


CONTENIDO

1	OBJETIVO	3
2	DESTINATARIOS.....	3
3	GLOSARIO	3
4	REFERENCIAS	6
5	GENERALIDADES	7
6	REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PROCEDIMIENTO	7
7	DESCRIPCION DE ETAPAS Y ACTIVIDADES.....	10
7.1	ETAPA 1. RECEPCIONAR Y REVISAR EL ESTADO DE LAS PESAS... 10	
7.1.1	Revisar el estado de las pesas.....	10
7.2	ETAPA 2. ALISTAR LAS PESAS A CALIBRAR Y LOS PATRONES DE TRABAJO	11
7.2.1	Limpiar las pesas a calibrar	11
7.2.2	Aclimatar las pesas a calibrar	11
7.2.3	Ajustar el instrumento de medición.....	11
7.2.4	Registrar los datos de la pesa de referencia, de prueba y las condiciones ambientales.....	12
7.3	ETAPA 3. CALIBRAR LAS PESAS.....	12
7.3.1	Aplicar el método ABBA	12
7.4	ETAPA 4. CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS REGISTRADOS.....	14
7.4.1	Calcular, analizar los datos obtenidos y hallar el presupuesto de incertidumbre.....	15


Elaborado por:	Revisado y Aprobado por:	Aprobación Metodológica 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	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	Nombre: Giselle Johanna Castelblanco Muñoz Cargo: Representante de la Dirección para el Sistema de Gestión de Calidad Fecha: 2018-05-28

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.

	<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE PESAS</p>	Código: RT03-P06
		Versión: 2
		Página 2 de 23

7.4.2	Generar resultados	18
7.5	ETAPA 5. ENTREGAR LAS PESAS CALIBRADAS	18
7.6	ETAPA 6. ELABORAR, REVISAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE PESAS	19
7.6.1	Elaborar certificado de calibración pesas	19
7.6.2	Revisar certificado de calibración	19
7.6.3	Entregar el certificado de calibración y aplicar la encuesta de satisfacción	20
8	DOCUMENTOS RELACIONADOS.....	20
9	ANEXOS.....	21
10	RESUMEN CAMBIOS RESPECTO A LA ANTERIOR VERSIÓN	21

COPIA CONTROLADA

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE PESAS	Código: RT03-P06
		Versión: 2
		Página 3 de 23

1 OBJETIVO

Describir la metodología empleada para la calibración de pesas con valores nominales desde 1 g a 20 kg, calibradas en un instrumento de pesaje, basado en la comparación de un valor de una cantidad por medir con un valor conocido en la misma cantidad, para los usuarios de las alcaldías, casas del consumidor y rutas del consumidor.

2 DESTINATARIOS

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

3 GLOSARIO

La terminología usada en este documento cumple con aquella indicada en el vocabulario internacional de metrología. (VIM 3ª edición 2012), conceptos fundamentales generales, y términos asociados, además para los propósitos de este documento, se aplican las siguientes definiciones:

BALANZA: Instrumento que indica la masa aparente y que es sensible a las siguientes fuerzas: neta ejercida sobre él, cuando se encuentra en el campo gravitatorio terrestre y existen además otras perturbaciones. La fuerza neta es la resultante de toda una serie de fuerzas que actúan sobre el cuerpo; entre otras, en mayor o menor cuantía, se pueden nombrar las siguientes fuerzas:


Gravedad: $F_g = m * g$

Flotación del aire = al peso del aire desplazado

$$F_b = V * \rho_a * g = \frac{m}{p} \rho_a * g$$

Fuerzas magnéticas creadas entre el campo magnético existente en el entorno de la balanza y la pesa. No cuantificadas.

CALIBRACIÓN: Conjunto de operaciones para establecer, bajo condiciones especificadas, la relación existente entre valores de cantidades indicadas por un instrumento de medición o por un sistema de medición, o los valores representados por una medida material o un material de referencia, y los valores correspondientes determinados por los patrones.

	<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE PESAS</p>	Código: RT03-P06
		Versión: 2
		Página 4 de 23

Nota 1: El resultado de una calibración permite bien sea asignar valores de mensurandos a las indicaciones o determinar correcciones con respecto a las indicaciones.

Nota 2: Una calibración también puede determinar otras propiedades metrológicas como el efecto de las cantidades de influencia.

Nota 3: El resultado de una calibración se puede registrar en un documento, en ocasiones llamado certificado de calibración o informe de calibración.

