

## CONTENIDO

1	OBJETIVO .....	3
2	DESTINATARIOS .....	3
3	GLOSARIO .....	3
4	REFERENCIAS .....	4
5	GENERALIDADES .....	5
6	REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PROCEDIMIENTO .....	8
7	DESCRIPCIÓN DE ETAPAS Y ACTIVIDADES .....	10
7.1	ETAPA 1: RECEPCIONAR Y VERIFICAR EL ESTADO DEL INSTRUMENTO DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO-IPFNA.....	10
7.1.1	Recepcionar y revisar el estado del instrumento de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA .....	10
7.2	ETAPA 2: PREPARAR LOS PATRONES DE TRABAJO Y EL INSTRUMENTO DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO-IPFNA A CALIBRAR. ....	11
7.2.1	Climatizar los patrones de trabajo (pesas) .....	11
7.2.2	Activar la celda de carga .....	11
7.3	ETAPA 3: CALIBRAR EL INSTRUMENTO DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO-IPFNA .....	12
7.3.1	Realizar prueba de excentricidad .....	12
7.3.2	Realizar prueba de repetibilidad .....	13
7.3.3	Realizar prueba de error de indicación (exactitud) .....	14
7.4	ETAPA 4: ANALIZAR Y CALCULAR LOS DATOS REGISTRADOS.....	15
7.4.1	Analizar, calcular los datos obtenidos de las pruebas y hallar la incertidumbre de medición.....	15

Elaborado por:	Revisado y Aprobado por:	Aprobación Metodológica por:
Nombre: Luis Henry Barreto-Yenny Astrid Hernández 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: 2021-05-24

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.

7.4.2	Generar los resultados finales .....	19
7.4.3	Identificar el instrumento de pesaje de funcionamiento no automático- <i>IPFNA</i> calibrado.....	19
7.4.4	Entregar el instrumento de pesaje de funcionamiento no automático- <i>IPFNA</i> calibrado.....	19
7.4.5	Elaborar y enviar certificado de calibración .....	19
7.5	ETAPA 5: REVISAR, AUTORIZAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN.....	20
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: .....	20
7.5.2	Entregar el certificado de calibración.....	24
7.5.3	Aplicar la encuesta de satisfacción.....	24
8	DOCUMENTOS RELACIONADOS.....	25
9	RESUMEN CAMBIOS RESPECTO A LA ANTERIOR VERSIÓN .....	26
	ANEXO 1.....	27
	RESUMEN HOJA DE CÁLCULO CON LAS COMPONENTES DE INCERTIDUMBRE .....	27
	ANEXO 2.....	28
	Tabla g.2: valor de $t_p(v)$ de la distribución $t$ , para $v$ grados de libertad, que define un intervalo de $-t_p(v)$ a $+t_p(v)$ , que comprende la fracción $p$ de la distribución... 28	
	ANEXO 3.ESTABILIZACIÓN TÉRMICA EN HORAS.....	30

## 1 OBJETIVO

Describir la metodología empleada para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático (IPFNA) balanzas, con  $d \geq 0,1$  g, desde 5 g a 8 200 g, para: alcaldías, rutas, casas del consumidor y el grupo de trabajo de inspección y vigilancia de metrología legal, utilizando el método establecido en la guía para la calibración de los instrumentos para pesaje de funcionamiento no automático (SIM MWG7/cg-01v.00).

## 2 DESTINATARIOS

Servidores públicos y contratistas que hagan parte del laboratorio de masa (instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA).

## 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 de IPFNA.
- VIM versión actual: para los términos relacionados en la calibración.
- Decreto 1595 / 2015

**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 medido 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 DE LAS CALIBRACIONES:** servidor público o contratista autorizado para realizar calibraciones, teniendo en cuenta lo definido en el presente documento.

**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.

**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 2015 y se dictan otras disposiciones.	Sección 2, artículo 2.2.1.7.2.1	Definiciones

Jerarquía de la norma	Numero/ Fecha	Título	Artículo	Aplicación Específica
NTC - ISO/IEC	17025 de 2017	Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración	Aplicación total	Requisitos generales para la competencia del laboratorio de calibración
NTC	2031 de 2014	Instrumento de pesaje de funcionamiento no automático. Requisitos metrológicos y técnicos. Pruebas.	3.5.1-3.5.2 y 8.4.2	Valores de los errores máximos permitidos
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.
SIM	SIM MW G7/cg-01/v.00	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático.	Aplicación total	Calibración para instrumentos de pesaje de funcionamiento no automáticos-IPFNA
GUM	2008	Guía para estimar la incertidumbre de la medición	Aplicación total	Lineamientos para estimar incertidumbres
NTC	1848 de 2007	Pesas de clases E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3 y M3. Requisitos metrológicos y técnicos	Estabilización térmica en horas. Tabla b.2. NTC 1848:2007	Selección de patrones para calibración de instrumentos de pesaje para funcionamiento no automático-IPFNA
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

Unidades y simbología utilizadas en este procedimiento: La unidad de masa en el SI es el kilogramo, unidad básica cuyo símbolo es kg.

Como submúltiplos se utilizan:

- El g (gramo) =  $10^{-3}$  kg,
- el mg (miligramo) =  $10^{-6}$  kg.

