



BUREAU  
VERITAS



RED NACIONAL DE METROLOGÍA  
UNIDAD DE COORDINACIÓN Y SUPERVISIÓN  
LABORATORIO CUSTODIO DE PATRONES NACIONALES  
MAGNITUD MASA

**PROTOCOLO**  
**ENSAYO DE APTITUD NACIONAL**  
Calibración de patrones de masa.

**MP2-26**

- 
- 1. INTRODUCCIÓN**
  - 2. OBJETIVO**
  - 3. IDENTIFICACIÓN DEL PROVEEDOR DE ENSAYO DE APTITUD.**
  - 4. COORDINACIÓN**
  - 5. SUBCONTRATACIÓN DE ACTIVIDADES**
  - 6. REQUISITOS DE PARTICIPACIÓN**
  - 7. SEGURIDAD, RESPONSABILIDAD Y COMPROMISO DEL LABORATORIO**
  - 8. CONFIDENCIALIDAD Y CODIFICACIÓN A CADA PARTICIPANTE**
  - 9. COLUSIÓN ENTRE LOS PARTICIPANTES O LA FALSIFICACIÓN DE RESULTADOS**
  - 10. DESCRIPCIÓN DE ÍTEM DE ENSAYO.**
  - 11. PUNTOS DE MEDICIÓN**
  - 12. CONFIGURACIÓN DEL ENSAYO**
  - 13. INSTRUCCIONES SOBRE CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DEL PATRÓN**
  - 14. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA A UTILIZAR EN LAS MEDICIONES (PROCEDIMIENTO)**
  - 15. ENTREGA DE RESULTADOS OBTENIDOS POR CADA PARTICIPANTE**
  - 16. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE MEDICIÓN**
  - 17. REPOSICIÓN DE ÍTEM DE ENSAYO DE APTITUD PERDIDO O DAÑADO Y MEDIDAS EN CASO DE ATRASO**
  - 18. INFORME FINAL**
  - 19. BIBLIOGRAFÍA**

| Código       | Versión |
|--------------|---------|
| F-LCPN-M-008 | 00      |

## 1. INTRODUCCIÓN

La División de Metrología del INN coordina las actividades involucradas en la operación de un Programa de Ensayo de Aptitud Nacional a cargo de la Red Nacional de Metrología (RNM) con la finalidad de disponer esta actividad al servicio de los laboratorios de ensayo y calibración del país.

Desde el año 2010, la RNM ofrece un Programa de Ensayos de Aptitud el cual es parte del "Programa de Fortalecimiento y Reconocimiento de las Mejores Capacidades de Medición en la Red Nacional de Metrología", Programa desarrollado con aportes del Fondo de Innovación para la Competitividad, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

Los Institutos Designados y Candidatos que componen la RNM cuentan con sistemas de calidad ajustados a los requisitos establecidos en la norma ISO/IEC 17025 con el objeto de establecer la confianza necesaria en sus actividades. Adicionalmente, la organización de los ensayos de aptitud ofertados se basa en los requisitos establecidos en la norma NCh-ISO 17043 y las capacidades de medición declaradas en la KCDB por el laboratorio designado.

La Red Nacional de Metrología (RNM) en conjunto con el Laboratorio Nacional de Masa (LCPN-M), han organizado el presente Ensayo de Aptitud, con el objetivo de evaluar el nivel de los laboratorios de calibración secundarios, estén acreditados, en proceso de acreditación, o no acreditados, sobre la calidad y conformidad de los servicios de calibración que ofrecen a la industria y a su vez, entregar a la RNM una apreciación global sobre el estado del arte y las futuras necesidades de desarrollo e implementación para la magnitud masa en el mediano y largo plazo.

El presente protocolo de este Ensayo de Aptitud asegura que los resultados informados por cada laboratorio son comparables con el valor de referencia emitido por el Proveedor de Ensayo de Aptitud.

