



# **RED NACIONAL DE METROLOGIA**

**UNIDAD DE COORDINACION Y SUPERVISION**

**LABORATORIO CUSTODIO DE PATRONES NACIONALES**

**MAGNITUD PRESION**

## **PROTOCOLO DE ENSAYO DE APTITUD NACIONAL**

**P2-26**

**CALIBRACIÓN DE MANOMETRO DIGITAL**

**0 KPa a 700 kPa presión relativa positiva**

**(medio de transmisión gas)**

## PROGRAMA

1. Introducción
2. Nombre del Programa
3. Objetivo
4. Confidencialidad y codificación
5. Alcance instrumento a calibrar
6. Requisitos de participación
7. Seguridad, Responsabilidad y Compromiso del Laboratorio.
8. Generalidades del Ensayo de Aptitud.
9. Generalidades del procedimiento de calibración
10. Aspectos técnicos
11. Presentación de resultados
12. Comportamiento de los Participantes
13. Desarrollo de ensayo de aptitud
14. Lista de verificación para calibración del Manómetro
15. Recepción, transporte y/o devolución
16. Evaluación Estadística.
17. Reposición de Patrón viajero perdido, dañados y medidas en caso de atraso.
18. Informe.
19. Reunión Final. (Taller de cierre)

Terminología

Bibliografía

Anexos: A, B, C, D, E.

## ENSAYO DE APTITUD NACIONAL DE PRESION

### LINEAMIENTOS GENERALES Y PROCEDIMIENTO

#### 1. Introducción

La realización de la magnitud presión es una tarea asignada al Laboratorio Designado de Presión integrante de la red Nacional de Metrología ubicado en Gran Avenida N° 11087, paradero 36 ½, EL bosque, Santiago. El LCPN-P está encargado de la diseminación correcta de esta magnitud y dar a la cadena de trazabilidad los niveles adecuados de incertidumbre de acuerdo a las necesidades del país.

Dentro del marco de funcionamiento de la red se realizará un ensayo de Aptitud Nacional con el fin de estimar los niveles de concordancia en las mediciones entre los laboratorios Participantes de la magnitud presión y la incertidumbre asociada a su medición.

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.

El Programa anual de Ensayos de Aptitud, se planifica considerando las capacidades de medición y calibración de las organizaciones que componen la RNM, las necesidades de los laboratorios de calibración y ensayo nacionales y, en algunos casos, las necesidades establecidas por un determinado organismo del Estado.

Por regla general, los ensayos de aptitud ofrecidos por la Red Nacional de Metrología, se realizan durante un año calendario.

Los ítems de ensayo, se distribuyen en un periodo de tiempo definido para su análisis, son enviados en las fechas establecidas en el programa, en las condiciones de embalaje, almacenamiento, seguridad e identificación que aseguren la integridad del ítem.

Cada ensayo de aptitud, cuenta con una codificación alfanumérica y a cada laboratorio participante se le hace entrega de un código asignado confidencial.

La oferta de los ensayos de aptitud es publicada a través de una programación anual en el sitio web [www.metrologia.cl](http://www.metrologia.cl).

Aquellos ensayos de aptitud organizados por la Red Nacional de Metrología que cuenten con financiamiento del Fondo de Innovación para la Competitividad del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, no tendrán costos de inscripción para los participantes y el número de cupos quedará sujeto al diseño del Ensayo de Aptitud y los fondos disponibles. Cualquier otro ensayo de aptitud o intercomparación organizadas por la RNM que no cuenten con este financiamiento, tendrán costo de inscripción para los participantes.

Este documento presenta los lineamientos generales y el procedimiento para esta intercomparación.

## 2. Nombre del programa

Ensayo de Aptitud Nacional de Presión P2-26.

### 2.1 Identificación del proveedor de ensayo de aptitud

El proveedor del ensayo de aptitud, será el Laboratorio Designado de Presión integrante de la red Nacional de Metrología, LCPN-P ENAER, ubicado en Gran Avenida #11087, paradero 36 ½, EL bosque, Santiago.

|                       |                                                                            |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Jefe de LD en Presión | : Marcial Espinoza                                                         |
| Teléfono              | : 56(2)23831966                                                            |
| Email                 | : <a href="mailto:marcial.espinoza@enaer.cl">marcial.espinoza@enaer.cl</a> |

|                                |                                                                    |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Responsable Técnico LD Presión | : Ángel Flores                                                     |
| Teléfono                       | : 56(2)23831850                                                    |
| Celular                        | : +56 976697442                                                    |
| Email                          | : <a href="mailto:angel.flores@enaer.cl">angel.flores@enaer.cl</a> |

## 3. Objetivo

Realizar un ensayo de aptitud en la magnitud presión entre los Laboratorios de Calibración (LC-P) de Presión pertenecientes a la Red Nacional de Metrología que permita evaluar el desempeño y las competencias de los participantes.

Conocer la capacidad de medición en la magnitud presión de los Laboratorios de calibración participantes. La capacidad de medición de los laboratorios se determinará a través de la comparación de los niveles de incertidumbre y de error que alcance cada uno de éstos en sus mediciones.

Complementariamente al realizar esta comparación se busca unificar los métodos de calibración en el país al utilizar la misma Guía de referencia (DKD - R6 - 1).

