

Anexo 3. Tabla B.7. Método F2-Lista de aleaciones usadas más comúnmente para las pesas

Anexo 4. Tabla C.1. Condiciones ambientales durante la calibración (valores típicos recomendados para obtener resultados exitosos)

## 10 RESUMEN CAMBIOS RESPECTO A LA ANTERIOR VERSIÓN

- Modificación parcial del numeral 5, donde se menciona el procedimiento RT03-P07
- Inclusión del formato RT03-F21 en el numeral 8.

---

Fin documento

COPIA CONTROLADA



### ANEXO 1. Tiempo de estabilización después de limpieza

Pesa Clase	E1	E2	F1	F2 a M3
Después de limpieza con alcohol	7 - 10 días	3 - 6 días	1 - 2 días	1 hora
Después de limpieza con agua destilada	4 - 6 días	2 - 3 días	1 día	1 hora

Tomado de la norma NTC 1848, versión vigente, numeral B.4.2

COPIA CONTROLADA

**ANEXO 2. Errores máximos permisibles para OIML R 111:2004(E)**

Nominal value*	Class E <sub>1</sub>	Class E <sub>2</sub>	Class F <sub>1</sub>	Class F <sub>2</sub>	Class M <sub>1</sub>	Class M <sub>1-2</sub>	Class M <sub>2</sub>	Class M <sub>2-3</sub>	Class M <sub>3</sub>
5 000 kg			25 000	80 000	250 000	500 000	800 000	1 600 000	2 500 000
2 000 kg			10 000	30 000	100 000	200 000	300 000	600 000	1 000 000
1 000 kg		1 600	5 000	16 000	50 000	100 000	160 000	300 000	500 000
500 kg		800	2 500	8 000	25 000	50 000	80 000	160 000	250 000
200 kg		300	1 000	3 000	10 000	20 000	30 000	60 000	100 000
100 kg		160	500	1 600	5 000	10 000	16 000	30 000	50 000
50 kg	25	80	250	800	2 500	5 000	8 000	16 000	25 000
20 kg	10	30	100	300	1 000		3 000		10 000
10 kg	5.0	16	50	160	500		1 600		5 000
5 kg	2.5	8.0	25	80	250		800		2 500
2 kg	1.0	3.0	10	30	100		300		1 000
1 kg	0.5	1.6	5.0	16	50		160		500
500 g	0.25	0.8	2.5	8.0	25		80		250
200 g	0.10	0.3	1.0	3.0	10		30		100
100 g	0.05	0.16	0.5	1.6	5.0		16		50
50 g	0.03	0.10	0.3	1.0	3.0		10		30
20 g	0.025	0.08	0.25	0.8	2.5		8.0		25
10 g	0.020	0.06	0.20	0.6	2.0		6.0		20
5 g	0.016	0.05	0.16	0.5	1.6		5.0		16
2 g	0.012	0.04	0.12	0.4	1.2		4.0		12
1 g	0.010	0.03	0.10	0.3	1.0		3.0		10
500 mg	0.008	0.025	0.08	0.25	0.8		2.5		
200 mg	0.006	0.020	0.06	0.20	0.6		2.0		
100 mg	0.005	0.016	0.05	0.16	0.5		1.6		
50 mg	0.004	0.012	0.04	0.12	0.4				
20 mg	0.003	0.010	0.03	0.10	0.3				
10 mg	0.003	0.008	0.025	0.08	0.25				
5 mg	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20				
2 mg	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20				
1 mg	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20				

**ANEXO 3. Tabla B.7. Método F2-Lista de aleaciones usadas más comúnmente para las pesas.**

<i>Aleación / Material</i>	<i>Densidad asumida</i>	<i>Incertidumbre(k=2)</i>
Platino	21 400 kg m <sup>-3</sup>	± 150 kg m <sup>-3</sup>
Níquel plata	8 600 kg m <sup>-3</sup>	± 170 kg m <sup>-3</sup>
Bronce	8 400 kg m <sup>-3</sup>	± 170 kg m <sup>-3</sup>
Acero inoxidable	7 950 kg m <sup>-3</sup>	± 140 kg m <sup>-3</sup>
Acero al carbono	7 700 kg m <sup>-3</sup>	± 200 kg m <sup>-3</sup>
Hierro	7 800 kg m <sup>-3</sup>	± 200 kg m <sup>-3</sup>
Hierro fundido(blanco)	7 700 kg m <sup>-3</sup>	± 400 kg m <sup>-3</sup>
Hierro fundido (gris)	7 100 kg m <sup>-3</sup>	± 600 kg m <sup>-3</sup>
Aluminio	2 700 kg m <sup>-3</sup>	± 130 kg m <sup>-3</sup>

**ANEXO 4. Tabla C.1. Condiciones ambientales durante la calibración (valores típicos recomendados para obtener resultados exitosos)**

<i>Clase de pesa</i>	<i>Cambio de temperatura durante la calibración<sup>(2)</sup></i>
<b>E<sub>1</sub></b>	± 0,3 °C por h con un máximo de ± 0,5 °C para 12 h
<b>E<sub>2</sub></b>	± 0,7 °C por h con un máximo de ± 1 °C para 12 h
<b>F<sub>1</sub></b>	± 1,5 °C por h con un máximo de ± 2 °C para 12 h
<b>F<sub>2</sub></b>	± 2 °C por h con un máximo de ± 3,5 °C para 12 h
<b>M<sub>1</sub></b>	± 3 °C por h con un máximo de ± 5 °C para 12 h

<i>Clase de pesa</i>	<i>Rango de humedad relativa (h) del aire<sup>(3)</sup></i>
<b>E<sub>1</sub></b>	40 % a 60% con un máximo de ± 5% para 4 h
<b>E<sub>2</sub></b>	40 % a 60% con un máximo de ± 10% para 4 h
<b>F</b>	40 % a 60% con un máximo de ± 15% para 4 h