

GUÍA TÉCNICA DE TRAZABILIDAD E INCERTIDUMBRE EN LA MAGNITUD DE MASA

CALIBRACIÓN DE PESAS CLASES, E₂, F₁, F₂, M₁, M₁₋₂, M₂, M₂₋₃ y M₃

México, Revisión 1, Abril de 2008

Derechos reservados ©

PRESENTACIÓN

Para asegurar la uniformidad y validez técnica de la expresión de la trazabilidad de las mediciones y de la estimación de la incertidumbre de las mismas, la entidad mexicana de acreditación, a. c., solicitó al Centro Nacional de Metrología la revisión y elaboración de Guías Técnicas sobre Trazabilidad e Incertidumbre de las Mediciones.

Los Subcomités de evaluación de Laboratorios Acreditados de Calibración y de Ensayo de la entidad mexicana de acreditación se incorporaron a este proyecto transmitiendo sus conocimientos y experiencias relacionados con la trazabilidad e incertidumbre de sus mediciones.

El Centro Nacional de Metrología coordinó la elaboración de las Guías, proponiendo criterios técnicamente sustentados, procurando que las opiniones de los Subcomités fueran apropiadamente consideradas y asegurando la coherencia de las mismas con otros documentos técnicos de referencia.

Las Guías Técnicas de Trazabilidad e Incertidumbre de las Mediciones observan lo establecido en documentos de referencia conocidos ampliamente en la comunidad internacional, en los cuales se fundamentan las políticas de Trazabilidad e Incertidumbre de la entidad mexicana de acreditación.

Las Guías aportan criterios técnicos que sirven de apoyo a la aplicación de la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006. La coherencia de las Guías con esta norma y con otros documentos de referencia, contribuye a asegurar la confiabilidad y uniformidad de las mediciones que realizan los laboratorios acreditados.

Abril de 2008.

Dr. Héctor O. Nava Jaimes

María Isabel López Martínez

Director General
Centro Nacional de Metrología

Directora Ejecutiva
entidad mexicana de acreditación, a. c.

AGRADECIMIENTOS

La entidad mexicana de acreditación expresa su reconocimiento al Fondo de Apoyo para la Micro, Pequeña y Mediana Empresa (FONDO PYME), auspiciado por la Secretaría de Economía, por haber proporcionado los recursos financieros para la elaboración de este documento, mediante el proyecto aprobado con folio FP2007-1605 de nombre “Elaboración de guías técnicas sobre trazabilidad e incertidumbre para la medición que permitan el fortalecimiento del Sistema Nacional de Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración” y por este medio hace patente su sincero reconocimiento y agradecimiento a la Secretaría de Economía, a la Subsecretaría para la Pequeña y Mediana Empresa, a la Dirección General de Desarrollo Empresarial y Oportunidades de Negocio, y a los profesionales que aportaron su tiempo y conocimiento en su desarrollo, destacando a los responsables de la elaboración:

GRUPO DE TRABAJO

Grupo de Trabajo que participó en la elaboración de esta Guía:

Becerra Santiago Luis Omar (CENAM)
Escalante Porfirio (AIBSA)
Funes Elvia (CIATEC)
García Mario (SIMCA)
Jiménez Juan Carlos (CVC DE OCCIDENTE)
Luján Solís Amparo Leticia (CENAM)
Mora Fernando (INSCO)
Pacheco Sergio (Independiente)
Peña Pérez Luis Manuel (CENAM)
Rojas Erick (SEITONK)
Sánchez Ernesto (MASSTECH)

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
GRUPO DE TRABAJO	3
ÍNDICE.....	4
1 PROPÓSITO DE LA GUÍA.....	5
2. ALCANCE DE LA GUÍA.....	5
3. MENSURANDO.....	5
4. MÉTODO Y SISTEMA DE MEDICIÓN.....	6
5. CONFIRMACIÓN METROLÓGICA Y CALIFICACIÓN DE EQUIPOS.....	11
6. TRAZABILIDAD DE LAS MEDICIONES.....	11
7. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN.....	14
8. VALIDACIÓN DE MÉTODOS.....	15
9. BUENAS PRÁCTICAS DE MEDICIÓN.....	15
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