También aparece a lo largo del procedimiento el símbolo: % hr, que se refiere al porcentaje de humedad relativa, °C que se refiere a la temperatura en grados Celsius y hPa que se refiere a la medida de presión atmosférica en múltiplo de Pa.

- 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
Instrumento de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA	15 días hábiles	2 días hábiles	Máximo 2 días hábiles después de finalizada la calibración en sitio

**Nota 1:**

- La asignación al metrólogo se realiza a través del correo electrónico institucional, teniendo en cuenta la Programación de equipos a calibrar (magnitudes en pesas, instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA, volumen) RT03-F21.
- En cada calibración “in situ” deben asistir dos servidores públicos y/o contratistas del laboratorio.
- Con la calibración del IPFNA, se pretende conocer la exactitud del equipo en el intervalo de pesaje y la precisión, para lo anterior se realizan las siguientes pruebas: excentricidad, repetibilidad y error de indicación (exactitud).
- Se le pregunta al usuario al momento de realizar la calibración, si ajusta el IPFNA antes de usarla, si su respuesta es afirmativa, se inicia con la prueba error de indicación (exactitud) numeral 7.3.3, seguidamente excentricidad y luego repetibilidad; si la respuesta es negativa calibra según como lo indica la etapa 3.
- En la prueba de repetibilidad se realizarán 10 pesadas por cada carga (baja, media y alta) o lo acordado con el usuario.
- El resultado obtenido de la desviación estándar también se denomina incertidumbre tipo A.
- Para la prueba de error de indicación (exactitud), se aplica el siguiente criterio:

- 1) Aumentando por pasos con descarga entre los mismos – conforme con el uso de la mayoría de los instrumentos para pesar una sola carga.
- Los resultados de una calibración se consignan en un documento denominado, certificado de calibración.
  - La estimación de la incertidumbre de medición debe ser atribuida a los resultados.
  - Para la calibración de los IPFNA es necesario contar con los equipos patrones y auxiliares.
  - El laboratorio no realiza actividades de reparación y ajuste a los IPFNA.
  - 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.

Antes de realizar la calibración se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Emplear patrones de masa trazables al SI, que cumplan con las especificaciones de la NTC 1848 versión vigente.
- Para la medida de la temperatura, la humedad relativa y la presión atmosférica, se usa un termohigrómetro para trabajos “in situ”.
- Programar en el software del termo higrómetro las lecturas máximos y mínimos de los datos registrados en la calibración.
- Si durante alguna de las pruebas se detectan (vibraciones, corrientes de aire, humedad, entre otras circunstancias), que puedan afectar los resultados de las mismas se suspende la calibración y se reiniciará cuando las condiciones sean apropiadas.
- Para limpiar el IPFNA, se utiliza: alcohol, bayetillas, perilla sopladora, brochas de cerdas suaves, de forma que eliminen motas de polvo u otro material que haya quedado sobre la superficie.
- La parte metálica de las pinzas y/o horquillas, no deben tener contacto directo con el cuerpo de la pesa.

- Se deben usar guantes de nitrilo y algodón para evitar el contacto de las manos con las pesas.
- La calibración de los IPFNA se debe realizar en el sitio de trabajo y bajo las condiciones reales de operación.
- El usuario debe ubicar el IPFNA en un lugar adecuado, libre de vibraciones y cualquier perturbación que pueda afectar el instrumento y la calidad de las mediciones.
- El IPFNA debe estar conectado a la red eléctrica y encendida, teniendo en cuenta, el tiempo que recomienda el fabricante para su estabilización. En ausencia del manual del instrumento este tiempo es de 24:00.
- Familiarizarse con el manual de instrucciones del IPFNA si se dispone de él.
- Los patrones de masa y el IPFNA para calibrar, deben permanecer en el laboratorio o recinto de calibración el tiempo necesario para su estabilización térmica. (Ver anexo 3).
- 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.

## 6 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PROCEDIMIENTO

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
1	RECEPCIONAR Y VERIFICAR EL ESTADO DEL INSTRUMENTO DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO-IPFNA	Solicitud de calibración de equipos RT03-F08	Comprende la siguiente actividad:  - Recepcionar y revisar el estado del instrumento de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA.	Responsable de la calibración.	Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09  Informe de instrumento de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA no aptas RT03-F18



No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
2	PREPARAR LOS PATRONES DE TRABAJO Y EL INSTRUMENTO DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO-IPFNA A CALIBRAR	Patrones de trabajo y la balanza a calibrar	Comprende las siguientes actividades:  - Climatizar los patrones de trabajo (pesas). - Activar la celda de carga.	Responsable de la calibración.	Hoja de cálculo para calibración de instrumento de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA RT03-F12 diligenciada
3	CALIBRAR EL INSTRUMENTO DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO-IPFNA	Patrones de trabajo y la balanza a calibrar  Hoja de cálculo para calibración de instrumento de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA RT03-F12 con registro de datos	Comprende las siguientes actividades:  - Realizar prueba de excentricidad. - Realizar prueba de repetibilidad - Realizar prueba de error de indicación (exactitud)	Responsable de la calibración.	Hoja de cálculo para calibración de instrumento de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA RT03-F12 diligenciada
4	ANALIZAR Y CALCULAR LOS DATOS REGISTRADOS	Hoja de cálculo para calibración de instrumento de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA RT03-F12 con registro de datos	Comprende las siguientes actividades:  - Analizar, calcular los datos obtenidos de las pruebas y hallar la incertidumbre de medición. - Generar los resultados finales - Identificar el instrumento de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA calibrado - Entregar el instrumento de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA calibrado. - Elaborar y enviar certificado de calibración	Responsable de la calibración.	Hoja de cálculo para calibración de instrumento de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA RT03-F12 diligenciada  Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09 Diligenciada  Certificado de calibración de instrumento de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA RT03-F15