CLASE DE EXACTITUD: designación de la clase de una pesa o un juego de pesas que cumplen los requisitos metrológicos destinados a mantener los valores de la masa dentro de los límites especificados por la NTC 1848:2007.

CLASE DE EXACTITUD DE LAS PESAS: clasificación de las pesas de acuerdo a ciertos requisitos metrológicos y límites de tolerancia.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: certificado emitido únicamente por laboratorios acreditados o autorizados quienes registran los resultados de una calibración.

COMPARACIÓN: método de medición basado en la comparación de un valor de una cantidad por medir con un valor conocido de la misma cantidad.


CONDICIÓN DE REPETIBILIDAD DE UNA MEDICIÓN: condición de medición, dentro de un conjunto de mediciones que incluye el mismo procedimiento de medida, los mismos operadores, el mismo sistema de medida, las mismas condiciones de operación y el mismo lugar, así como mediciones repetidas del mismo objeto similar en un período corto de tiempo.

CONSERVACIÓN DE PATRÓN DE MEDIDA: conjunto de operaciones necesarias para preservar las propiedades metrológicas de un patrón dentro de unos límites determinados

DENSIDAD: La densidad de un cuerpo es el cociente entre la masa y el volumen del mismo.

DENSIDAD DE UN CUERPO: masa dividida por el volumen, según fórmula:
Densidad = masa sobre volumen.

ERROR DE UNA MASA: Desviación del valor de su masa respecto a su valor nominal.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE PESAS	Código: RT03-P06
		Versión: 2
		Página 5 de 23

ERROR MÁXIMO PERMISIBLE: valor absoluto máximo de la diferencia permitido por la reglamentación nacional, entre la masa convencional medida y el valor nominal de una pesa, determinado por las pesas de referencia.

INSTRUMENTO DE PESAJE: instrumento de medida utilizado para determinar la masa de un cuerpo generalmente a partir de la fuerza ejercida sobre el cuerpo en el campo gravitatorio terrestre.

JUEGO DE PESAS: serie o grupo de pesas, usualmente presentadas en una caja, en arreglos que hacen posible cualquier pesaje para cargas entre la masa de la pesa con el menor valor nominal y la suma de las masas de todas las pesas de la serie, con una progresión en la cual la masa de la pesa con el menor valor nominal constituye el menor peso de la serie.

MAGNETISMO: efecto que genera una fuerza de atracción o repulsión.

MASA: es una magnitud física que determina la cantidad de materia que tiene un cuerpo.

MASA CONVENCIONAL (También llamada valor convencional de la masa): valor convencional del resultado de pesar en el aire, de acuerdo con la OIML D28.

MASA DE REFERENCIA: masa o conjunto de masas utilizadas como referencia para determinar la masa de una u otras masas (pruebas) o instrumentos de pesas.

MASA DE PRUEBA: masa objeto de la calibración.


METRÓLOGO: servidor público que realiza mediciones.

MODELO: Modelo definitivo de las pesas o el juego de pesas con el cual está conforme.

PATRÓN DE MEDIDA DE TRABAJO: patrón utilizado habitualmente para calibrar o verificar instrumentos o sistemas de medida.

PESA: medida materializada de masa, regulada de acuerdo a sus características físicas y metrológicas: forma, dimensiones, material, calidad de la superficie, valor nominal, densidad, propiedades magnéticas y error máximo permitido.

REPETIBILIDAD DE MEDIDA: precisión de medida bajo un conjunto de condiciones de repetibilidad.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE PESAS	Código: RT03-P06
		Versión: 2
		Página 6 de 23

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.


TEMPERATURA (t): en grados Celsius, se relaciona con la escala de temperatura termodinámica absoluta, denominada escala Kelvin, mediante $t = T - 273,15 \text{ K}$.

VALOR CONVENCIONAL DE MASA: Para un cuerpo a 20°C, la masa convencional o el valor convencional del resultado de pesaje en el aire es la masa de una pesa de referencia de densidad $8000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ que la equilibra en un aire de densidad $1,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Nota 4: La simbología relacionada en este documento se encuentra en la NTC 1848:2007, numeral 3.