1 PROPÓSITO DE LA GUÍA

- Establecer criterios específicos en los procedimientos y las técnicas de medición de los laboratorios acreditados ante la EMA (entidad mexicana de acreditación) en los servicios de calibración de pesas de clases de exactitud E_2 a M_3 , con el fin de lograr medidas con incertidumbre de medición y trazabilidad confiables.
- Procurar consistencia y uniformidad en la presentación de los presupuestos de incertidumbre de las mediciones realizadas en estos servicios de calibración por los laboratorios acreditados o que soliciten su acreditación.
- Servir de base, tanto a evaluadores como a evaluados, para evaluar los aspectos específicos de trazabilidad e incertidumbre de las mediciones realizadas en la calibración de pesas, con criterios razonables, consensuados y en forma homogénea.

Nota: Esta guía es un documento adicional y complementario a la NMX-EC-17025-IMNC-2006, [5].

2. ALCANCE DE LA GUÍA

- Este guía, aplica para la calibración de pesas en las clases de exactitud E_2 a M_3 de acuerdo a NOM-038-SCFI-2000 [1] equivalente¹ a OIML R111-1 edición 2004 [6] en valores nominales de 1 mg a 5 000 kg.
- Calibración de pesas con clases de exactitud diferentes a las declaradas en la NOM-038-SCFI-2000 [1].

Nota: El alcance del punto 2.2 tendrá validez hasta que la autoridad correspondiente determine si es posible o no utilizar pesas cuya clase de exactitud no corresponda a las clases establecidas en la NOM-038-SCFI-2000.

¹ Al momento de la elaboración de esta Guía, la norma NOM-038-SCFI-2000 está en proceso de actualización para hacerla equivalente a la OIML R 111-1 edición 2004 [6].

3. MENSURANDO

El mensurando es el valor de masa convencional de la pesa en calibración. Cuando una masa de densidad igual a 8 000 kg/m³ (densidad promedio del acero inoxidable) equilibra a la masa desconocida (m_x) a una temperatura de 20°C y con una densidad del aire de 1,2 kg/m³ (densidad del aire promedio a nivel del mar) esta masa de densidad igual a 8 000kg/m³ que equilibra a la masa desconocida, de densidad cualquiera se le llama valor de masa convencional de la masa desconocida (m_x), definido en el Documento Internacional OIML D28 [7]

La unidad de medida de masa convencional es el kilogramo, kg. Pueden utilizarse también los múltiplos o submúltiplos de la unidad de masa, entre otros gramo, miligramo, tonelada.

3.1 Intervalo típico de medición

1 mg a 5 000 kg.

3.2 Incertidumbre de medición esperada

Para cada pesa la incertidumbre expandida asociada a la medición debe ser igual o menor a 1/3 del Error Máximo Tolerado, (EMT), de la pesa a calibrar, de acuerdo a NOM-038-SCFI-2000 [1]

4. MÉTODO Y SISTEMA DE MEDICIÓN

4.1 Método de medición

El método que debe utilizarse es el de comparación, consistente en la determinación de la masa convencional de una pesa, comparando la fuerza que ejerce la pesa patrón sobre el receptor de carga de un instrumento para pesar y la fuerza ejercida por la pesa bajo calibración de igual valor nominal.

Normalmente la pesa de prueba se debe calibrar comparándola contra una o más pesas de referencia. En cada comparación las masas nominales de la pesa de prueba y la pesa de referencia deben ser del mismo valor nominal. Se empleará un patrón de verificación para monitorear el proceso de medición en cada calibración [6].

En el resultado de dicha comparación interviene entre otras, la fuerza debida al empuje del aire o fuerza de flotación, (esta fuerza está en función del volumen o de la densidad de dichos objetos y la densidad del aire), [1].

Se puede elegir entre los ciclos de pesada ABBA, ABA, AB₁B₂.....B_nA, etc., en donde:

A es la pesa patrón

B es la pesa a calibrar

ABBA, ABA, AB₁B₂.....B_nA, representan las secuencias de pesada en el instrumento para pesar.

El documento de la referencia [2] describe con amplitud el ciclo de pesada ABBA.