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
5	REVISAR, AUTORIZAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	<p>Hoja de cálculo para calibración de instrumento de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA RT03-F12 Totalmente diligenciada</p> <p>Certificado de calibración de instrumento de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA RT03-F15</p>	<p>Comprende 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.</li> <li>- Aplicar la encuesta de satisfacción</li> </ul>	Responsable de la Dirección técnica o Suplente	<p>Certificado de calibración de instrumento de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA RT03-F15</p> <p>Lista de chequeo de certificados de calibración de balanzas RT03-F31</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 VERIFICAR EL ESTADO DEL INSTRUMENTO DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO-IPFNA.

La recepción del IPFNA a calibrar se realiza en el sitio donde se va a calibrar, teniendo en cuenta las siguientes actividades:

#### 7.1.1 Recepcionar y revisar el estado del instrumento de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA

- Recepcionar el IPFNA y verificar que este coincida con la solicitud de calibración; de no ser así, el usuario deberá radicar una comunicación a través del sistema de trámites de la SIC, especificando los cambios, antes de iniciar la calibración.

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

- Revisar el mismo día que se reciba, el estado del IPFNA, diligenciar el formato RT03-F09, y de observar o detectar un cambio significativo en la apariencia física del IPFNA (Imperfecciones, accesorios en mal estado, entre otros), se realiza lo siguiente:

- Entregar el equipo al cliente y comunicar la novedad encontrada.
- Elaborar el informe de IPFNA no aptos RT03-F18 (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.

Si el IPFNA está en condiciones para calibrar se continúa con la etapa 2.

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

## 7.2 ETAPA 2: PREPARAR LOS PATRONES DE TRABAJO Y EL INSTRUMENTO DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO-IPFNA A CALIBRAR.

Para iniciar la calibración del IPFNA se deben tener en cuenta las siguientes actividades:

### 7.2.1 Climatizar los patrones de trabajo (pesas)

Climatizar o ambientar los patrones de trabajo (pesas) un día antes de iniciar la calibración del IPFNA.

**Nota 3:** Se debe tener en cuenta para esta actividad el efecto de convección. (Donde las pesas han sido transportadas al lugar de calibración, estas posiblemente no tendrán la misma temperatura que el instrumento para pesar y su medio ambiente, por tanto se dejaron en el sitio respectivo desde el día anterior y así lograr equilibrar la temperatura entre las pesas patrón y el medio ambiente.)

### 7.2.2 Activar la celda de carga

Registrar los datos del IPFNA a calibrar el primer día, en la hoja de cálculo para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA RT03-F12.

Para activar la celda de carga, ubicar una pesa en el receptor de carga (plato), que no supere la capacidad máxima del IPFNA.

**Punto de control:** revisa el estado de IPFNA en el sitio calibrar para iniciar con el proceso de calibración, registrando los datos en el formato RT03-F09

### 7.3 ETAPA 3: CALIBRAR EL INSTRUMENTO DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO-IPFNA

Si el cliente hace ajuste interno del IPFNA, tener en cuenta las siguientes secuencias en las pruebas:

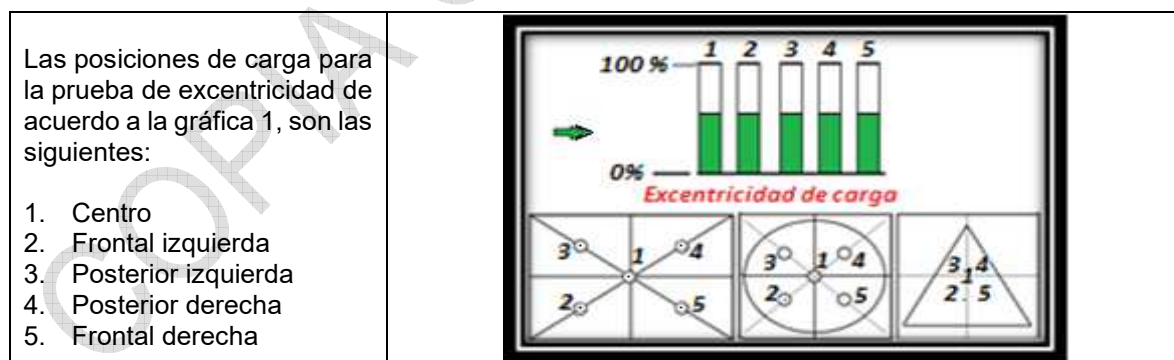
- Prueba de error de indicación (exactitud), antes de ajuste y después de ajuste.
- Prueba de excentricidad.
- Prueba de repetibilidad.