Verificar las acciones correctivas realizadas desde el último ensayo EA P-25

## 4. Confidencialidad y codificación

Cada Ensayo de Aptitud, cuenta con una codificación alfanumérica y a cada laboratorio participante se les entregará un Código asignado Confidencial. Siguiendo requisitos de la norma NCh-ISO17043 vigente.

Ejemplo: P2-26-XXX

Magnitud Física: PRESION, P2-26-XXX,

P2= nombre magnitud

26= año en el que se desarrolla el EA

XXX= Código asignado confidencial de identificación del laboratorio participante

Los resultados propios de cada laboratorio le serán comunicados en forma individual, sin embargo, tanto el nombre de los laboratorios participantes como los resultados globales, serán de conocimiento público.

## 5. Alcance e instrumento a Calibrar

En esta comparación participarán los Laboratorios de Calibración de la Magnitud Presión acreditados por INN y Laboratorios invitados a participar en el ejercicio de ensayo de aptitud, según interés manifestado o por condición de la División de Acreditación, INN, que se encuentren postulando a su acreditación.

Los instrumentos a medir en el ensayo de aptitud es un manómetro digital:

- a) Manómetro de presión relativa positiva rango de 0 kPa a 700 kPa

## 6. Requisitos de Participación

- Equipamiento requerido: Balanza manométrica o calibrador digital susceptible de cubrir todo el rango del ensayo equivalente a 700 kPa, para lo cual los requisitos de participación serán los siguientes:
  - a) La incertidumbre del patrón de cada participante debe ser  $\leq 0,117$  kPa, lo que implica una incertidumbre parcial  $u_{\text{patrón}} = 0,058$  kPa
  - b) La deriva del patrón de cada participante sea  $\leq 0,117$  kPa, lo que implicará una incertidumbre parcial  $u_{\text{deriva}} = 0,067$  kPa
  - c) La contribución por resolución del patrón de cada participante sea igual o menor que 0,01 kPa, lo que implicará una incertidumbre parcial  $u_{\text{res}} = 0,003$  kPa

***Por tanto, la contribución total por incertidumbre del patrón de cada participante considerando todas las variables anteriores no deberán ser superior a  $U_{\text{total}}$  por aporte del patrón 0,178 kPa***

***Por tanto, el aporte del patrón de cada participante considerando estas 3 contribuciones sea igual o menor que 0,025 % del rango total de la comparación.***

NOTA:

Para la incertidumbre de diferencia de altura utilizar

<http://www.metrologia.cl/medios/DT-Incertidumbre-diferencia-altura.pdf>

Para obtener g local aproximada.

<https://www.ptb.de/cms/en/ptb/fachabteilungen/abt1/fb-11/fb-11-sis/g-extractor.html>

Para obtener coordenadas geográficas y altitud en metros (datos aproximados).

<https://www.coordenadas-gps.com/>

- **No se aceptará** otro medio para ejercer presión que no sea el señalado en este protocolo.
- Condiciones ambientales: Deben indicarse las condiciones del Laboratorio en las cuales se realiza la calibración y las consideraciones tomadas (si las hubiera por parte del laboratorio participante en el ensayo de aptitud).
- Responsabilidad y cuidado del patrón viajero: Se solicitará carta de compromiso formal a través del representante legal. Para garantizar la integridad del patrón viajero.
- Transporte: Los laboratorios Nacionales y extranjeros que deseen participar deberán asumir los costos de transportar el patrón viajero. Para el caso de los Laboratorios internacionales deberán financiar los pasajes aéreos y viáticos correspondientes al encargado del Laboratorio organizador, y además gastos de aduana si es que son necesarios. Esto de modo de asegurar la integridad del patrón viajero.
- En el caso que el laboratorio no cumpla con los requisitos técnicos en relación con sus capacidades de medición y calibración del Ensayo de Aptitud, se le notificará su **NO incorporación**, explicando los motivos que respaldan dicha decisión.

## 7. Seguridad, Responsabilidad y Compromiso del Laboratorio.

Se exigirá una Carta de Compromiso formal en la cual el Laboratorio Participante se hace responsable del Patrón viajero, esta carta debe contener el nombre completo del Laboratorio y a que institución o empresa pertenece, declarar que frente a cualquier problema que sufra el patrón viajero correspondiente al Ensayo de Aptitud, ya sea durante la permanencia de este en el laboratorio, o durante la manipulación o bien durante su transporte hacia el siguiente laboratorio.

El laboratorio afectado deberá responder con todos los costos de reparación o bien con la sustitución de este por uno igual (igual marca e igual modelo).

Además de la carta de compromiso se solicitará al Laboratorio participante completar un "Acta de Entrega de Patrón Viajero" y enviarlo mediante correo electrónico al INN. En esta acta, se compromete la responsabilidad del patrón viajero, y será requisito para la posterior entrega del código único asignado a cada Laboratorio según corresponda, por parte del INN. En el caso de cualquier desperfecto, daño o pérdida, sufrido durante su traslado o manipulación, se exigirá al participante la reposición del patrón.

Cada Laboratorio Participante será responsable de tener **comunicación vía correo electrónico siempre con copia al INN y el Laboratorio Piloto** con el participante que le antecede como el que le sigue en el turno de participación en el "EA" y debe cumplir obligatoriamente con los plazos asignados de participación y debe entregar al siguiente participante en el tiempo establecido.