4.2 Normas de referencia

La norma de referencia es la norma oficial mexicana NOM 038 SCFI-2000, [1]

4.3 Procedimiento de medición

- Se debe elaborar un procedimiento de medición empleando cualquiera de los ciclos de pesada mencionados en el punto 4.1 anterior, que consisten principalmente, en comparar la pesa muestra contra una pesa patrón² equivalente en valor nominal, de tal manera que el instrumento de comparación quede sometido a una acción similar de fuerzas, para finalmente obtener el valor de masa convencional.

-
- Se debe establecer y definir en el procedimiento de medición, la forma en que se estimará la incertidumbre de medición. El procedimiento de estimación de incertidumbre debe ser de acuerdo a la norma mexicana NMX CH-140 IMNC 2002 [4].
 - En el procedimiento de medición que se elabore se debe indicar el tipo de instrumentos y equipos adecuados que debe utilizarse en la calibración, como son pesas, instrumentos para pesar y accesorios.
 - Como parte del procedimiento de calibración de pesas o bien, por separado, se deben definir los pasos a seguir para determinar el tiempo de estabilización de los instrumentos para pesar y también el procedimiento para la limpieza de las pesas en calibración.
 - Los laboratorios que calibren pesas de clase de exactitud E_2 deben contar con un procedimiento documentado para determinar el volumen de las pesas, utilizando un método validado y publicado por recomendaciones internacionales, o bien que haya sido validado.

Deben contar con un procedimiento documentado para asegurar los resultados de todos los servicios de calibración mediante control estadístico, por medio de pruebas como la prueba de consistencia (error normalizado) y prueba F, o bien, realizar pruebas t y F de acuerdo al modelo de calibración, para lo cual debe tomarse como referencia el apéndice D de la R 111-1 de OIML [6].

Nota: Para elaborar estos procedimientos tomar en cuenta los apéndices de la recomendación internacional R 111-1 edición 2004 de OIML [6]. Específicamente para elaborar el procedimiento para obtener el valor de masa convencional e incertidumbre, tomar en cuenta los incisos C.4 a C.6.5.1. Los puntos B.7.1 a B.7.10 para el procedimiento en el que habrá que determinar volumen y el apéndice D para el procedimiento que se tendrá que elaborar para el control estadístico de las calibraciones.

4.4 Equipos, instrumentos para pesar, condiciones ambientales, instalaciones y accesorios.

4.4.1. Patrones de masa.

Los patrones de masa

- Deben ser de cuando menos una clase de exactitud superior que las pesas a calibrar, es decir, deberán tener un error máximo tolerado (EMT) menor o igual a un tercio de la pesa a calibrar.
- Deben tener valores nominales iguales a las pesas de prueba
- Deben contar con certificados o informes de calibración vigentes, expedidos por laboratorios de calibración acreditados por la EMA y aprobados por la Dirección General de Normas o cuando así se requiera por el CENAM, para comprobar la trazabilidad al Patrón Nacional de Masa, el kilogramo No. 21.
- que pertenezcan a un mismo juego de pesas deben ser de la misma clase de exactitud.
- ya sean pesas individuales o juegos de pesas, deben estar protegidos contra el deterioro o daños debidos a golpes, vibraciones, por lo que deben estar contenidas en estuches de madera, plástico o cualquier otro material apropiado, cuando así se requiera por su clase de exactitud.

Los estuches de las pesas de clases de exactitud E_2 a M_1 deben estar marcados con su clase de exactitud de la siguiente manera (E_2, F_1, F_2, M_1), el número de serie o bien deben tener la

identificación o número de control del laboratorio mediante una etiqueta permanente. Las pesas clases de exactitud M_2 y M_3 no requieren de un estuche para su resguardo.

Cuando sea necesario usar dos o más pesas patrón, debe tomarse las precauciones necesarias al apilarlas con el fin de garantizar la integridad de las pesas y los instrumentos.