Para la calibración del IPFNA se realizan las siguientes actividades (pruebas):

#### 7.3.1 Realizar prueba de excentricidad

La prueba consiste en poner una carga de prueba en diferentes posiciones del receptor de carga, de tal manera que el centro de gravedad de la carga ocupe, tanto como sea posible, las posiciones que se encuentran indicadas en la gráfica, de acuerdo a la guía SIM MWG7/cg-01/v.00, numeral 5.3.

Antes de la prueba de excentricidad, verificar que la indicación del IPFNA esté en cero. La carga de prueba se coloca primero en la posición 1, y después se mueve a las otras 4 posiciones en estricto orden.



**Gráfica 1.** Excentricidad de carga

Después de remover la carga se debe verificar si la indicación regresa a cero y si es necesario se ajusta a cero la indicación, se registran las indicaciones sin carga.

Esperar que se establezca el IPFNA, y una vez que se haya estabilizado se registra la lectura para cada indicación del IPFNA en el formato RT03-F12.

**Nota 4:** Para la elección de la pesa en esta prueba, se tomará al menos 1/3 de la carga máxima del IPFNA. Si están disponibles, se deberían considerar las indicaciones del fabricante. Se utilizará una pesa de mayor valor, dado que los resultados servirán para la determinación de los errores de indicación conforme a la guía SIM MWG7/cg-01/v.00, numeral 5.3.

(La carga de prueba deberá ser, hasta donde sea posible, de una sola **pesa**).

### 7.3.2 Realizar prueba de repetibilidad

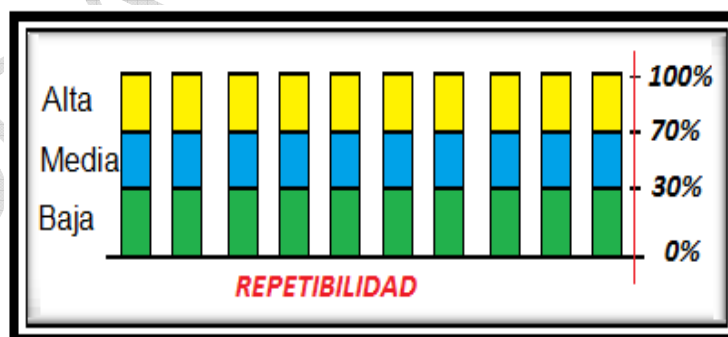
La prueba consiste en la colocación repetitiva de la misma carga, en el receptor de carga, bajo condiciones idénticas de manejo de la carga y del instrumento, y bajo las mismas condiciones de prueba, tanto como sea posible.

Realizar la medición del equipo según lo acordado con el usuario o en las siguientes cargas:

- Baja (entre 5 g a 2 500 g);
- Media (>2 500 g a 5 500 g);
- Alta (> 5 500 g a 8 200 g).

Ubicando la pesa en el receptor del equipo bajo condiciones idénticas.

Lo anterior se repite 10 veces en cada una de las cargas sobre el receptor de carga.



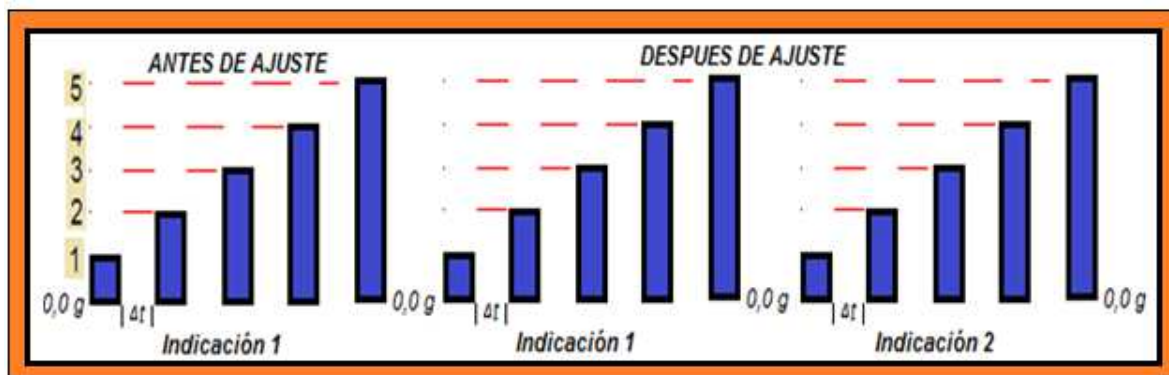
Gráfica 2. Repetibilidad

Para cada uno de los ciclos se debe esperar que el IPFNA se estabilice y se registra la lectura en el formato RT03-F12.

### 7.3.3 Realizar prueba de error de indicación (exactitud)

El objetivo de esta prueba es una estimación del desempeño del instrumento en el alcance completo de la medición.

- Elegir cinco (5) puntos homogéneamente espaciados, que abarquen todo el intervalo de medición, entre la carga mínima y la carga máxima.



Gráfica 3. Prueba de error de indicación

Es necesario, en lo posible, que las cargas de prueba estén compuestas de pesas patrón.