## 2. OBJETIVO

Evaluar el desempeño metrológico y la competencia técnica de los laboratorios participantes para llevar a cabo la calibración de patrones de masa.

Este protocolo es aplicable para la masa convencional de pesas cuyas características correspondan a las indicadas en la recomendación R 111 de OIML Edition 2004 (E).

### **3. IDENTIFICACIÓN DEL PROVEEDOR DE ENSAYO DE APTITUD.**

El proveedor del ensayo de aptitud, en adelante el Laboratorio Piloto será el Laboratorio Custodio de los Patrones Nacionales de Masa, (LCPN-Masa – CESMEC S.A.). Sus instalaciones se ubican en Av. Marathon 2595 Macul, Santiago.

#### **Contactos:**

|                    |   |                                        |
|--------------------|---|----------------------------------------|
| Jefe LCPN-Masa     | : | Juan Pablo García G.                   |
| Teléfono           | : | +56 2 2350 2100 Anexo 9750             |
| Correo electrónico | : | juan-pablo.garcia@bureauveritas.com    |
|                    |   |                                        |
| Subjefe LCPN-Masa  | : | Cristóbal Hormazábal D.                |
| Teléfono           | : | +56 2 2350 2100 Anexo 9750             |
| Correo electrónico | : | cristobal.hormazabal@bureauveritas.com |

### **4. COORDINACIÓN**

Este programa será coordinado por la División Metrología del Instituto Nacional de Normalización (INN).

#### **Contacto**

|                    |   |                           |
|--------------------|---|---------------------------|
| Coordinador        | : | Diosimir Rodriguez M.     |
| Teléfono           | : | (+56 2)2445 8875          |
| Correo electrónico | : | diosimir.rodriguez@inn.cl |

### **5. SUBCONTRATACIÓN DE ACTIVIDADES**

No se subcontratará ninguna de las actividades relacionadas con este ensayo.

### **6. REQUISITOS DE PARTICIPACIÓN**

El laboratorio participante debe contar con infraestructura, equipos y patrones de masa acordes con el ejercicio. Dentro de ellos se consideran los instrumentos de medición de condiciones ambientales, y cualquier otro equipo complementario que sea necesario.

En el presente ensayo de aptitud pueden participar todos los organismos que así lo deseen (acreditados y no acreditados), así como también aquellos laboratorios de industrias que deseen evaluar la forma en que están llevando a cabo sus calibraciones, en la medida que cumplan con los requisitos establecidos en el

presente Protocolo. El Laboratorio Piloto no hará distinción entre laboratorios acreditados o no acreditados o, laboratorios públicos o privados, el cupo disponible es de 10 participantes.

En el caso que algún laboratorio no cumpla con los requisitos técnicos en relación con sus capacidades de medición y calibración del Ensayo de Aptitud y haya enviado su ficha de inscripción, se le notificará su no incorporación, explicando los motivos que respaldan dicha decisión.

La participación del ensayo de aptitud es voluntaria. Los laboratorios interesados deberán inscribirse formalmente enviando el Formulario de Inscripción, con todos los antecedentes solicitados, comprometiéndose al cumplimiento de todas las exigencias técnicas, operacionales y administrativas establecidas en el Protocolo. El Formulario de Inscripción se encontrará disponible en el sitio Web <https://www.inn.cl/rnm-pean-2026> a contar del día de inicio de las inscripciones.

El participante deberá adjuntar a la postulación una carta de compromiso formal (ver Anexo 2), debidamente firmada por el jefe del laboratorio, el jefe de área o director respectivo, donde el laboratorio participante se hace responsable por la integridad del instrumento mientras sea manipulado por éste.

El Formulario de Inscripción, la Carta de Compromiso firmada y los demás antecedentes solicitados para postular, deben ser enviados por correo electrónico al coordinador del INN (ver apartado 4) dentro del plazo establecido en el presente protocolo. **No se aceptará** la incorporación, en el ensayo de aptitud, de laboratorios cuya carta de compromiso no se haya recibido en el plazo dado anteriormente.