- En caso que ocurra algún inconveniente de los anteriormente señalado, el Laboratorio Piloto en conjunto con la División de Metrología, evaluarán las consecuencias causadas y definirán las medidas a seguir. La División de Metrología notificará a los participantes las decisiones tomadas.

## 8. Generalidades del Ensayo de Aptitud (EA P2-26).

Las actividades relacionadas con el **EA P2-26** tendrán los siguientes lineamientos para su realización:

- La coordinación del presente Ensayo de Aptitud, será realizada por la División de Metrología del Instituto Nacional de Normalización, quién asignará a cada laboratorio su Código de Participante.
- El Laboratorio de Referencia en donde el instrumento será calibrado inicialmente, es el Laboratorio Designado de la Magnitud Presión, que en adelante llamaremos Laboratorio Piloto.

Contactos:

|                                |                                                                            |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Coordinador INN de E. A        | : Diosimir Rodriguez                                                       |
| e-mail                         | : <a href="mailto:diosimir.rodriguez@inn.cl">diosimir.rodriguez@inn.cl</a> |
| Jefe de LD en Presión          | : Marcial Espinoza                                                         |
| Teléfono                       | : 56(2)23831966                                                            |
| Email                          | : <a href="mailto:marcial.espinoza@enaer.cl">marcial.espinoza@enaer.cl</a> |
| Responsable Técnico LD Presión | : Ángel Flores Torres                                                      |
| Teléfono fijo                  | : 56(2)23831850                                                            |
| Celular                        | : +56 976697442                                                            |
| Email                          | : <a href="mailto:angel.flores@enaer.cl">angel.flores@enaer.cl</a>         |

- Los patrones viajeros a utilizar en EA P2-26 son suministrados por el LCPN de presión. Estos instrumentos serán enviados a cada uno de los laboratorios participantes por medio de transporte privado (que provee cada participante).
- El EA P2-26 se llevará a cabo según el punto 9 de este protocolo.
- El procedimiento de calibración a utilizar por los laboratorios participantes será la Guía DKD-R 6-1 (Servicio Alemán de Calibración) – Calibración de medidores de presión. Para lograr una mejor evaluación del desempeño de los participantes se medirá en Secuencia de calibración “A”.

*NOTA: No se aceptará otro procedimiento de calibración, se evaluarán sólo las contribuciones de incertidumbre señaladas en el protocolo indicado para este ensayo.*

- Cada Laboratorio Participante designará a la persona que será responsable del EA P2-26 en su respectiva institución, los datos obtenidos son enviados al INN.
- Los datos de las mediciones son enviados al INN por cada Laboratorio Participante.

- El INN enviará los datos de cada participante con el código asignado al Laboratorio Piloto quien será el encargado de analizar los resultados del EA P2-26
- El EA P2-26 funcionará en consideración al número de Laboratorios Participantes, es decir, después de cada calibración, el laboratorio deberá enviar el manómetro al próximo participante, previa autorización vía correo electrónico de parte del Responsable Técnico (si el número de participantes es reducido no más de 5 funcionará en círculo). Si es superior al número indicado se harán rondas (el dispositivo se enviará al Laboratorio Piloto para su calibración).
- Asegúrese de tener la confirmación del Coordinador antes de efectuar la calibración, la que será cursada por este sólo después de haber recibido el Anexo D (adjunto a este protocolo), debidamente cumplimentado.
- Cada laboratorio será responsable de asegurar que el manómetro no sufra daño alguno y se encuentre bajo buen resguardo.

## 9. Generalidades del procedimiento de Calibración

- El instrumento objeto de la comparación será tratado en su totalidad como un manómetro digital.
- En el montaje procurar la eliminación de la diferencia de alturas entre el instrumento de prueba y el patrón.
- Asegurarse que el sistema de medición de presión no presenta fugas.
- La temperatura de referencia para las mediciones será  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- El instrumento se debe manipular con cuidado para evitar cualquier daño y mantener la integridad del instrumento.
- El informe de los resultados se hará sobre el Anexo C de este protocolo:  
Informe de calibración debe en Excel y sólo en el formato proporcionado en EA P2-26, se debe indicar valores ascendentes, descendentes, valores promedios e incertidumbres en cada punto de medición SIN REDONDEAR.

***NOTA:** En el cálculo de la incertidumbre de la medición de los patrones utilizados (punto 3 página 8 del DKD-R 6-1 versión 03/2014), todas las magnitudes de influencia pertinentes deben ser tomadas en cuenta. En el caso de instrumentos medidores de presión con indicación que se usan como patrón, **la resolución debe considerarse una segunda vez en el presupuesto de incertidumbre.***

- Los mejores resultados de la comparación se obtendrán cuando se tomen en cuenta los diferentes factores que afectan la medición de la presión, teniendo especial cuidado al utilizar balanzas de peso muerto.  
Corrigiendo por ejemplo, las desviaciones del patrón de acuerdo al certificado de calibración vigente, los efectos por la diferencia de altura, temperatura y presión ambiente, el empuje del aire y la aceleración de la gravedad local, densidad del fluido, masas etc.