Antes de iniciar la prueba, se ajusta a cero la indicación. Las cargas de prueba se aplican conforme al numeral, 5.2 de la guía SIM MWG7/cg-01/v.00, prueba para los errores de las indicaciones, eligiendo la opción uno: Aumentando por pasos con descarga entre los mismos – conforme con el uso de la mayoría de los instrumentos para pesar una sola carga.

- Para cada indicación, esperar que se estabilice el IPFNA y registrar los datos en el formato RT03-F12.
- Antes de ajuste realizar la indicación 1.
- En caso de que se ajuste el IPFNA, ajustar el IPFNA. (a criterio del usuario).y realizar la indicación 1 y 2, como lo indica la gráfica 3.
- En caso de que no se ajuste el IPFNA realizar 2 indicaciones.

**Nota 5:** Los resultados de la indicación antes y después de ajuste, se evidencian en el certificado de calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático RT03-F15.

**Punto de control:** revisa detalladamente que todos los datos obtenidos como resultado de la calibración estén correctos a través del formato RT03-F12.

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

Registrar los datos obtenidos de las calibraciones, en el formato RT03-F12, teniendo en cuenta las siguientes actividades

##### 7.4.1 Analizar, calcular los datos obtenidos de las pruebas y hallar la incertidumbre de medición.

Con los datos obtenidos, se realiza el análisis y el cálculo de las siguientes pruebas:

- Prueba de excentricidad.
- Prueba de repetibilidad.
- Prueba de error de indicación (exactitud).
- Hallar la incertidumbre de medición

Para el análisis, se calculan los siguientes datos a través del formato RT03-F12:

- Calcular la diferencia de excentricidad

La diferencia máxima de excentricidad se calcula según las indicaciones arrojadas de la prueba de excentricidad, teniendo en cuenta lo definido en la guía SIM MWG7/cg-01v.00, ecuación 6.3-1:

$$\Delta I_{ecc} = I_i - I_1$$

- Determinar el promedio de las cargas de las indicaciones

El promedio de las cargas de las indicaciones se obtienen en la prueba de repetibilidad, teniendo en cuenta lo definido en la guía SIM MWG7/cg-01v.00, ecuación 6.1-2:

$$\bar{I} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{ji}$$

- Hallar la desviación estándar para las cargas de indicación

La desviación estándar para las cargas de indicación se obtiene en la prueba de repetibilidad, teniendo en cuenta lo definido en la guía SIM MWG7/cg-01v.00, ecuación 6.1-1:

$$s(I_j) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (I_{ji} - \bar{I}_j)^2}$$

- Seleccionar la máxima desviación estándar de las indicaciones
- Calcular el error de indicación.

El error de indicación (exactitud) se calcula según los resultados obtenidos para cada carga teniendo en cuenta lo definido en la guía SIM MWG7/cg-01v.00, ecuación 6.2-1a:

$$E_j = I_j - m_{ref}$$

**Ecuación 6.2-3, Donde:**

$$m_{refj} = m_{cj} = (m_{Nj} + \delta m_{cj})$$

**Entonces, reemplazando:**

$$E_j = I_j - (m_{Nj} + \delta m_{cj})$$

- Calcular la contribución de la incertidumbre por excentricidad, teniendo en cuenta lo definido en la guía SIM MWG7/cg-01v.00, ecuación 7.1.1-10:

$$u(\delta I_{ecc}) = \frac{I |\Delta I_{ecc.i}|_{max}}{(2L_{ecc}\sqrt{3})}$$

- Calcular la contribución de la incertidumbre por repetibilidad, teniendo en cuenta lo definido en la guía SIM MWG7/cg-01v.00, ecuación 7.1.1-5:

$$u(\delta I_{rep}) = s(I_j)$$

- Calcular la contribución de la incertidumbre de la indicación (redondeo de la indicación sin carga), teniendo en cuenta lo definido en la guía SIM MWG7/cg-01v.00, ecuación 7.1.1-3a:

$$u(\delta I_{digL}) = \frac{d}{2\sqrt{3}} = d/\sqrt{12}$$



- Calcular la contribución de la incertidumbre de la indicación (redondeo de la indicación con carga) teniendo en cuenta lo definido en la guía SIM MWG7/cg-01v.00, ecuación 7.1.1-3b:

$$u(\delta I_{digL}) = \frac{d_i}{2\sqrt{3}} = di / \sqrt{12}$$

- Calcular la contribución de la incertidumbre por indicación, mediante la siguiente ecuación:

$$u^2(I) = \frac{d_0^2}{12} + \frac{d_1^2}{12} + s^2(I) + u(\delta I_{ecc})I^2$$

- Hallar la contribución de la incertidumbre por pesas patrón, teniendo en cuenta lo definido en la guía SIM MWG7/cg-01v.00, ecuación 7.1.2-2

$$u(\delta m_c) = U/k$$

- Hallar la contribución de la incertidumbre por empuje, mediante la siguiente ecuación:

$$u(\delta m_B) = \frac{EMP}{4 * \sqrt{3}} = \frac{3U}{4 * \sqrt{3}}$$

- Calcular la contribución de la incertidumbre por deriva, teniendo en cuenta lo definido en la guía SIM MWG7/cg-01v.00, ecuación 7.1.2-11:

$$u(\delta m_D) = D/\sqrt{3}$$

- Hallar la incertidumbre estándar de la masa de referencia, teniendo en cuenta lo definido en la guía SIM MWG7/cg-01v.00, ecuación 7.1.2-14:

$$u^2(m_{ref}) = u^2(\delta m_c) + u^2(\delta m_B) + u^2(\delta m_D)$$

- Hallar la componente de incertidumbre por repetibilidad del método  $u(\delta_{mr})$