## 7. SEGURIDAD, RESPONSABILIDAD Y COMPROMISO DEL LABORATORIO

Se han dispuesto una serie de medidas para resguardar la integridad del objeto bajo calibración y delimitar las responsabilidades en caso de que éste sufra daños.

Mediante la “Carta de Compromiso” del Anexo 2, el laboratorio participante se hace responsable por resguardar la integridad del objeto bajo calibración durante las mediciones que éste realice, y se compromete a tomar las medidas que estime necesarias para evitar que el instrumento se dañe.

## 8. CONFIDENCIALIDAD Y CODIFICACIÓN A CADA PARTICIPANTE

Este Ensayo de Aptitud garantiza la confidencialidad de los participantes mediante la asignación de un código único [XX-XX], conocido solo por el coordinador (INN) y el participante. Una vez recibidas todas las solicitudes de participación en el EA, se asignarán aleatoriamente códigos, y por otra parte el Laboratorio

Piloto entregará las fechas de participación. Las solicitudes de cambios respecto a las fechas de participación deberán solicitarse directamente al coordinador (INN).

Respecto a los resultados, estos se comunicarán en el informe final mediante el código asignado, mientras que los resultados globales serán de dominio público. La información proporcionada será tratada confidencialmente, y solo se revelará información sobre el desempeño si una autoridad reglamentaria lo requiere, previa notificación por escrito al laboratorio involucrado.

## **9. COLUSIÓN ENTRE LOS PARTICIPANTES O LA FALSIFICACIÓN DE RESULTADOS**

La necesidad de confianza constante en el desempeño de los laboratorios no sólo es esencial para los laboratorios y sus clientes sino también para otras partes interesadas, tales como las autoridades reglamentarias, el organismo de acreditación, y otras organizaciones que especifican requisitos para los laboratorios.

A pesar de que el ensayo de aptitud tiene por objetivo ayudar a los participantes a mejorar su desempeño técnico, algunos participantes podrían dar una impresión falsamente positiva de sus capacidades. Por ejemplo, puede haber colusión entre los laboratorios y esto impide que se reciban resultados verdaderamente independientes o puede haber una falsificación de resultados.

Este ensayo de aptitud ha sido diseñado de manera de prevenir la colusión entre participantes o falsificación de resultados. No obstante, es importante mencionar que a pesar de las instrucciones que se dan a los participantes en el sentido de que la colusión y falsificación en un ensayo de aptitud son contrarias a la conducta científica profesional y que éstas solo sirven para anular el mismo, es conveniente reconocer que son los propios laboratorios participantes los que deben evitar la falsificación de resultados y la colusión.

Las medidas tomadas por el proveedor del ensayo de aptitud para evitar la colusión y falsificación de resultados son las siguientes:

- Se da a conocer el valor asignado después de que los laboratorios participantes hayan enviado los resultados de sus ensayos. Por lo tanto, el laboratorio participante recién conoce el valor asignado cuando recibe el Informe final.
- No se aceptan resultados de los participantes luego que se da a conocer el valor asignado a través del Informe final.
- Se ha establecido un plazo máximo para que cada participante envíe los resultados de las mediciones con la finalidad de evitar colusión entre los participantes.

Los participantes que sean sorprendidos realizando un acto de colusión o falsificación de resultados, perderán el derecho a la confidencialidad y facultará al coordinador para aplicar las sanciones que estime pertinente, las que podrán ser: la incorporación de los antecedentes de colusión o falsificación de resultados en el informe del ensayo de aptitud identificando al(los) participante(s) sancionado(s), notificación al Organismo Nacional de Acreditación, si es pertinente, y la suspensión de la participación en el presente ensayo de aptitud y/o los posteriores, organizados por la Red Nacional de Metrología.

