



ENSAYO DE APTITUD DE CALIBRACIÓN DE BLOQUES PATRÓN POR COMPARACIÓN MECÁNICA

Pre-Protocolo de Medición

CNM-EA-740-XXXXX/2026
(Clave 740-D017B-14030-EA)

Elaborado conforme a la norma ISO/IEC 17043:2023
Conformity assessment – General requirements for proficiency testing

Carlos Colín Castellanos

Dirección de Metrología Dimensional

CONTENIDO

1. CONTROL DE DOCUMENTOS	3
2. INTRODUCCIÓN	3
3. OBJETIVO	3
4. ALCANCE DEL ENSAYO DE APTITUD	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5. REQUISITOS PARA PARTICIPAR EN EL ENSAYO DE APTITUD	3
5.1 CAPACIDAD TÉCNICA	3
5.2 ACEPTACIÓN DEL PROTOCOLO	4
5.3 CUMPLIMIENTO DE LA PROGRAMACIÓN	4
6. ORGANIZACIÓN	4
6.1 RESPONSABLE	4
6.2 PARTICIPANTES	4
6.3 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	5
6.3.1 Definición de los mensurandos	5
6.3.2 Consignación de la Información	6
6.3.3 Correcciones	6
6.3.4 Incertidumbre de medición a informar	7
6.4 PROGRAMA DE CIRCULACIÓN Y TIEMPOS ASIGNADOS.	8
6.5 EMBALAJE Y TRANSPORTACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS	10
6.5.1 Embalaje	10
6.5.2 Transportación y seguro	11
6.5.3 Recepción, expedición y cuidado de los instrumentos	11
7. PROCESAMIENTO DE LOS RESULTADOS	12
7.1 ENVÍO DE RESULTADOS Y RESGUARDO DE LA INFORMACIÓN.	12
7.2 PRODUCCIÓN DE INFORMES DEL EA.	12
7.3 VALOR DE REFERENCIA.	13
7.4 CRITERIOS DE DESEMPEÑO UTILIZADOS.	13
7.4.1 Error Normalizado de cada punto de calibración i para cada participante j .	13
7.4.2 Error Normalizado Promedio para cada participante j .	13
7.4.3 Error cuadrático medio de cada participante j .	13
7.5 DESEMPEÑO DE LOS PARTICIPANTES.	14
8. ACEPTACIÓN DEL PROTOCOLO	14
8. REFERENCIAS	14
ANEXO A. FORMATO DE RECEPCIÓN Y ENVÍO DE LOS PATRONES.	16
ANEXO B1. CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LOS BLOQUES DE ACERO.	17
ANEXO B2. CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LOS BLOQUES DE CERÁMICA.	18
ANEXO C. REPORTE DE RESULTADOS.	19
ANEXO D. FORMATO DE ESTIMACIÓN DE INCERTIDUMBRE.	20
ANEXO E. FORMATO DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL INSTRUMENTO Y PATRONES UTILIZADOS.	21

1. CONTROL DE DOCUMENTOS

Borrador A.1 del pre-protocolo de medición – Borrador para comentarios de los participantes (14 de agosto de 2026)

2. INTRODUCCIÓN

El Centro Nacional de Metrología (**CENAM**) organiza este Ensayo de Aptitud (**EA**) en la Calibración de Bloques Patrón por la técnica de Comparación, con el objetivo de cumplir con este requisito dentro del marco de su acreditación con la Entidad Mexicana de Acreditación (*ema*), otro organismo acreditador o para los fines que mejor le convengan al participante. La información que se genere sobre este ensayo de aptitud será identificada por la referencia CNM-EA-740-XXXX/2026, misma que se muestra en la carátula y al pie de cada página de este protocolo.

3. OBJETIVO

El presente EA sirve para demostrar que los participantes son capaces de obtener resultados técnicamente válidos, dentro del intervalo de incertidumbre que declaran en su acreditación ante la *ema* o ante otro organismo acreditador para el servicio de calibración de bloques patrón por la técnica de comparación mecánica según lo declaran en el CMC¹ correspondiente; para validar su capacidad técnica en este servicio en el trámite de acreditación; o para fines internos de sus organizaciones. El ejercicio se llevará a cabo conforme la norma ISO/IEC 17043:2023 [1].

4. ALCANCE DEL ENSAYO DE APTITUD

Este ejercicio considera la evaluación de los resultados de calibración de bloques patrón con amplitud nominal desde 0.5 mm y hasta 100 mm; por la técnica de comparación mecánica, contra otro bloque patrón de referencia. Se evaluará el error en el punto central del bloque con respecto a su valor nominal y la variación de longitud medida con 5 puntos como se indica en la norma NMX-CH-3650-IMNC-2004/ISO 3650 [2].