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

- Hallar la incertidumbre estándar del error, mediante la siguiente ecuación:

$$u^2(E) = u^2(I) + u^2(m_{ref})$$

**Nota 6:** Para calcular la incertidumbre estándar del error  $u^2(E)$  para el IPFNA, se le adiciona la componente de incertidumbre por repetibilidad del método  $u(\delta_{mr})$

- Determinar la distribución de cada una de las contribuciones

La distribución de cada una de las contribuciones de la influencia se determina teniendo en cuenta el anexo 1. Tabla 1 resumen componentes de incertidumbre del presente documento.

Identificar la Incertidumbre Dominante.

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

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

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 los grados efectivos de libertad de error

Los grados efectivos de libertad de error se hallan teniendo en cuenta la incertidumbre por indicación con los factores de influencia de repetibilidad, resolución y excentricidad. Así mismo determinar los grados efectivos de libertad, teniendo en cuenta la incertidumbre por masa de referencia con los factores de influencia de pesas patrón, deriva y el empuje con la fórmula de Welch-Satterthwaite (Guía GUM, 1ª edición 2008, numeral (G.2b)):

$$v_{\text{eff}} = \frac{u_c^4(y)}{\sum_{i=1}^N \frac{u_i^4(y)}{v_i}} \approx v_{\text{eff}(E)} = \frac{u_E^4}{\frac{u_I^4}{v_I} + \frac{u_{m_{\text{ref}}}^4}{v_{m_{\text{ref}}}}}$$

- Hallar el factor de cobertura

El factor de cobertura se halla con base en lo definido en la Guía GUM, 1ª edición 2008, en la tabla G.2: teniendo en cuenta los grados efectivos de libertad. Ver anexo 2.

- Hallar la incertidumbre expandida, según lo definido en la guía SIM MWG7/cg-01v.00, ecuación 7.3-1

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

**Nota 7:** La incertidumbre reportada se determina, multiplicando la incertidumbre estándar combinada, por el factor de cobertura  $k = 2,0$ , con el cual se logra un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

- Hallar la ecuación de la curva característica, teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$y = b + mx$$

Dónde:

- y: la ecuación de la recta para cualquier punto  
m: pendiente de la recta  
b: intercepción con el eje y  
x: valor de carga

#### 7.4.2 Generar los resultados finales

Una vez obtenidos los cálculos mencionados anteriormente se procede a generar los resultados finales:

E (R)  
U (E)

#### 7.4.3 Identificar el instrumento de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA calibrado

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

#### 7.4.4 Entregar el instrumento de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA calibrado

Entregar al usuario el IPFNA calibrado con la respectiva estampilla, verificando el estado del mismo, a través del formato RT03-F09.

#### 7.4.5 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 del correo electrónico institucional, con la siguiente información:

1. Registro fotográfico del ítem, que contenga (cuando aplique): serie, modelo, fabricante, código interno y estampilla de calibración.
2. Hoja de cálculo (RT03-F12) en excel y certificado de calibración RT03-F15 junto a sus complementos debidamente diligenciados.

**Nota 8:** La lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03- F09, se debe entregar físicamente.

**Punto de control:**

- Revisa detalladamente los datos obtenidos, como resultado de la calibración, a través de los formatos: RT03-F09, RT03-F12 y RT03-F15.
- 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**

**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 revisa 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 instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA, RT03-F12.
- Certificado de calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA, RT03-F15.
- Registro fotográfico (serie, modelo, fabricante, código interno y estampilla)
- **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 guía para la calibración de los instrumentos para pesaje de funcionamiento no automático (SIM MWG7/cg-01v.00)
- 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 LCB-XXX-XX:

**LCB:** L hace referencia al laboratorio, C hace referencia a calibración y B hace referencia al instrumento (**IPFNA-balanza**) bajo calibración;

**XXX:** número del certificado, consecutivo que inicia desde 001 para cada año;

**XX** los dos últimos dígitos del año en que se calibra.

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

**Fecha de recepción:** fecha en que el usuario entrega el equipo a calibrar y debe coincidir con el formato RT03-F09.

**Fecha de calibración:** fecha en que se ejecutó la calibración

- 1. Información del equipo sometido a calibración:** objeto, fabricante, número de serie, modelo, carga máx, carga mín, división de escala y escalón de verificación.
- 2. Lugar y dirección de calibración:** Nombre y dirección donde se realiza la calibración.
- 3. Código Interno:** LCB seguido del número de radicado según la solicitud de calibración.