## 10. DESCRIPCIÓN DE ÍTEM DE ENSAYO.

Los objetos por calibrar son pesas de 1 mg, 5 mg y 50 mg, cuyas características de construcción satisfacen los requisitos de la R 111-1 Edition 2004 (E) para la clase  $F_1$ . Se harán circular las pesas al mismo tiempo con el fin de terminar el ensayo en el menor tiempo posible, los cuales irán identificados con un número en su respectiva caja y entregado según programa a cada laboratorio, esta identificación permitirá hacer seguimiento a los resultados de forma correcta. Las pesas son propiedad del LCPN-Masa.

## 11. PUNTOS DE MEDICIÓN

Los participantes deberán medir las masas patrones en los valores nominales indicados y la incertidumbre expandida asociada ( $k=2$ ), en los siguientes valores nominales:

| Valores nominales / mg | Marca          | Modelo     | Serie    | Clase | Densidad / $\text{kg m}^{-3}$ | Incertidumbre expandida de la densidad ( $k=2$ ) / $\text{kg m}^{-3}$ |
|------------------------|----------------|------------|----------|-------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1                      | Mettler Toledo | 159416     | N/A      | $F_1$ | 8000                          | 30                                                                    |
| 5                      | Sartorius      | YCW0531-00 | 38529188 | $F_1$ | 7950                          | 10                                                                    |
| 50                     | N/A            | N/A        | N/A      | $F_1$ | 7950                          | 2,5                                                                   |

Tabla 1. Densidad de las pesas.

## 12. CONFIGURACIÓN DEL ENSAYO

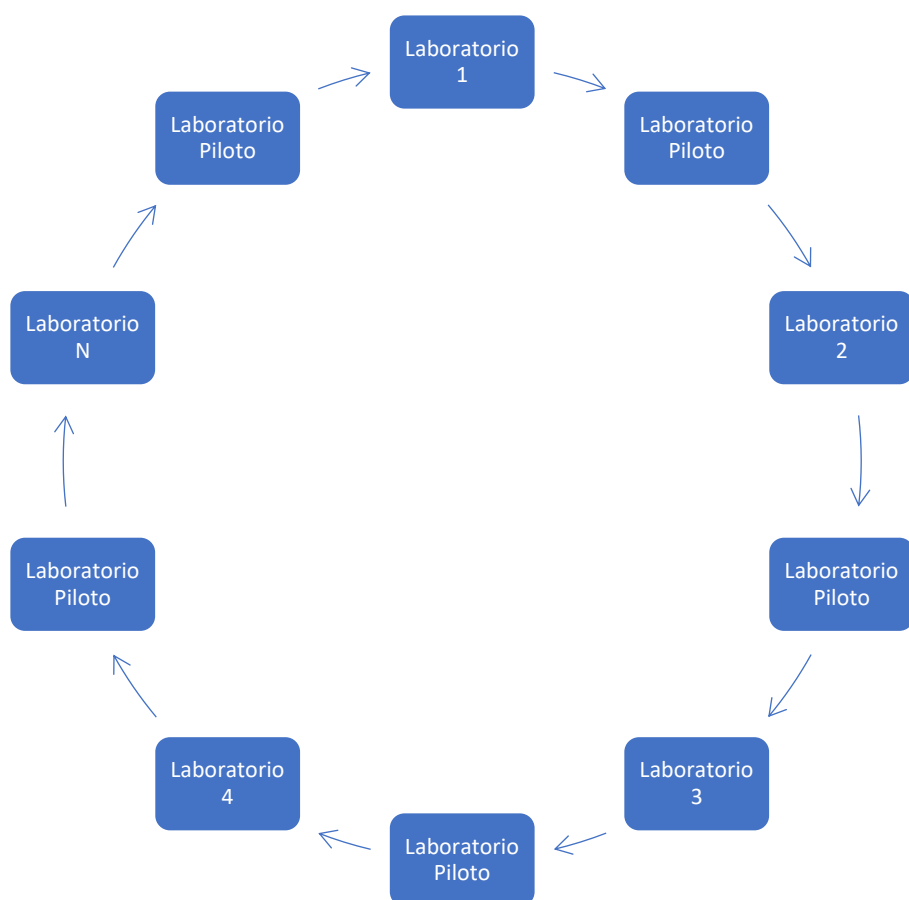
Se harán circular las pesas, con código de identificación para evitar confusiones, al interior de una maleta de transporte resistente a golpes.