4 REFERENCIAS

Jerarquía de la norma	Numero /Fecha	Título	Artículo	Aplicación Específica
OIML	R111-2004	Weights of classes E ₁ , E ₂ , F ₁ , F ₂ , M ₁ , M ₁₋₂ , M ₂ , M ₂₋₃ y M ₃	Aplicación total	Calibración de pesas clase M ₁
NTC - ISO/IEC	17025 de 2005	Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración	Aplicación total	Competencia del laboratorio de masa (pesas)
NTC	1848-2007	Pesas de clases E ₁ , E ₂ , F ₁ , F ₂ , M ₁ , M ₁₋₂ , M ₂ , M ₂₋₃ y M ₃ . Requisitos metrológicos y técnicos.	Aplicación total	Calibración de pesas clase M ₁
GUM	2008	Guía para estimar la incertidumbre de la medición	Aplicación total	Lineamientos para estimar incertidumbres
VIM	3ª edición 2012	Vocabulario intencional de metrología. Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados.	Aplicación total	Para metrología básica

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE PESAS	Código: RT03-P06
		Versión: 2
		Página 7 de 23

5 GENERALIDADES

El método de medición por comparación es el más utilizado para obtener la diferencia de masa entre la pesa referencia y la pesa de prueba en la calibración.

El procedimiento de calibración de pesas mediante el método de comparación 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.

Bajo ninguna razón el servidor público y/o contratista (con rol de metrólogo) realizará actividades de reparación y ajuste a las pesas.

Para calcular la ρ_a se determinará con el promedio de las condiciones ambientales (t, rH, hPa,) al inicio y final del proceso de calibración.

El factor de cobertura $k = 2$, es utilizado para la calibración de pesas según lo indicado en la tabla C4 de la NTC 1848:2007.

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

6 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PROCEDIMIENTO

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
1	RECEPCIONAR Y REVISAR EL ESTADO DE LAS PESAS	Solicitud de calibración de equipos RT03-F08	En esta etapa se reciben las pesas y se verifica el estado de las mismas a través de la lista de chequeo de recepción y entrega de equipos. Comprende la siguiente actividad: - Revisar el estado de las pesas.	Responsable de dirección técnica y/o el de sistema de gestión de los laboratorios	Solicitud de calibración de equipos RT03-F08 Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
2	ALISTAR LAS PESAS A CALIBRAR Y LOS PATRONES DE TRABAJO	<p>Pesas a calibrar</p> <p>Patrones de trabajo</p>	<p>En esta esta etapa se alistan las pesas a calibrar y los patrones de trabajo, teniendo en cuenta las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpiar las pesas a calibrar. - Aclimatar las pesas a calibrar. - Ajustar el instrumento de medición. - Registrar los datos de la pesa de referencia, de prueba y las condiciones ambientales. 	<p>Servidores públicos y/o contratistas de los laboratorios</p>	<p>Hoja de cálculo para calibración de pesas RT03-F13 diligenciada</p>
3	CALIBRAR LAS PESAS	<p>Pesas a calibrar</p> <p>Patrones de trabajo</p> <p>Hoja de cálculo para calibración de pesas RT03-F13 con registro de datos</p>	<p>En esta etapa se inicia la calibración de las pesas aplicando el método "ABBA", comprende las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicar el método "ABBA". 	<p>Servidores públicos y/o contratistas de los laboratorios</p>	<p>Hoja de cálculo para calibración de pesas RT03-F13 diligenciada</p>

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 con registro de datos	<p>En esta etapa una vez se termina de registrar los datos obtenidos de las calibraciones, se requiere calcular y analizar los datos registrados. Comprende las siguientes actividades</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calcular, analizar los datos obtenidos y hallar el presupuesto de incertidumbre. - Generar resultados. - Identificar la (s) pesa (s) calibrada (s) 	Servidores públicos y/o contratistas de los laboratorios	Hoja de cálculo para calibración de pesas RT03-F13 diligenciada
5	ENTREGAR LAS PESAS CALIBRADAS	<p>Pesas calibradas</p> <p>Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09 Con registro de datos</p>	<p>En esta etapa se realiza la entrega al usuario de las pesas calibradas, diligenciando la lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09.</p>	Servidores públicos y/o contratistas de los laboratorios	Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09 Totalmente diligenciada y firmada

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
6	ELABORAR, REVISAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE PESAS	Hoja de cálculo para calibración de pesas RT03-F13 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 de pesas. - Revisar el certificado de calibración. - Entregar el certificado de calibración y aplicar encuesta de satisfacción. 	Responsable de la Dirección técnica	<p>Certificado de calibración de pesas RT03-F16</p> <p>Histórico de calibración de pesas RT03-F29</p> <p>Listado de chequeo de certificados de calibración de pesas RT03-F32</p> <p>Encuesta de satisfacción de la prestación de los servicios de calibración RT03-F07</p>

7 DESCRIPCIÓN DE ETAPAS Y ACTIVIDADES


7.1 ETAPA 1. RECEPCIONAR Y REVISAR EL ESTADO DE LAS PESAS

Los servidores públicos y/o contratistas de los laboratorios reciben las pesas a calibrar en los laboratorios de masa (pesas) donde se va a calibrar teniendo en cuenta lo definido en el formato solicitud de calibración de equipos RT03-F08.