4. **Método de calibración utilizado:** Identificación del método utilizado según el alcance de acreditación.
5. **Condiciones ambientales:** condiciones ambientales (temperatura °C (máxima y mínima corregidos), humedad % hr (máxima y mínima corregidos), presión hPa (máxima y mínima corregidos)
6. **Trazabilidad metrológica:** contiene cuadro con la siguiente información: clase de pesas, intervalo de las pesas patrón, No. Certificado, fecha de calibración, código interno y pesas utilizadas.
7. **Resultados de la calibración:**

**Prueba de excentricidad** (posición, indicación (g) y DIF (g))

**Prueba de repetibilidad** (repetición, indicación (g))

**Prueba de error de indicación:**

**Antes de ajuste:** (masa nominal (g), indicación 1(g) y Error (g))

**Después de ajuste:** (masa nominal (g), Error (g),  $\pm U$  (g), cumple (SI/NO)

La declaración de conformidad se aplica a los resultados obtenidos en la prueba de error de indicación, después de ajuste, teniendo en cuenta que el error, más la incertidumbre de medición, no deberá superar el error máximo permitido (EMP), según lo definido en los numerales 3.5.1 - 3.5.2 y 8.4.2 de la norma NTC 2031:2014.

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%. (ver probabilidad de conformidad y no conformidad en el formato RT03-F12)

## 8. Incertidumbre expandida de los errores

Aproximación por línea recta que cruza en cero E (appr)

Incertidumbre expandida de los errores aproximados U (Eappr)

## 9. Observaciones

**Firmas autorizadas:** cargo, nombre y firma de los servidores públicos y/o contratistas que autorizan el certificado de calibración: el responsable de la Dirección técnica o su suplente son los encargados de revisar y autorizar a través de su firma la emisión del certificado.

**Calibrado por:** cargo, nombre y firma de los servidores públicos 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-F31, 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.

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 9:**

- Todos los responsables de revisión (responsable de la calibración, responsable de la dirección técnica y responsable del sistema de gestión y/o suplente), deben revisar cada uno de los criterios.
- 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-F12) en Excel bloqueada;  
certificado de calibración RT03-F15 en Excel bloqueada;  
certificado de calibración RT03-F15 en pdf firmado;
  5. **Cierre de la solicitud de calibración:** comunicación radicada para entrega del certificado.
  6. Encuesta de satisfacción
  7. Modificaciones al usuario (si aplica)
  8. Modificación al certificado de calibración (si aplica)
  9. TNC (si aplica)

#### 7.5.2 Entregar el certificado de calibración

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

- Certificado de calibración de balanzas RT03-F15;
- estampilla de calibración.

Se verifica y registra el número de certificado y la estampilla, dejando como soporte la información de lo recepcionado 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 y 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-F15, esté acorde 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-F31

## 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-F12	Hoja de cálculo para calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA.
RT03-F15	Certificado de calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA.
RT03-F17	Informe de equipos no aptas.
RT03-F21	Programación de equipos a calibrar (magnitudes en pesas, instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA, volumen).
RT03-F22	Programa de Control de Mantenimiento Comprobaciones Intermedias y Calibración del Equipamiento
RT03-F31	Listado de chequeo de certificados de calibración y modificación a los certificados de calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA
RT03-F39	Modificación del certificado de calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA
RT03-F44	Intervalos de Calibración y Gráficos de Control

## ANEXOS

- Anexo 1. Resumen hoja de cálculo con las componentes de incertidumbre.
- Anexo 2. Evaluación de datos de medición Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida. JCGM 100: 2008. GUM 1995
- Anexo 3. Estabilización térmica en horas TABLA B.2 NTC 1848:2007

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

1. Modificación de balanzas por instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático-IPFNA.
2. Inclusión de la NTC 1034:1994 en el numeral 4.
3. Modificación parcial del numeral 5
4. Inclusión de la componente de incertidumbre por repetibilidad del método  $u(\delta_{mr})$  en el numeral 7.4.1
5. Modificación de las notas 6, 7, 8 y 9
6. Modificación del ítem 1 del numeral 7.4.4
7. Inclusión de la regla de decisión en el numeral 7.5.1 ítem 7.
8. Inclusión de los formatos RT03-F44 y RT03-F22

---

Fin documento

COPIA CONTROLADA

ANEXO 1  
RESUMEN HOJA DE CÁLCULO CON LAS COMPONENTES DE  
INCERTIDUMBRE

Magnitud $X_i$	Incertidumbre estándar $u(x_i)$	Distribución de probabilidad
$I_j$	$u(\delta I_{rep}) = s(I_j)$	normal
$\delta I_d$	$(\delta I_{digL}) = \frac{d}{2\sqrt{3}} = d/\sqrt{12}$	rectangular
$\delta I_d$	$u(\delta I_{digL}) = \frac{d_i}{2\sqrt{3}} = di/\sqrt{12}$	rectangular
$\delta I_{ecc}$	$u(\delta I_{ecc}) = \frac{I  \Delta I_{ecc.i} _{max}}{(2L_{ecc}\sqrt{3})}$	rectangular
$m_N$	$u(\delta m_c) = U/k$	normal
$\delta m_B$	$u(\delta m_B) = \frac{EMP}{4 * \sqrt{3}} = \frac{3U}{4 * \sqrt{3}}$	rectangular
$\delta m_D$	$u(\delta m_D) = D/\sqrt{3}$	rectangular
$u^2(E) = u^2(\delta I_d) + u^2(\delta I_{rep}) + u^2(\delta I_{ecc}) + u^2(\delta m_c) + u^2(\delta m_B) + u^2(\delta m_D)$		
$U(E) = k * u(E)$		

Nota 10: La incertidumbre se expresa con un factor de cobertura de  $k \approx 2$  con un nivel de confianza del 95%.