4.4.2. Instrumento para pesar

Los instrumentos para pesar

- deben tener el alcance máximo de medición de acuerdo al valor nominal de la o las pesas que se vayan a calibrar. Ejemplo para calibrar una pesa de valor nominal de 10 kg, el instrumento para pesar deberá tener un alcance nominal de al menos 10 kg, además de las condiciones que en el siguiente punto se declaran.
- Deben cumplir con cualquiera de las condiciones siguientes en cuanto a la resolución (d) y a la desviación estándar (s) en el alcance de interés:

1) 1ª Condición: $d \leq \frac{1}{10} EMT$, y $s \leq 2d$ o bien

2) 2ª Condición: $\sqrt{\frac{d^2}{12} + \frac{s^2}{n}} \leq \frac{1}{6} EMT$ donde $n = \text{número de mediciones}$

La variable s (desviación estándar) debe ser evaluada de acuerdo al número de mediciones realizadas, datos históricos de pruebas de repetibilidad o información proporcionada por el fabricante en el manual del usuario.

4.4.3. Equipos para medir condiciones ambientales.

- Los laboratorios que calibren pesas de clases de exactitud E_2 , F_1 y F_2 , deben contar con equipos para medir temperatura del aire, presión atmosférica y humedad relativa y realizar la corrección por empuje del aire en la determinación de masa convencional.
- Los equipos (barómetro, higrómetro, termómetro) deben ser de resolución y alcance adecuado para medir la variación de cada magnitud de influencia, de acuerdo a la clase de exactitud de las pesas que se van a calibrar, según lo establecido en 4.4.3.1.
- Los equipos deben tener certificados o informes de calibración válidos emitidos por el CENAM o por laboratorios acreditados y aprobados por la Dirección General de Normas.
- Los laboratorios que calibren pesas de clase M_1 e inferiores deben conocer las condiciones ambientales como referencia.
- Los laboratorios de calibración de pesas ubicados a nivel del mar, tienen como alternativa omitir la corrección por empuje del aire, pero deben demostrarlo mediante la evaluación numérica dentro de su procedimiento de medición (presentar los cálculos y demostración correspondiente).

4.4.3.1. Variaciones en las condiciones ambientales (magnitudes de influencia) durante la calibración:

Las variaciones máximas que pueden tolerarse de acuerdo a los métodos de medición que se aplican en esta Guía en temperatura y humedad relativa para las diferentes clases de exactitud, se presentan en las tablas siguientes:

Temperatura:

Clase de la pesa	Variación recomendada en temperatura en la zona donde se realiza la calibración durante la misma
E ₂	± 0,7 °C en una hora y un máximo de ± 1,0 °C en 12 horas
F ₁	± 1,5 °C en una hora y un máximo de ± 2,0 °C en 12 horas
F ₂	± 2,0 °C en una hora y un máximo de ± 3,5 °C en 12 horas
M ₁	± 3,0 °C en una hora y un máximo de ± 5,0 °C en 12 horas

Para la calibración de pesas de clase E₂ la temperatura debe estar entre 18 °C a 27 °C

Humedad Relativa:

Clase de la pesa	La humedad relativa deberá estar en el intervalo
E ₂	40 a 60 % con un máximo de ± 10 % en 4 horas
F	40 a 60 % con un máximo de ± 15 % en 4 horas
M	Se recomienda que no exista condensación

4.4.4. Instalaciones

- El laboratorio debe contar con un espacio para realizar la limpieza de las pesas y éste debe estar separado del área de calibración.
- Debe restringirse el acceso al laboratorio de calibración a personal ajeno al mismo, mediante señales y anuncios.
- El laboratorio debe contar con el espacio suficiente que permita realizar los servicios programados eficientemente.
- Debe existir un área fuera del laboratorio para realizar trabajos administrativos tales como cálculos y elaboración de certificados.
- Dentro de lo posible y en función de la clase de exactitud de las pesas en calibración, debe buscarse que el laboratorio de calibración se encuentre exento de polvo.
- Para calibración de pesas de pesas clase E₂, F₁ y F₂ debe contar con mesas de pesaje especialmente diseñadas para evitar o reducir al mínimo las vibraciones.
- La calibración de pesas clase M₁, M₂ y M₃ debe ser realizada en un área exclusiva y techada.

4.4.5. Accesorios

El laboratorio debe contar con todos los accesorios necesarios y suficientes para el manejo, limpieza y conservación de los patrones y pesas en calibración tales como, pinzas, horquillas, brochas, perillas de goma, campanas de vidrio y otros.