Nota 5: 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 de las pesas

Una vez se reciben las pesas, se revisa el estado de las mismas a través de la lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE PESAS	Código: RT03-P06
		Versión: 2
		Página 11 de 23

Si las pesas **No** cumplen con las especificaciones o requisitos estipulados el servidor público y/o contratista asignado procede a:

- Realizar la devolución de las pesas al usuario y se diligencia la lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09.
- Elaborar comunicación al solicitante, junto con el informe de pesas no aptas RT03-F19 firmada por el responsable de la dirección técnica, se radica y se envía por correo electrónico o según lo acordado con el usuario.

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

7.2 ETAPA 2. ALISTAR LAS PESAS A CALIBRAR Y LOS PATRONES DE TRABAJO

Para iniciar la calibración de las pesas, se tienen que tener en cuenta las siguientes actividades:

7.2.1 Limpiar las pesas a calibrar


El servidor público y/o contratista debe limpiar las pesas con una brocha de pelo fino y/o soplarla con una perilla adecuada. En caso de que las pesas evidencien manchas y adheridas impurezas externas, se procederá a limpiar con un paño suave humedecido de alcohol. Después de la limpieza con alcohol se debe dejar un tiempo de estabilización. Ver anexo 1.

7.2.2 Aclimatar las pesas a calibrar

El servidor público y/o contratista procede a aclimatar las pesas con las condiciones ambientales del laboratorio. Ver procedimiento de seguimiento de condiciones ambientales RT03-P07.

7.2.3 Ajustar el instrumento de medición

El servidor público y/o contratista ajusta el instrumento de medición (balanza) al inicio de la calibración, esto aplica para las balanzas que no cuentan con programación automática.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE PESAS	Código: RT03-P06
		Versión: 2
		Página 12 de 23

7.2.4 Registrar los datos de la pesa de referencia, de prueba y las condiciones ambientales.

El servidor público y/o contratista (metrólogo) registra los datos de la pesa de referencia, de la pesa de prueba, los datos del instrumento de pesaje (Balanza) y los datos arrojados por el termohigrómetro.

El servidor público y/o contratista (metrólogo) registra los datos de la pesa de referencia, de la pesa de prueba, los datos del instrumento de pesaje (Balanza) y los datos arrojados por el termohigrómetro.

Tomar hora y lectura de **las condiciones ambientales corregidas de: temperatura, humedad relativa y presión atmosférica**, dejando el registro en la hoja de cálculo para calibración de pesas RT03-F13.

Realizar mínimo un ciclo de medición para observar el comportamiento de la balanza, en caso de que esta no sea apta se informa al responsable de la Dirección Técnica para que tome decisiones, si es apta continua con el procedimiento.

7.3 ETAPA 3. CALIBRAR LAS PESAS

En esta etapa se procede a la calibración de las pesas, aplicando el método “ABBA”, para ello se desarrollan las siguientes actividades:

7.3.1 Aplicar el método ABBA

Para la aplicación del método ABBA, el servidor público y/o contratista identifica las pesas, de acuerdo a (ver 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 de referencia (A)

El servidor público y/o contratista (metrólogo) coloca la pesa (A) en el plato de la balanza, tarar y una vez que se haya estabilizado se registra la lectura. Según la siguiente figura 2. :

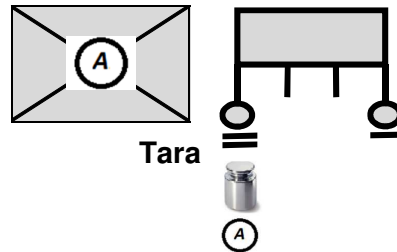


Figura 2

- Retirar la pesa (A) y reemplazar con la pesa (B)

El servidor público y/o contratista (metrólogo) retira la pesa (A) y reemplazar con la pesa (B). Esperar que se establezca la balanza y una vez que se haya estabilizado se registra la lectura. Según la siguiente figura 3:

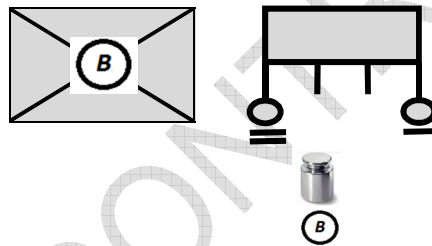


Figura 3

- Retirar la pesa (B) y reemplazar nuevamente con la pesa (B)

Retirar la pesa (B) y esperar que se establezca la balanza, reemplazamos nuevamente con la pesa (B). Esperar que se establezca la balanza y una vez que se haya estabilizado se registra la lectura. Según la siguiente figura 4:

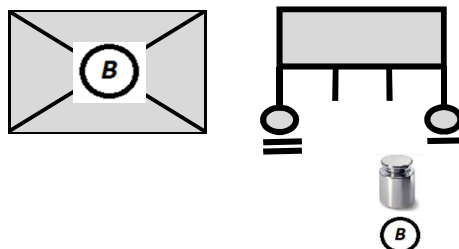


Figura 4

- Retirar la pesa (B) y reemplazar con la pesa (A)

Retirar la pesa (B) y esperar que se estabilice la balanza, reemplazamos nuevamente con la pesa (A). Esperar que se estabilice la balanza y una vez que se haya estabilizado se registra la lectura. Según la siguiente figura 5:

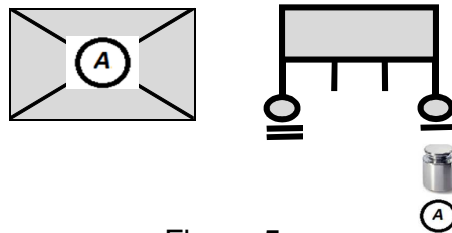


Figura 5

Completando así el ciclo de pesaje ABBA, figura 6.

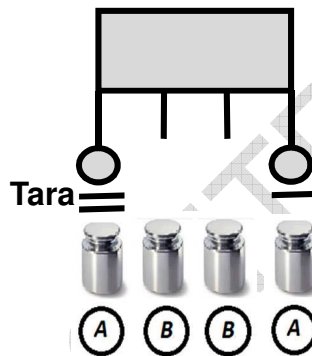


Figura 6.


Nota 6: se repetirá secuencialmente por seis (6) ciclos.

Tomar hora y lectura de las condiciones ambientales finales: (temperatura, humedad relativa y presión atmosférica).

7.4 ETAPA 4. CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS REGISTRADOS

Una vez El servidor público y/o contratista (metrólogo) termina de registrar los datos obtenidos de las calibraciones, calcula y analiza los datos registrados teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

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

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE PESAS	Código: RT03-P06
		Versión: 2
		Página 15 de 23

Para ello 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, el servidor público y/o contratista (metrólogo) calcula los datos a través de la hoja de cálculo para calibración de pesas RT03-F13:

- Promediar los valores de lectura o indicación

Promediar los valores de lectura o indicación de la balanza 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

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

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

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

- Hallar la diferencia de la masa convencional

Hallar la diferencia de la masa convencional, ΔI , entre la pesa de prueba y la pesa de referencia de un ciclo, i , es:

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

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

- Calcular la diferencia del promedio de las indicaciones

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

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

- Calcular la desviación estándar del proceso de pesaje

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

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

- Determinar la densidad del aire

Determinar la densidad del aire mediante la siguiente formula:

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

- Determinar la incertidumbre de la densidad del aire

Determinar la incertidumbre de la densidad del aire mediante la siguiente formula:


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

$$u_F = 10^{-4} \rho_a$$

$$\frac{\partial \rho_a}{\partial p} = 10^{-5} \rho_a \text{ pa}^{-1}$$

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

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

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE PESAS	Código: RT03-P06
		Versión: 2
		Página 17 de 23

- Incluir la densidad del aire de referencia

$$\rho_0 \text{ kg m}^{-3}$$

- Hallar la diferencia promedio de la masa convencional

Hallar la diferencia promedio de la masa convencional mediante la siguiente formula:

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

donde:

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

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

$$\triangleright C = (\rho_a - \rho_0) * \left(\frac{1}{\rho_t} - \frac{1}{\rho_r} \right)$$

- Hallar el presupuesto de incertidumbre mediante las siguientes formulas:

Proceso de pesaje

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

Pesa de referencia

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


Inestabilidad pesa de referencia.