El esquema de comparación será cíclico, el Laboratorio Piloto realizará la calibración inicial de todas las pesas, para posteriormente entregarlas al primer participante, quien, una vez realizada sus mediciones,

deberá regresar todas las pesas al Laboratorio Piloto en sus instalaciones. Luego, el Laboratorio Piloto volverá a realizar las mediciones a fin de constatar su estado, para que luego las pesas sean recogidas por el siguiente participante, y así sucesivamente.

Al terminar la ronda de mediciones de todos los laboratorios participantes, el Laboratorio Piloto realizará una última medición. De esta forma, se toman las precauciones necesarias a fin de evaluar a los laboratorios con una incertidumbre de medición que sea acorde al trabajo y posible desgaste de las pesas utilizadas.

**Figura 1.** Esquema de comparación.



El Laboratorio Piloto programó el EA MP2-26 según el documento “Programa MP2-26.xls”, en el que se detallan las fechas en que cada participante deberá realizar las mediciones.

## CRONOGRAMA DEL ENSAYO DE APTITUD

El presente ensayo de aptitud se desarrollará conforme las etapas y plazos establecidos en la tabla siguiente:

|                                        |                                           |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|
| a.- Fecha de inicio de la convocatoria | 22/06/2025                                |
| b.- Plazo de inscripción hasta         | 06/07/2025 o hasta coparse los cupos (10) |
| c.- Desarrollo del EA                  | 20/07/2025 al 02/10/2025                  |
| d.- Entrega del Informe Final          | 21/11/2025                                |
| f.- Taller de cierre                   | 04/12/2025                                |

### 13. INSTRUCCIONES SOBRE CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DEL PATRÓN

#### a. Recepción

Una vez que el participante reciba los patrones viajeros, deberá **entregar al Laboratorio Piloto**, los Anexos 3 y 4 debidamente completados, indicando quien recibe (cargo en el laboratorio), la hora de **recepción**, las condiciones del empaque y el estatus operativo del patrón.

Una vez concluidas las mediciones, dentro del plazo indicado en el cronograma, el participante deberá empaquetar los patrones viajeros según las indicaciones de la letra b) del presente capítulo y preparar el ítem para ser entregado al Laboratorio Piloto, según el cronograma.

#### b. Transporte

Cada participante, deberá asegurarse que los patrones viajeros sean transportados dentro de los plazos establecidos en el cronograma, en el embalaje original entregado por el Laboratorio Piloto, sin modificar ni alterar su interior. Los costos de transporte de los patrones viajeros serán de cargo del participante.

Será responsabilidad del participante mantener informado al Laboratorio Piloto, con respecto a las fechas y condiciones del transporte de los patrones.

#### c. Devolución

En caso de que el participante advierta durante la recepción de los patrones viajeros que éste no se encuentra en óptimas condiciones o ha sufrido daños, deberá reportar dicha condición al Laboratorio Piloto de manera inmediata, haciendo uso de los Anexos 3 y 4 y devolver el patrón al proveedor del ensayo de aptitud. Los costos de transporte de los patrones viajeros serán de cargo del participante.

#### d. Embalaje

Las masas patrones se encuentran al interior de su caja individual, cada participante debe asegurarse que el patrón viajero no sufra golpes o deformaciones que puedan dañarlo, por lo deben respetarse las condiciones de embalaje dadas por el proveedor. En caso de alguna duda favor contactar al Laboratorio Piloto.