4.5 Competencia del personal

Se debe evaluar a todo el personal que intervenga en los servicios de calibración y se debe clasificar en dos niveles de competencia:

- 1) signatario
- 2) técnico

4.5.1 Signatario:

Se le nombra signatario a la persona responsable del área de calibración, propuesta por el laboratorio, y autorizada por la EMA, para firmar los informes o dictámenes de calibración, emitidos por el laboratorio.

- **Educación formal:**

Mínimo: bachillerato o equivalente. Evidenciar con certificados, diplomas, títulos y /o con un examen teórico práctico de los conocimientos descritos a continuación, practicado por el evaluador.

- **Conocimientos:**

Vocabulario Internacional de Metrología

Sistema General de Unidades

Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) en lo que concierne a patrones de medida y trazabilidad.

Reglamento de la LFMN en lo que concierne a patrones de medida y trazabilidad.

Normatividad nacional e internacional relacionada con la calibración de pesas

Metrología de masa

Estimación de incertidumbre

- **Experiencia**

Mínima de 6 meses en calibración de pesas

- **Habilidades específicas**

Si el signatario realiza funciones de calibración debe tener las habilidades del personal técnico.

4.5.2 Personal técnico

Se le nombra personal técnico a la persona que realiza físicamente las mediciones y calibraciones se encuentra siempre bajo supervisión del signatario.

- **Educación formal**

Mínimo secundaria, demostrable mediante certificado y/o demostrando las habilidades específicas señaladas a continuación.

- **Experiencia**

Mínima de 6 meses en calibración de pesas

- **Conocimientos**

De los procedimientos técnicos y del sistema de calidad aplicables.

- **Habilidades específicas**

Manejo de patrones de masa

Operación de instrumentos para pesar

Aplicación de los procedimientos técnicos aplicables

Aplicación de las buenas técnicas de medición

5. CONFIRMACIÓN METROLÓGICA Y CALIFICACIÓN DE EQUIPOS

Los instrumentos para pesar usados deben mantenerse bajo control, cuya evidencia se obtiene en parte de la aplicación de las pruebas *F* referidas anteriormente.

6. TRAZABILIDAD DE LAS MEDICIONES

6.1 Definición

Trazabilidad: Propiedad del resultado de una medición o de un patrón, tal que éstos puedan ser relacionados con referencias determinadas, generalmente patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones teniendo todas incertidumbres determinadas [8].