$$u_{ins}(m_{cr}) = U(m_{cr}) / \sqrt{3}$$

Incetidumbre de la corrección por empuje del aire

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

Incetidumbre debida a la resolución de la balanza

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE PESAS	Código: RT03-P06
		Versión: 2
		Página 18 de 23

- Hallar la incertidumbre estándar combinada

Hallar la Incertidumbre estándar combinada $u_c(m_{ct})$ de la masa convencional de la pesa de prueba mediante la siguiente formula:

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

- Hallar la incertidumbre expandida

Hallar la incertidumbre expandida, U, de la masa convencional de masa de prueba mediante la siguiente formula:

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

7.4.2 Generar resultados

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


$$m_{ct} = m_{Nt} + \Delta m_c \pm U(m_{ct}) \quad k = 2$$

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

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

7.5 ETAPA 5. ENTREGAR LAS PESAS CALIBRADAS

Una vez finaliza la calibración se entregan las pesas calibradas al usuario, verificando el estado de la misma 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 PESAS	Código: RT03-P06
		Versión: 2
		Página 19 de 23

7.6 ETAPA 6. ELABORAR, REVISAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE PESAS

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

7.6.1 Elaborar certificado de calibración pesas


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 pesas RT03-F16.

7.6.2 Revisar certificado de calibración

Después de elaborado el certificado de calibración de pesas, el responsable del sistema de gestión de los laboratorios revisa que el certificado de calibración cuente con los resultados conforme al modelo matemático descrito en la GUM 2008, guía para estimar la incertidumbre de la medición para la calibración de pesas y con los datos registrados en la hoja de cálculo para calibración de pesas RT03-F13 y se registra los datos a través del histórico de calibraciones de pesas RT03-F29.

También se revisan los siguientes criterios que deben contener los certificados de calibración:

- Título (ejemplo: “Certificado de calibración”)
- Información del cliente: Nombre, dirección, ciudad.
- Información del equipo: Descripción de las pesas, fabricante, serie, identificación y clase de exactitud.
- Fecha de recepción del ítem a calibrar y fecha 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: 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
- Lugar y dirección de calibración: nombre y dirección del laboratorio
- Consecutivo Interno: LCP-XXX-XX, hace referencia al Certificado No. Seguido del año en que se genere.
- Examen físico de las condiciones de las pesas: condición del ítem calibrado
- Método de calibración: Identificación del método utilizado
- Procedimiento de calibración: Se menciona el procedimiento utilizado

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE PESAS	Código: RT03-P06
		Versión: 2
		Página 20 de 23

- Descripción de las pesas: descripción del ítem a calibrar
- Trazabilidad de la medición: hacer referencia a la descripción del patrón, tipo, fabricante, certificado y fecha de calibración.
- clase, N° del certificado de calibración y fecha
- Incertidumbre de medición
- Resultado de la calibración: resultado de calibración con sus unidades de medida
- 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

La revisión de los certificados se evidencia a través de la aplicación del listado de chequeo de certificados de calibración de pesas RT03-F32.

En caso de que los datos revisados no estén **conformes se informa al responsable de la calibración para realizar la corrección correspondiente.**

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


El responsable de la Dirección Técnica 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.

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-F13 Hoja de cálculo para calibración de pesas
- RT03-F16 Certificado de calibración de pesas

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE PESAS	Código: RT03-P06
		Versión: 2
		Página 21 de 23

- RT03-F19 Informe de pesas no aptas
- RT03-F29 Histórico de calibraciones de pesas
- RT03-F32 Listado de chequeo de certificados de calibración de pesas
- RT03-P07 Procedimiento de seguimiento de condiciones ambientales

9 ANEXOS

Anexo 1. Tiempo de estabilización después de limpieza

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

10 RESUMEN CAMBIOS RESPECTO A LA ANTERIOR VERSIÓN

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. Inclusión de actividad en la etapa 4 del ítem 6 y 72. Inclusión de condiciones ambientales corregidas en la actividad 7.2.4, párrafo 33. Modificación de la actividad 7.6.14. Modificación del último párrafo de la actividad 7.6.2 |
|---|

Fin documento

ANEXO1. 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

Nota: Tomado de la OIML R111 (Borrador)

COPIA CONTROLADA

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

Nominal value*	Class E ₁	Class E ₂	Class F ₁	Class F ₂	Class M ₁	Class M ₁₋₂	Class M ₂	Class M ₂₋₃	Class M ₃
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				