## 10. Aspectos Técnicos

### 10.1. EQUIPO VIAJERO: Test gauge Digital 0 kPa a 700 kPa, presión relativa positiva. Medio transmisión de presión: gas

|                        |                                                              |
|------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Nombre del instrumento | : Test Gauge Digital                                         |
| Marca                  | : FLUKE                                                      |
| Modelo                 | : 2700G                                                      |
| Número de serie        | : 3630204                                                    |
| Rango                  | : -100 kPa a 700 kPa (Se utilizará en rango 0 kPa a 700 kPa) |
| Exactitud              | : $\pm 0,05$ % FS                                            |
| Resolución             | : 0.01 kPa                                                   |
| Diámetro               | : 4 ½"                                                       |
| Conexión               | : Inferior 1/4" NPT                                          |

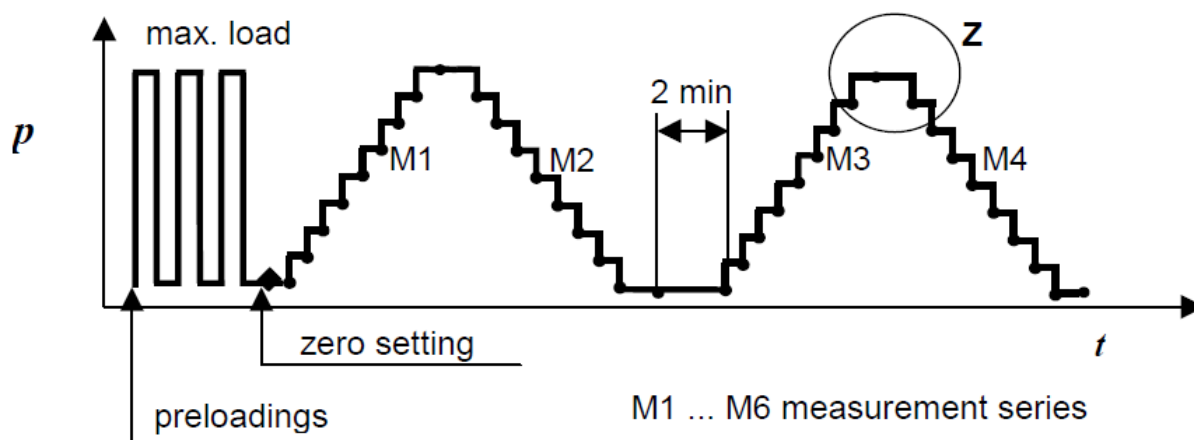


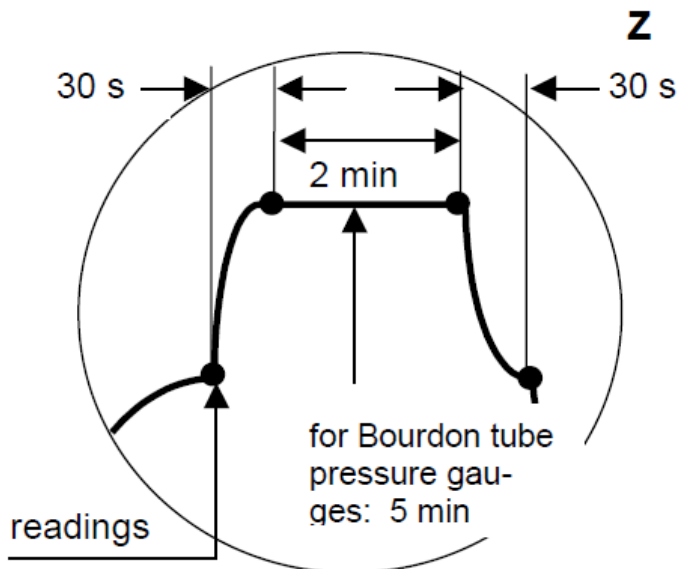
- El instrumento objeto de la comparación será medido en los siguientes 11 puntos: 0 kPa, 70 kPa, 140 kPa, 210 kPa, 280 kPa, 350 kPa, 420 kPa, 490 kPa, 560 kPa, 630 kPa & 700 kPa, presión relativa positiva.
- Los cálculos de la incertidumbre de medición se harán de acuerdo con las indicaciones dadas en el **capítulo 8**, de la Guía DKD-R 6-1 (rev.3, 03/2014).
- Para la comparación de los valores medidos entre el objeto a calibrar y el patrón de referencia, se utilizará el anexo D Guía DKD-R 6-1 (rev.3, 03/2014).

### Adicionalmente, se tendrán en cuenta las siguientes indicaciones:

- La calibración consiste en realizar 3 precargas y 4 series de medición (2 ciclos para montaje idéntico: Ascenso – Descenso – Ascenso - Descenso).
- El tiempo de permanencia en carga máxima, será de 5 minutos.
- El tiempo de permanencia en reposo entre dos precargas será alrededor de 2 minutos.
- Después de la última precarga, pasado 2 minutos y con el instrumento completamente descargado se desmonta, se ajusta la posición cero de la indicación y se realiza inmediatamente la lectura del punto cero del primer ciclo de medición.
- Antes del segundo ciclo de medición y con el instrumento completamente descargado después de 2 minutos se hace un nuevo ajuste de la posición cero de la indicación y se realiza inmediatamente la lectura del punto cero de este ciclo.
- Para la toma de lectura del primer punto en descenso esperar 5 minutos antes de la lectura.
- Según la guía DKD-R 6-1 (rev.3, 3/2014), para los valores indicados de lectura se debe tomar lectura del punto cero, determinación de la histéresis, repetibilidad y errores del instrumento; para tales cálculos tener presente lo siguiente:

La secuencia de calibración según DKD-R-6 se adjunta en el esquema adjunto (ver Diagrama 1):





## 11. Presentación de los resultados

La presentación y condiciones de envío de los resultados de los laboratorios participantes a la División de Metrología **serán sólo en Excel y en el formato diseñado para este efecto.**

- Se pedirá un reporte de resultados, en que se detalla el procesamiento matemático y todas las lecturas obtenidas **sin redondeo y con al menos 6 cifras significativas.**
- Descripción del patrón utilizado (modelo, número de serie, fabricante, última calibración) con el valor de incertidumbre informada del último certificado de calibración vigente.
- Los valores del patrón utilizado durante la calibración deben ser corregidos si es que procede, de acuerdo al último certificado de calibración vigente.
- Los valores de las incertidumbres asignadas a sus resultados, por los laboratorios participantes, deben ser consistentes con el patrón utilizado y el patrón viajero en comparación.
- La mejor capacidad de medición y calibración, debe informarse de acuerdo al certificado de acreditación vigente o declarada acorde al patrón utilizado según corresponda.
- Descripción del método de medición y diagrama de conexiones usado.
- Condiciones ambientales durante la medición
- Incertidumbres asociadas consideradas y presupuesto 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 realizarse de acuerdo con la JCGM 100:2008, *Evaluación de datos de medición—Guía para la expresión de la incertidumbre de medida (GUM)*.
- El reporte de resultados no debe contener logos, nombres o firmas que pueden identificar el origen de la información, sólo debe identificarse con el Código Asignado, así mismo NO se debe pegar ningún tipo de sello o marca adhesiva en el patrón viajero.
- El reporte que no contenga toda la información solicitada no será considerado, en el Informe Preliminar del EA P2-26.
- El reporte de resultados del EA P2-26 deben ser enviados únicamente a Diosimir Rodríguez Morillo (INN) responsable de la coordinación.
- El reporte de resultados enviado fuera de la fecha indicada, enviado directamente al LCPN-P o enviado en un formato diferente al Excel **NO serán considerados en el informe final.**
- Las mediciones se realizarán en cada laboratorio por su propio personal y será su responsabilidad cumplir con los requerimientos de los documentos de la comparación.
- Cabe destacar que no se pueden cambiar los valores informados por el Laboratorio participante, entendiendo que fueron conveniente y oportunamente revisados por el Jefe de Laboratorio y con el VºBº del Responsable de Calidad respectivo.
- El Coordinador enviará los comentarios codificados, si proceden, al Laboratorio Piloto, que emitirá el Informe A (Final).
- Cada Laboratorio recibirá una copia electrónica (\*.pdf) del Informe A.
- Al final del EA P2-26 se realizará un Taller de Cierre con los representantes de los Laboratorios participantes, para discutir e intercambiar impresiones sobre los resultados y actividades realizadas.

## 12. Comportamiento de Los Participantes

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 reguladoras, el organismo de acreditación, y otras organizaciones que especifican requisitos para los laboratorios". Si se sospecha de confabulación entre los participantes o la falsificación de resultados, se aplicarán los procedimientos correspondientes. Si los resultados de la investigación confirman que existe confabulación entre los participantes o la falsificación de resultados, se dará aviso de manera inmediata al Instituto Nacional Acreditación y a la autoridad reglamentaria correspondiente.

### 13. Desarrollo de ensayo de aptitud

Cada Ensayo de Aptitud se desarrolla cumpliendo las siguientes etapas:

- Publicación de la Programación anual de los EA, ofrecidos por la RNM, en el sitio web: [www.metrologia.cl](http://www.metrologia.cl).
- Publicación de Protocolo y Formulario de Inscripción del EA, en sitio web: [www.metrologia.cl](http://www.metrologia.cl).
- Proceso de inscripción de los laboratorios participantes, mediante envío de formulario.
- Recepción de formularios de inscripción.
- Taller de inicio.
- Recepción de las muestras o patrones por cada Laboratorio participante del EA.
- Envío de códigos asignados por correo electrónico a cada Laboratorio participante.
- Elaboración del Programa de mediciones de cada EA, según corresponda.
- Desarrollo del Ensayo de Aptitud (desarrollo experimental de las mediciones).
- Recepción de los resultados del Ensayo de Aptitud.
- Elaboración, revisión y envío del Informe Preliminar a los participantes.
- Reunión Final (Taller de Cierre), opcional.
- Envío de Informe Final a los participantes.