NOTAS

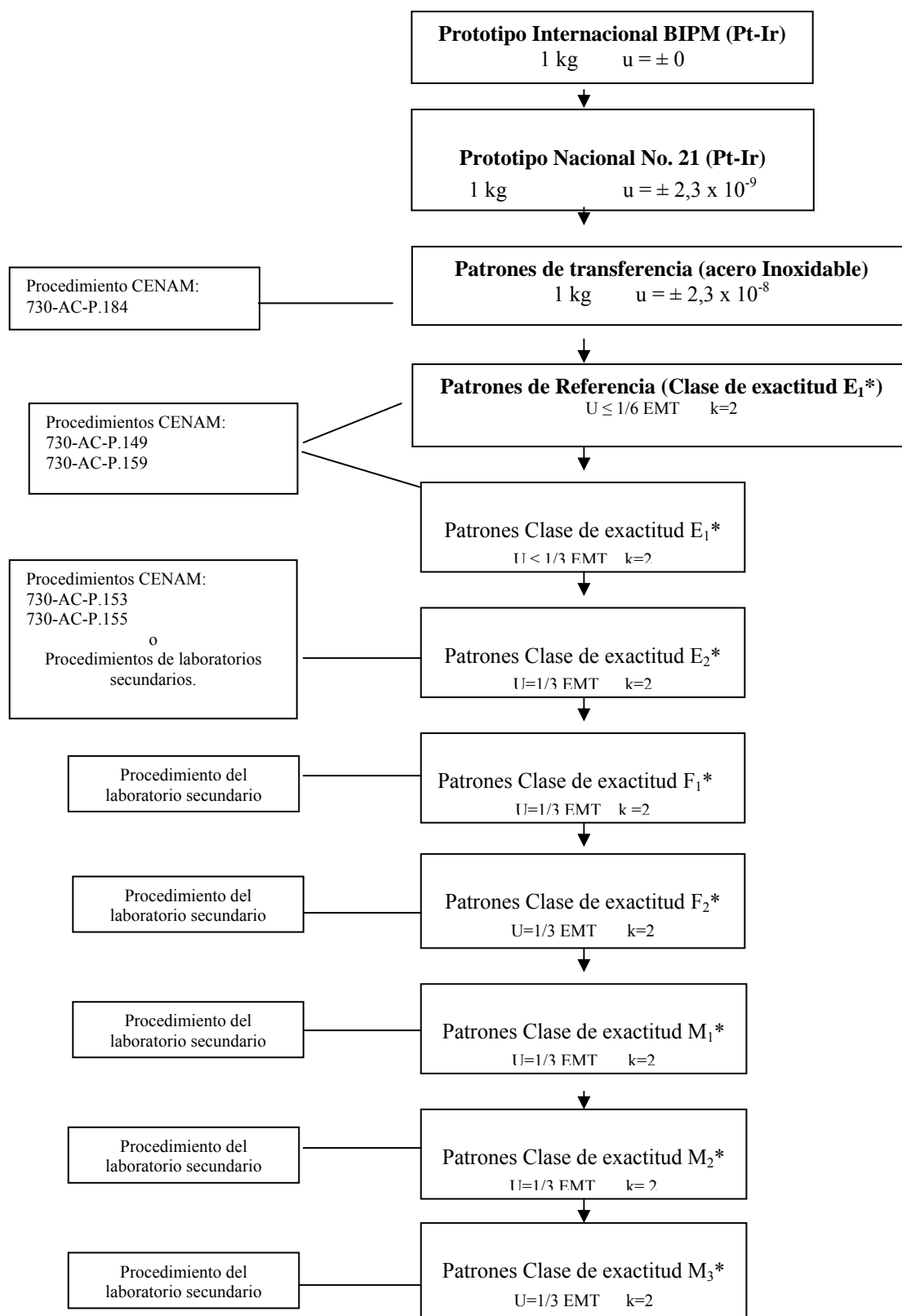
- i. Este concepto se expresa frecuentemente por el adjetivo trazable.
- ii. La cadena ininterrumpida de comparaciones es llamada cadena de trazabilidad.

6.2 Elementos de trazabilidad

- El laboratorio debe contar con patrones de masa del valor nominal conforme a los servicios que ofrece y estos deben ser de cuando menos una clase superior que la pesa a calibrar.
- Los patrones de referencia deben contar con un certificado o informe de calibración emitido por un laboratorio acreditado ante la EMA o por el CENAM y aprobado por la Dirección general de Normas.
- El certificado debe ser válido. El periodo de calibración para patrones de trabajo y para los patrones de referencia debe ser elegido mediante el comportamiento de los valores de masa convencional y su incertidumbre. Este comportamiento puede mostrarse de manera gráfica.
- Si el laboratorio no cuenta con valores históricos del comportamiento de sus patrones, el período de calibración para patrones de trabajo debe ser anual como máximo.
- El laboratorio debe participar en las comparaciones que convoque la EMA, o en caso de que no haya, realizar estudios de repetibilidad y reproducibilidad de los servicios de calibración que proporciona
- El resultado de incertidumbre de medición con factor de cobertura igual a dos, de cada uno de los servicios de calibración debe ser menor o igual a un tercio del EMT error máximo tolerado del valor nominal de la pesa a calibrar y de acuerdo a la clase de exactitud de la misma.
- Deben utilizar un procedimiento validado y de dominio público.
- Debe elaborar el esquema de carta de trazabilidad
- La trazabilidad debe ser siempre hacia el Patrón Nacional de Masa, el prototipo No. 21 del kilogramo, y deben hacer referencia al organismo responsable de la calibración en cada eslabón.
- Los instrumentos para pesar utilizados en la calibración deben tener un programa de mantenimiento preventivo y este debe cumplirse cabalmente (el mantenimiento debe ser al menos una vez al año).