## ANEXO 2

Tabla g.2: valor de  $t_p(v)$  de la distribución  $t$ , para  $v$  grados de libertad, que define un intervalo de  $-t_p(v)$  a  $+t_p(v)$ , que comprende la fracción  $p$  de la distribución

Grados de libertad	Fracción $p$ (%)					
	68,27 <sup>a)</sup>	90	90	95 <sup>a)</sup>	99	99,73 <sup>a)</sup>
1	1,84	6,31	12,71	13,97	63,66	235,80
2	1,32	2,92	4,30	4,53	9,92	19,21
3	1,20	2,35	3,18	3,31	5,84	9,22
4	1,14	2,13	2,78	2,87	4,60	6,62
5	1,11	2,02	2,57	2,65	4,03	5,51
6	1,09	1,94	2,45	2,52	3,71	4,90
7	1,08	1,89	2,36	2,43	3,50	4,53
8	1,07	1,86	2,31	2,37	3,36	4,28
9	1,06	1,83	2,26	2,32	3,25	4,09
10	1,05	1,81	2,23	2,28	3,17	3,96
11	1,05	1,80	2,20	2,25	3,11	3,85
12	1,04	1,78	2,18	2,23	3,05	3,76
13	1,04	1,77	2,16	2,21	3,01	3,69
14	1,04	1,76	2,14	2,20	2,98	3,64
15	1,03	1,75	2,13	2,18	2,95	3,59
16	1,03	1,75	2,12	2,17	2,92	3,54
17	1,03	1,74	2,11	2,16	2,90	3,51
18	1,03	1,73	2,10	2,15	2,88	3,48
19	1,03	1,73	2,09	2,14	2,86	3,45
20	1,03	1,72	2,09	2,13	2,85	3,42
25	1,02	1,71	2,06	2,11	2,79	3,33
30	1,02	1,70	2,04	2,09	2,75	3,27
35	1,01	1,70	2,03	2,07	2,72	3,23
40	1,01	1,68	2,02	2,06	2,70	3,20
45	1,01	1,68	2,01	2,06	2,69	3,18
50	1,01	1,68	2,01	2,05	2,68	3,16
100	1,005	1,660	1,984	2,025	2,626	3,077
$\infty$	1,000	1,645	1,960	2,000	2,576	3,000

a) Para una magnitud  $z$  descrita por una distribución normal de esperanza matemática  $\mu z$  y desviación típica  $\sigma$ , el intervalo  $\mu z \pm k\sigma$  comprende respectivamente las fracciones  $p = 68,27\%$ ;  $95\%$  y  $99,73\%$  de la distribución, para los valores  $k = 1, 2$  y  $3$ .

COPIA CONTROLADA

**ANEXO 3. ESTABILIZACIÓN TÉRMICA EN HORAS**  
**TABLA B.2. NTC 1848:2007**

$\Delta T^*$	Nominal valúe	Clases E <sub>1</sub>	Clases E <sub>2</sub>	Clases F <sub>1</sub>	Clases F <sub>2</sub>
$\pm 20^\circ\text{C}$	1000, 2000, 5000 kg	-	-	79	5
	100, 200, 500 kg	-	70	33	4
	10, 20, 50 kg	45	27	12	3
	1, 2, 5 kg	18	12	6	2
	100, 200, 500 g	8	5	3	1
	10, 20, 50 g	2	2	1	1
	< 10 g		1		0,5
$\pm 5^\circ\text{C}$	1000, 2000, 5000 kg	-	-	1	1
	100, 200, 500 kg	-	40	2	1
	10, 20, 50 kg	36	18	4	1
	1, 2, 5 kg	15	8	3	1
	100, 200, 500 g	6	4	2	0,5
	10, 20, 50 g	2	1	1	0,5
	< 10 g			0,5	
$\Delta T^*$	Nominal valúe	Clases E <sub>1</sub>	Clases E <sub>2</sub>	Clases F <sub>1</sub>	Clases F <sub>2</sub>
$\pm 2^\circ\text{C}$	1000, 2000, 5000 kg	-	-	1	0,5
	100, 200, 500 kg	-	16	1	0,5
	10, 20, 50 kg	27	10	1	0,5
	1, 2, 5 kg	12	5	1	0,5
	100, 200, 500 g	5	3	1	0,5
	< 100 g	2	1		0,5
$\pm 0,5^\circ\text{C}$	1000, 2000, 5000 kg	-	-	-	-
	100, 200, 500 kg	-	1	0,5	0,5
	10, 20, 50 kg	11	1	0,5	0,5
	1, 2, 5 kg	7	1	0,5	0,5
	100, 200, 500 g	3	1	0,5	0,5
	< 100 g	1		0,5	

$\Delta T^*$ : diferencia inicial entre la temperatura de la pesa y la del laboratorio.