**Para el año 2026 se considerarán las siguientes fechas:**

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fecha de inicio de la convocatoria:                    | El INN realizará la convocatoria durante la tercera semana del mes de julio de 2026.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Desarrollo del EA (fecha de inicio de las mediciones): | Las mediciones comenzarán a partir de agosto 2026 según corresponda.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Recepción de resultados del EA:                        | El INN recibirá los resultados de medición en un plazo no superior a 5 días hábiles luego de la medición correspondiente de cada participante.<br>El INN enviará los resultados consolidados de todos los participantes durante la 1era semana de diciembre al Laboratorio piloto.                                                                                                                                |
| Informe                                                | Envío del informe al INN durante la 3era semana del mes de diciembre de 2026.<br>Las apelaciones de los participantes contra la evaluación de su desempeño en el EA, deberán ser notificadas por escrito en un plazo máximo de 5 días hábiles, a partir de la fecha de comunicación del Informe Preliminar.<br>Envío del informe corregido a INN y participantes, durante la 1ra semana del mes de enero de 2027. |
| Taller de cierre y/o “Jornadas Metrología”:            | El taller de cierre se realizará en una fecha definir por INN.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

## 14. Lista de verificación para la calibración del test Gauge digital

### OBJETIVO

Establece los puntos de mayor relevancia del procedimiento de calibración de un manómetro análogo.

### ACTIVIDADES PRELIMINARES

- **Estabilización de la temperatura**

Para lograr que el instrumento se estabilice térmicamente es necesario dejarlo en el ambiente del laboratorio un tiempo mínimo de 12h.

- **Verificar nivel de carga del equipo viajero**

Cambiar baterías si el nivel de carga es bajo (3 Pilas alcalinas AA).

- **Conexión**

Instalar el equipo viajero en posición vertical.

No incrementar el par torsional aplicado al acople más de lo necesario, (ver la estanqueidad de la conexión eliminando las posibles fugas).

### PREPARACION

- **Hermeticidad del sistema de calibración**

Realizar una prueba de hermeticidad llevando el instrumento a una presión del 100% del alcance de la comparación. El sistema se aísla para mantener una presión estable por tres minutos. Si se encuentran fugas, apretar las conexiones o poner cinta teflón, según sea el caso.

- **Velocidad de caída del pistón y velocidad giro**

NOTA: Sólo aplicable en aquellos Laboratorios de Calibración que realicen sus mediciones empleando como patrón una "Balanza de Peso Muerto".

Determine la velocidad de giro más conveniente con la cual se obtiene una lectura del equipo más estable, probar a diferentes presiones (baja, media y alta).

Determine la velocidad de caída del pistón a presión máxima del sistema de comparación.

- **Diferencia de altura entre los niveles de referencia del equipo viajero y el patrón.**

Determine la diferencia de altura entre los niveles de referencia del calibrando y del patrón. El punto de referencia del equipo viajero es el acople de presión

## 15. Recepción, transporte y/o devolución

### a) Recepción.

El laboratorio que recibe el patrón viajero debe informar de su arribo al Coordinador, enviando mediante correo electrónico un acta de recepción, indicando quien recibe (responsable técnico), la hora de llegada, las condiciones del empaque y el estatus operativo del instrumento. Será obligación enviar foto a la llegada del patrón y foto a la partida. Para esto una vez arribado al laboratorio se deberá llenar el formulario indicado en el Anexo D, el cual también indica algunos pasos a seguir para verificar si el patrón viajero ha sufrido algún daño.

### b) Transporte.

Este instrumento será enviado por cada laboratorio participante hacia el siguiente laboratorio o el LD, si corresponde de acuerdo a calendario. Por medio de transporte privado que deberá contratar cada participante. El laboratorio debe asegurar el buen resguardo del instrumento durante todo su transporte cuidando el estado del instrumento y su embalaje

### c) Embalaje.

Una vez concluidos las mediciones dentro del tiempo esperado deberá empacar el Mensurando o Patrón viajero para ser despachado.

## 16. Evaluación Estadística.

Para la evaluación del desempeño de los participantes de un EA, se procesan sus resultados de las mediciones obtenidas, según los criterios establecidos en la norma NCh-ISO 17043.

El resumen de los criterios de evaluación estadística aplicados en los EA, se encuentra en el Anexo E del presente documento, clasificados según área metrológica.

## 17. Reposición del Patrón viajero perdido, dañados y medidas en caso de atraso.

En caso de daño o falla del patrón viajero, y no exista disponibilidad para su reposición inmediata, en estas circunstancias la división de metrología evaluará la anulación del EA o la continuación de este, pudiendo en este último caso dar por terminado el proceso de medición y realizar el proceso de datos con los resultados disponibles, es decir hasta el último participante que pudo hacer la medición en forma normal antes de las mediciones intermedias que debe realizar el LCPN-P dentro del ensayo P16. Esta medición es realizada por el LCPN-P generalmente a mitad del ensayo y luego al final del ejercicio dependiendo de la cantidad de laboratorios inscritos.

No se aceptarán el reporte de resultados del EA fuera de plazo, ni solicitudes de tiempo adicional por parte de los participantes.

Solo serán consideradas los atrasos atribuidos a la empresa encargada del transporte del ítem a ensayar, atrasos no imputables al Laboratorio.

Los laboratorios que no cumplan con los plazos establecidos por la coordinación, no serán considerados en el Informe preliminar y final.

## 18. Informe.

El informe corresponde al documento oficial mediante el cual se evalúa y califica el desempeño técnico de los laboratorios participantes en el Ensayo de Aptitud (EA). Este documento contiene, entre otros aspectos, la descripción de los participantes, el objetivo del ensayo de aptitud, el ítem de ensayo, la metodología de evaluación y el análisis estadístico realizado. La evaluación del desempeño de los participantes se presenta mediante tablas, gráficos u otras representaciones, según corresponda.