-
- Si el laboratorio calibra instrumentos para pesar además de calibrar patrones de masa, jamás debe utilizar los mismos patrones para ambos servicios. Los patrones de masa deben permanecer siempre en el laboratorio de calibración.
 - Las pesas que se identifiquen como patrones de referencia deben destinarse únicamente para calibrar las pesas de trabajo del laboratorio.
 - Las pesas de referencia y de trabajo deben manipularse solamente por personal competente y siempre dentro del laboratorio de calibración.

En la siguiente hoja se da un ejemplo generalizado para elaborar la carta de trazabilidad en calibración de pesas:



* Clasificación de las pesas de acuerdo a la **NOM 038-SCFI-2000**

El laboratorio debe demostrar que sus patrones son trazables, cumpliendo cada uno con los elementos de trazabilidad establecidos y llenará el eslabón correspondiente según la clase de exactitud de las pesas que vaya a calibrar con los siguientes datos:

1. Identificación de los patrones de calibración
2. Número de certificado o informe
3. Incertidumbre de la medición
4. Fecha de la calibración

Debe llenar también el eslabón anterior de la cadena de trazabilidad, ya sea escribiendo “CENAM”, o los datos siguientes del laboratorio acreditado que calibró sus patrones:

1. No. de acreditación
2. Magnitud
3. Alcance permitido (valores nominales y clase de exactitud)
4. Vigencia de la acreditación

De esta manera se asegura que sus patrones de masa tienen trazabilidad al Patrón Internacional de Masa.

7. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

7.1 Elementos y estimación de la incertidumbre de la medición

- El informe de calibración de una pesa debe expresar el valor de masa convencional y su incertidumbre asociada, la cual no debe resultar mayor a 1/3 del error máximo tolerado que le corresponda a la clase de la pesa.
- El informe de incertidumbre debe ser soportado en los registros por una lista completa de los componentes considerados, especificando para cada componente el método usado para la obtención del valor numérico. Deben identificar y hacer una relación de las fuentes de incertidumbre, demostrar cómo y de dónde se obtiene cada una de ellas, cómo se combinan y cómo se determina la incertidumbre expandida.
- Los laboratorios deben determinar y mantener disponible el presupuesto de incertidumbres de cada uno de los servicios de calibración para los que están acreditados.
- Debe documentarse la forma en que se debe expresar la incertidumbre en un certificado, dictamen o informe de calibración.
- Debe tener documentado al menos, un cálculo numérico de la estimación de la incertidumbre de medición, con valores reales, mediante un ejemplo numérico.
- Deben presentar un resumen del presupuesto de incertidumbre en forma de tabla como muestra el anexo.
- Se debe tomar como base el documento Incertidumbre en la calibración de pesas por el método ABBA, [2].
- La evaluación de incertidumbre debe considerar al menos las siguientes fuentes de incertidumbre,
 - La incertidumbre del patrón
 - La incertidumbre debida a la resolución del instrumento para pesar

- La desviación estándar experimental de la medición
- Las consideradas en el documento [2]

La lista de fuentes de incertidumbre se incrementará en función de la incertidumbre requerida, que esta en función de la clase de exactitud de pesas que se vaya a calibrar.

8. VALIDACIÓN DE MÉTODOS

El método de comparación que se propone en esta Guía es un método normalizado y es de dominio público (NOM-038-SCFI-2000), por lo que no es necesario validarlo nuevamente, de acuerdo a la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 [5].

Si el laboratorio decidiera utilizar un método no normalizado, debe realizar la validación del método de acuerdo a la norma [5].

9. BUENAS PRÁCTICAS DE MEDICIÓN

- Mantener las condiciones ambientales de temperatura, humedad relativa y presión barométrica dentro de lo establecido en el punto 4.4 de esta guía y guardar los registros correspondientes.
- Contar con los equipos medidores de temperatura, presión y humedad relativa para realizar corrección por empuje del aire. Ver punto 4.4.3 de esta guía.
- Después de la limpieza, las pesas que se van a calibrar, deben tener un tiempo de ambientación en el laboratorio de calibración, de acuerdo a los datos de la siguiente tabla.