### 14. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA A UTILIZAR EN LAS MEDICIONES (PROCEDIMIENTO)

Los patrones viajeros deben ser conservados en un ambiente libre de polvo, con una temperatura ambiental entre 18 °C a 30°C, y humedad relativa no mayor al 60%.

La manipulación de las pesas debe realizarse de forma cuidadosa con el fin de evitar cualquier daño y mantener la integridad de estas. Se debe utilizar pinzas con punta de goma aislante, o guantes de algodón limpios durante el proceso de calibración, no se debe manipular las pesas con las manos desnudas, en ninguna circunstancia, no se deberá lavar las muestras, en su defecto se puede utilizar brochas o peras de aire, preservando así la integridad metrológica y la trazabilidad de las mediciones.

Los requisitos técnicos que debe cumplir cada participante son los que indica OIML R 111-1 Edition 2004 (E). respecto a la calibración de pesas en la clase metrológica que corresponda a las capacidades del laboratorio. Este marco normativo proporciona un protocolo técnico detallado que garantiza la precisión, trazabilidad y coherencia de los procedimientos de calibración.

El método de calibración o ensayo indicado en el presente protocolo no reemplaza los procedimientos rutinarios de calibración o ensayo utilizados por cada uno de los participantes. Tampoco reemplaza las normas, guías o recomendaciones internacionales bajo las cuales se han acreditados los participantes. Sin embargo, este protocolo entrega herramientas que podrían ser adoptadas por los participantes e incorporadas en sus sistemas de gestión de la calidad en la medida que no se contraponga a los documentos oficiales.

El participante deberá entregar el Anexo 1 – “Entrega de resultados MP2-26”, deben agregar **el número de set de pesas que irá indicada en la caja**, a fin de identificar a que set de pesas corresponden las mediciones y debe ser llenado con el máximo rigor asegurándose de completar todos los campos requeridos sin excepción. En este documento se deben consignar de manera detallada y precisa los resultados

obtenidos en la calibración, incluyendo la incertidumbre estándar asociada, los datos necesarios para el cálculo de la incertidumbre y los aportes específicos definidos y utilizados por el participante para dicho cálculo. La información proporcionada debe ser clara, trazable y permitir una comprensión integral del proceso de calibración, garantizando la validez y confiabilidad de los resultados presentados.

Los objetos de ensayo deben ser retirados y entregados respetando los tiempos programados, el incumplimiento de esto sin haber informado al Laboratorio Piloto, será causal de exclusión de su participación en el ensayo de aptitud.

## 15. ENTREGA DE RESULTADOS OBTENIDOS POR CADA PARTICIPANTE

Los resultados deben ser enviados a lo más **5 días hábiles** después de haber realizado el ensayo (Aquellos participantes que no envíen los resultados a más tardar en la fecha indicada en “Programa MP2-26.xls”, no serán considerados en el cálculo del Error Normalizado).

Los laboratorios participantes deberán enviar sus resultados según el archivo “Anexo 1 -Entrega de resultados MP2-26”, identificados sólo con el Código Asignado al correo del coordinador. Revise cuidadosamente los resultados obtenidos antes de informarlos.

Se deberá indicar:

- Deben indicar **el número de set de pesas que va marcado en la caja.**
- Resultado del procesamiento matemático, todas las lecturas obtenidas.
- Descripción del patrón usado para la calibración (modelo, número de serie, fabricante, última calibración).
- Descripción del método de medición y diagrama de conexiones
- Condiciones ambientales durante la medición.
- Resultados del procesamiento matemático de las mediciones
- Incertidumbres asociadas consideradas y budget detallado del cálculo de la incertidumbre final, intervalo de confianza considerado e incertidumbre expandida. Se debe explicar y detallar claramente cómo se llegó al resultado de dicha incertidumbre incluyendo consideraciones y el cálculo matemático.
- El cálculo de la incertidumbre final debe hacerse según los requerimientos de la norma ISO-GUM: “Guía para la expresión de la Incertidumbre de Medición”.