El Laboratorio Piloto elaborará el Informe del Ensayo de Aptitud y lo remitirá al INN, el que lo distribuirá a cada uno de los laboratorios participantes para su revisión.

Los participantes que deseen presentar una apelación respecto de la evaluación de su desempeño en el EA deberán comunicarla por escrito dentro de un plazo máximo de cinco (5) días hábiles, contado desde la fecha de comunicación del informe. La apelación deberá presentarse mediante una carta dirigida al Coordinador del Ensayo de Aptitud del INN, acompañada de los antecedentes que la fundamenten, sin perjuicio de lo establecido en el procedimiento de apelaciones vigente y en el presente protocolo.

En caso de que las observaciones o apelaciones sean acogidas, se incorporarán las modificaciones que correspondan al informe. La versión corregida mantendrá la identificación de los resultados de los laboratorios participantes mediante el código asignado a cada uno de ellos, resguardando la confidencialidad de la información.

El informe corregido podrá ser enviado por el Coordinador del Ensayo de Aptitud a cada participante o publicado en el sitio web de Metrología o en el sitio web del Instituto Designado que haya organizado el Ensayo de Aptitud.

## 19. Reunión Final. (Taller de cierre)

Para finalizar el EA se contempla una reunión final para revisar y discutir los resultados obtenidos. Dicha reunión se llevará de acuerdo a la información publicada oportunamente en la página de la División de Metrología del INN: <http://www.metrologia.cl>

## TERMINOLOGÍA

---

- **Ensayo de Aptitud (EA):** Evaluación del desempeño de los participantes con respecto a criterios previamente establecidos a través de comparaciones interlaboratorios.
- **Ensayo de intercomparación:** Tipo de ensayo de aptitud que realiza con una distribución simultánea de laboratorios participantes, se selecciona un material con un valor asignado o certificado contra el cual es comparado el resultado obtenido por el o los participantes. Sirve para indicar el desempeño individual o grupal de los laboratorios.
- **Item de ensayo de aptitud:** Muestra, producto, artefacto, material de referencia, parte de un equipo, patrón de medida, conjunto de datos u otra información utilizada para los ensayos de aptitud.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- NCh-ISO 17043-2023 Evaluación de la conformidad - Requisitos generales para los ensayos de aptitud.

## ANEXO A

### Método propuesto para la determinación del error sistemático del instrumento (ES)

$$ES = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} - V_{ref}$$

En donde:

$x_i$  = valor de cada una de las mediciones realizadas, para cada punto.

$n$  = número de mediciones realizadas en cada punto.

$V_{ref}$  = Valor referencia ó patrón.

**NOTA:** El error sistemático del instrumento, corresponde a la columna del certificado “Error del instrumento”

### Modelo para determinar error medición en Presión

$$E_{calibración} = p_{IND(x)} - p_{IND(S)} - \delta p_{desv.cero} + \delta p_{repetibilidad} + \delta p_{histéresis} + \delta d_{derivaPatrón}$$

Tomada de modelo dado en DKD-R-6

## ANEXO B

### Método de cálculo de incertidumbre propuesto

1. Expresión general para el cálculo de la incertidumbre expandida ( ver DKD-R-6-1 )

#### **METODO DE ESTIMACION DE INCERTIDUMBRE:**

$$U_{total} = k \sqrt{u_{res}^2 + u_{hist}^2 + u_{rep.}^2 + u_{desv-cero}^2 + u_{estab}^2 + u_{patrón}^2 + u_{res-patrón}^2 + u_{deriva-patrón}^2 + u_{\Delta h}^2}$$

#### **Expresión general para la incertidumbre expandida.**

Basada en modelo dado en DKD-R-6

En donde:

$U$  = incertidumbre expandida de la calibración

$k$  = factor de cobertura (en nuestro caso  $k = 2$ , lo que corresponde a un nivel de confianza de un 95,45%).

$u_{res}$  = incertidumbre originada por la resolución del equipo en ensayo

$u_{hist}$  = incertidumbre debida a la histéresis del equipo en ensayo

$u_{rep}$  = incertidumbre debida al error de repetibilidad del equipo en ensayo

$u_{desv-cero}$  = incertidumbre originada por la desviación de cero en el instrumento a calibrar.

$u_{estab}$  = incertidumbre originada por estabilidad del instrumento

$u_{patrón}$  = incertidumbre del patrón utilizado por cada participante

$u_{res-patrón}$  = incertidumbre originada por la resolución del patrón utilizado por cada participante, no aplicable para Balanza de Peso muerto.

$u_{deri-patron}$  = incertidumbre debida a la posible deriva patrón utilizado

$u_{\Delta h}$  = incertidumbre debida a la presión por diferencia altura

## ANEXO C

### Modelo de reporte de resultados de calibración propuesto

#### REPORTE DE RESULTADOS

##### LABORATORIO: P2-26-XX

MAGNITUD PRESION

Nombre del cliente: Instituto Nacional de Normalización  
Dirección: Av. Libertador Bernardo O'Higgins 1449 Torre Santiago Downtown N°7, Piso 16, Metro Moneda

Código del Laboratorio:  
Fecha de calibración:  
MCM acreditada o en vías de acreditación:

Instrumento Calibrado:  
Marca:  
Modelo:  
N° de serie:  
Rango de medición:

Patrón utilizado:  
Marca:  
Modelo:  
Rango  
Exactitud  
Incertidumbre  
Certificado de calibración N°:  
Emisor del certificado:  
Trazabilidad a máxima jerarquía:

Temperatura:  
Humedad relativa:  
Norma o procedimiento utilizado:  
Desviaciones a los procedimientos empleados:

## FORMATO RESULTADOS EN EXCEL

**Laboratorio Código : P2-26-XXY 700 kPa presión relativa positiva**

|              |                  |                      |                  |                  |                 |       |                  |     |
|--------------|------------------|----------------------|------------------|------------------|-----------------|-------|------------------|-----|
| AÑO 2026     |                  | Medio de transmisión |                  | aire             |                 |       |                  |     |
| Rango        | Unidad           |                      |                  |                  |                 |       |                  |     |
| 700          | kPa              | Resolución           | 0,01             | 0,01             | kPa             |       |                  |     |
| EA P2-26- XX |                  | Clase equipo viajero |                  | 0,05%            | F.S.            |       |                  |     |
| Patrón       | Ensayo lectura ↑ | Ensayo lectura ↓     | Ensayo lectura ↑ | Ensayo lectura ↓ | Ensayo Promedio | Error | $U_{total\ k=2}$ | MCM |
| kPa          | kPa              | kPa                  | kPa              | kPa              | kPa             | kPa   | kPa              | kPa |
| 0,00         |                  |                      |                  |                  |                 |       |                  |     |
| 70,00        |                  |                      |                  |                  |                 |       |                  |     |
| 140,00       |                  |                      |                  |                  |                 |       |                  |     |
| 210,00       |                  |                      |                  |                  |                 |       |                  |     |
| 280,00       |                  |                      |                  |                  |                 |       |                  |     |
| 350,00       |                  |                      |                  |                  |                 |       |                  |     |
| 420,00       |                  |                      |                  |                  |                 |       |                  |     |
| 490,00       |                  |                      |                  |                  |                 |       |                  |     |
| 560,00       |                  |                      |                  |                  |                 |       |                  |     |
| 630,00       |                  |                      |                  |                  |                 |       |                  |     |
| 700,00       |                  |                      |                  |                  |                 |       |                  |     |

|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|--------------|------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|----------------------|----------------|
| RONDA        | EAP2-26- XX      |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
| RANGO        | 700              | kPa                 |                  |                   |                   |                  |                      |                |
| EA P2-26- XX |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
| $u_1\ k=1$   | $u_2\ k=1$       | $u_3\ k=1$          | $u_4\ k=1$       | $u_5\ k=1$        | $u_6\ k=1$        | $u_7\ k=1$       | $u_8\ k=1$           | $u_9\ k=1$     |
| $u_{Res}$    | $u_{Histéresis}$ | $u_{Repetibilidad}$ | $u_{Desv\ cero}$ | $u_{estabilidad}$ | $u_{Patrón\ k=1}$ | $u_{Res-patrón}$ | $u_{Deriva\ Patrón}$ | $u_{\Delta h}$ |
| kPa          | kPa              | kPa                 | kPa              | kPa               | kPa               | kPa              | kPa                  | kPa            |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |
|              |                  |                     |                  |                   |                   |                  |                      |                |

### Respaldo de los resultados:

Se debe adjuntar memoria de cálculo de la incertidumbre incluyendo cada uno de los componentes considerados en cada punto de medición.

Ejemplo:

$$U_{total} = k \sqrt{u_{res-ensayo}^2 + u_{histo}^2 + u_{rep.}^2 + u_{desv-cero}^2 + u_{estab-ensayo}^2 + u_{patrón}^2 + u_{res-patrón}^2 + u_{deriva-patrón}^2 + u_{\Delta h}^2}$$

[illegible]

## ANEXO D

### FORMULARIO DE RECEPCION DEL MANOMETRO

¿El embalaje presenta daños mayores (rasgaduras, aplastamiento, etc.)?

SI

NO

¿Se aprecian quebraduras u otros tipos de daños en la carátula?

SI

NO

¿El sello presenta indicios de haber sido violado?

SI

NO

Si se presenta alguna de estas anomalías u otra que a su juicio amerite ser mencionada, tenga a bien describirla:

.....

.....

.....

.....  
NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA RESPONSABLE DE LA RECEPCION

Fecha y hora de la recepción:

Fecha y hora de la verificación:

## ANEXO E

### “Evaluación Estadística para Ensayos de Aptitud”

#### Error Normalizado

Una manera para evaluar el desempeño de los laboratorios participantes, es mediante el uso del error normalizado, cuyo criterio se especifica en la NCh-ISO 17043 Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para los ensayos de aptitud.

El error normalizado es calculado de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$E_n = \frac{x - X}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}$$

Dónde:

**$E_n$ :** Error Normalizado

**$x$ :** Resultado del participante.

**$X$ :** Valor asignado.

**$U_{lab}$ :** Incertidumbre expandida del resultado de un participante.

**$U_{ref}$ :** Incertidumbre expandida del valor asignado del laboratorio de referencia.

Dónde:

- **$|E_n| \leq 1.0$**  = desempeño satisfactorio y no genera señal;
- **$|E_n| > 1.0$**  = desempeño insatisfactorio y genera una señal de acción.

MS.

v.f

03.07.2026