Clase de la pesa	E ₂	F ₁	F ₂ a M ₃
Después de la limpieza con alcohol	3 a 6 días	1 a 2 días	1 hora
Después de limpieza con agua destilada	2 a 3 días	1 día	1 hora

- Establecer medidas para controlar entrada de polvo (tapetes antipolvo, ventanas herméticas)
- Utilizar campanas de vidrio para resguardar las pesas del polvo
- Utilizar vitrinas para resguardo de patrones, pinzas, utensilios
- Tomar medidas para eliminar vibraciones según el clase de pesas que se calibren:
 - instalar mesas especialmente diseñadas con cimentación especial,
 - construcción con placas pesadas,

-
- utilización de materiales que disminuyan las vibraciones como unicel, corcho, etc.
 - ubicación del laboratorio alejado del tránsito peatonal y vehicular, etc.
 - Si se tiene alcance de medición de 1 mg a 50 kg, debe existir una separación de secciones; una para trabajar de 1 mg a 10 kg y otra para pesas mayores a 10 kg.
 - Para depositar objetos o para escribir se deberá contar con mesas para tal fin.
 - Cada balanza debe tener un lugar fijo para evitar desajustes.
 - Siempre que se realice algún tipo de limpieza a las pesas, deben calibrarse posteriormente.
 - Para limpieza de las pesas debe usarse un material suave que no las raye; existen en el mercado diferentes proveedores de papel toalla, absorbentes de características muy favorables para este tipo de trabajo, ya que son químicamente inertes, además de tener la propiedad de no soltar pelusa.
 - La limpieza debe realizarse en una superficie que amortigüe la caída de las pesas en caso de accidente.
 - Deben utilizarse pinzas limpias y adecuadas para el manejo de pesas.
 - Deben utilizarse brochas limpias para la limpieza de pesas e instrumentos para pesar.
 - Siempre deben utilizarse guantes para manejar las pesas.
 - De algodón para manejo de pesas con pinzas u horquillas
 - De piel desengrasada para pesas de alto valor nominal
 - De látex (sin talco) y encima de éstos, se deben usar guantes de algodón para manipular manualmente las pesas de valor nominal pequeño.
 - Debe utilizarse un material para colocar las pesas encima de cualquier superficie, que evite que las pesas se dañen por ralladuras. Se recomienda papel filtro.
 - Los metrólogos que realicen calibraciones deben utilizar bata con las finalidades de protección del personal y de evitar la contaminación de las pesas.
 - Debe contarse con una bitácora de servicio en el laboratorio de calibración.
 - Los metrólogos responsables del laboratorio deben supervisar las mediciones y cuidar que éstas se realicen siempre de acuerdo a los procedimientos establecidos, así como cuidar que toda el área se mantenga en orden.
 - Los metrólogos que realicen mediciones deben usar adecuadamente los equipos e instrumentos del laboratorio y si se identifica mal funcionamiento de alguno de ellos debe reportarlo al responsable o jefe del laboratorio.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] NOM-038-SCFI-2000, Pesas de clases de exactitud E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 , M_2 y M_3 . <http://www.economia-noms.gob.mx/>
- [2] L. O. Becerra y J. Nava, Incertidumbre en la Calibración de pesas por el método ABBA, Enero 2004. <http://www.cenam.mx/publicaciones/gratuitas/>
- [3] NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida <http://www.economia-noms.gob.mx/>
- [4] NMX-CH-140-IMNC-2002 Guía para la expresión de incertidumbre en las mediciones.
- [5] NMX-EC-17025-IMNC-2006 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.
- [6] INTERNATIONAL RECOMMENDATION OIML R 111-1, *Edition 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 Part 1: Metrological and technical requirements.* <http://www.oiml.org/publications/R/R111-1-e04.pdf>
- [7] INTERNATIONAL DOCUMENT OIML D 28, *Edition 2004. Conventional value of the result of weighing in air.* <http://www.oiml.org/publications/D/D028-e04.pdf>
- [8] NMX-Z-055-1997-IMNC Metrología-Vocabulario de términos fundamentales y generales

IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS

INCISO	PÁGINA	CAMBIO(S)
Todos	Todas	Se modificó en su totalidad
Observaciones:		