- Los registros no deben contener logos, nombres o firmas que pueden identificar el origen de la información, sólo deben identificarse con el Código Asignado, así mismo NO se debe pegar ningún tipo de sticker o marca adhesiva en el patrón viajero.
- Los registros que no contengan toda la información solicitada no serán considerados en el Informe Final.
- La información solicitada debe ser enviada únicamente al coordinador. La información enviada fuera de la fecha indicada o enviados directamente al Laboratorio Piloto, **NO** serán considerados en el informe final.
- Los valores de las incertidumbres asignadas a sus resultados, por los laboratorios participantes, deben ser consistentes con la capacidad de medición y calibración, declarada en el certificado de acreditación.

## 16. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE MEDICIÓN

El desempeño de cada laboratorio será evaluado de acuerdo con el error normalizado. Para realizar la evaluación sólo serán considerados los laboratorios que calculen de forma correcta la incertidumbre de medición en caso contrario se le comunicará oficialmente al laboratorio que sus resultados no serán incorporados en el informe.

A los laboratorios participantes se les evaluará mediante el criterio del error normalizado, el cual es un criterio especificado en la NCh-ISO 17043. Dicho error normalizado es calculado de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_n = \frac{|LAB - LP|}{\sqrt{U_{LAB}^2 + U_{LP}^2}}$$

Dónde:

$E_n$  : Error normalizado

$LAB, U_{LAB}$  : Resultado e incertidumbre expandida del laboratorio participante

$LP, U_{LP}$  : Resultado e incertidumbre expandida del Laboratorio Piloto

El criterio de evaluación del error normalizado indica que:

- Si se cumple que  $E_n \leq 1$ , entonces se establece que existe acuerdo entre las mediciones.
- Si se cumple que  $E_n > 1$ , entonces se establece que no existe acuerdo entre las mediciones y se recomienda al laboratorio participante realizar una investigación.

## **17. REPOSICIÓN DE ÍTEM DE ENSAYO DE APTITUD PERDIDO O DAÑADO Y MEDIDAS EN CASO DE ATRASO**

En caso de daño o falla de los objetos bajo calibración, se realizará una investigación a cargo del LCPN-M para determinar las responsabilidades. En caso de que ésta recaiga sobre alguno de los participantes, éste deberá asumir los costos (monetarios y de participación) que el coordinador del EA estime pertinentes.

Adicionalmente, el proveedor del ensayo de aptitud en conjunto con el coordinador, podrán decidir dar por finalizado el ejercicio y elaborar el informe con los resultados recibidos a dicha fecha o tomar otra medida que sea pertinente. En este caso, se notificará a todos los participantes en el ensayo de aptitud de la decisión adoptada.

## **18. INFORME FINAL**

En el Informe Final se entregan los resultados de todos los laboratorios participantes identificados con el código asignado a cada laboratorio. El informe describe el listado de participantes, objetivo del ensayo de aptitud, el ítem de ensayo y la evaluación estadística realizada. La evaluación de desempeño de los participantes es representada en tablas y gráficas, según sea necesario.

El informe final será enviado a cada participante y será publicado en el sitio Web <https://www.inn.cl/rnm-servicios#ensayos-de-aptitud-nacionales-2026>, en la fecha señalada anteriormente.

## **19. BIBLIOGRAFÍA**

[1] ISO/IEC 17043:2023, Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para la competencia de los proveedores de ensayos de aptitud.

[2] DA-D01\_v02, directrices para la participación en ensayos de aptitud y otras comparaciones para laboratorios.

[3] Mutual Recognition of National Measurement Standards and of Calibration and Measurement Certificates Issued by National Metrology Institutes. MRA-CIPM.

[4] NCh-ISO 17025.Of2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Instituto Nacional de Normalización.