5. REQUISITOS PARA PARTICIPAR EN EL ENSAYO DE APTITUD

5.1 Capacidad técnica

El laboratorio participante debe contar con personal suficiente y con la competencia técnica; un comparador electromecánico de dos palpadores con división mínima de 0.01 μm (o mejor) y los bloques patrón de referencia necesarios; instalaciones fijas con las condiciones ambientales adecuadas; y procedimientos de calibración para realizar los servicios de calibración de bloques patrón con amplitud de medición de hasta 100 mm. La incertidumbre que reportan en su CMC o para este EA debe de ser suficiente para poder determinar el grado de exactitud de los bloques que pretenden calibrar.

¹ Del inglés, *Calibration and Measurement Capability*.

5.2 Aceptación del protocolo

El laboratorio que participa en este ensayo de aptitud acepta las instrucciones generales y se compromete a seguir estrictamente el protocolo descrito en este documento. El representante de cada laboratorio **deberá enviar al CENAM la declaración firmada de aceptación de los términos de referencia contenidos en este protocolo, en formato libre**. De no enviar dicha declaración se considera que el participante acepta todos los términos y condiciones contenidos en este protocolo técnico.

5.3 Cumplimiento de la programación

Las fechas indicadas en el punto 6.4 para cada laboratorio participante deben cumplirse. Si un laboratorio no entrega sus resultados en la fecha establecida, se considerará que **el laboratorio ha abandonado el ensayo de aptitud y sus resultados no serán considerados en el informe final**.

6. ORGANIZACIÓN

6.1 Responsable

La Dirección de Metrología Dimensional (DMD) del CENAM, como laboratorio piloto de este ejercicio, designa a la siguiente persona como responsable del EA:

Carlos Colín Castellanos (442 211-0500 ext. 3287, ccolin@cenam.mx) como responsable de la selección, verificación, calibración, embalaje de los instrumentos, circulación y seguimiento del desarrollo del ejercicio; así como del procesamiento estadístico de la información y de la emisión de los informes. La dirección del CENAM es:

Centro Nacional de Metrología, CENAM

Carretera a Los Cués km 4.5

El Marqués, Querétaro C.P. 76246

6.2 Participantes

La Tabla 1 muestra los participantes inscritos con su respectiva información de contacto

Laboratorio	Contacto	Dirección	Teléfono	Email

Tabla 1. Datos de los participantes

6.3 Descripción del Equipo

El paquete contendrá 10 bloques patrón, 5 de acero y 5 de cerámica. Los bloques son de sección rectangular de acuerdo con la Norma NMX-CH-3650-IMNC-2004/ISO 3650:1998 [2]. Estos bloques son usados, sin embargo, conservan sus características metrológicas adecuadas para el fin propuesto en este ensayo de aptitud. El coeficiente de expansión térmica de los bloques es el reportado por el fabricante. La información técnica se encuentra en las siguientes tablas.

Longitud nominal (mm)	Identificación	Coeficiente de expansión térmica ($10^{-6} K^{-1}$)	Marca
1.33	166557	11.5	
24	CZ	12.0	CARL ZEISS
25	800027	11.5	Mitutoyo
50	D51678	12.2	TESA
100	D38962	12.2	TESA

Tabla 2. Bloques patrón de acero

Longitud nominal (mm)	Identificación	Coeficiente de expansión térmica ($10^{-6} K^{-1}$)	Marca
14	230165	9.3	Mitutoyo
24	240048	9.3	Mitutoyo
25	240324	9.3	Mitutoyo
50	190500	9.3	Mitutoyo
100	230081	9.3	Mitutoyo

Tabla 3. Bloques patrón de cerámica

Material del BP	Módulo de elasticidad $\times 10^{10} N/m^2$	Módulo de poisson adimensional
Acero	21	0.3
Cerámica	20.6	0.3

Tabla 4. Características físicas de los bloques patrón

Descripción del Ensayo de Aptitud

6.3.1 Definición de los mensurandos

La longitud de un BP es la distancia entre las caras de medición determinada al centro de éstas como se muestra en la figura 1 y conforme a la definición de la norma antes citada.

El primer mensurado es el error en el punto central, e ; es la diferencia entre la longitud central medida, l , y la longitud nominal del bloque patrón, l_n , de acuerdo con la ecuación (1).

$$e = l - l_n \quad (1)$$

El segundo mensurando es la variación en longitud, v , definida como la diferencia entre el punto máximo y el punto mínimo de los 5 puntos palpados al centro y en las cuatro esquinas del bloque patrón, ecuación (2). Los puntos de las esquinas están ubicados a 1.5 mm de ambos bordes del bloque a calibrar.

Los bloques deben ser medidos con base en el procedimiento con el que el laboratorio regularmente presta sus servicios de calibración y con las indicaciones que marca este protocolo técnico. Antes de realizar las mediciones, los bloques deben ser inspeccionados para verificar que sus caras de medición no presenten daños severos que invaliden los resultados. Las condiciones de los bloques se deben registrar en el formato del anexo B para cada una de las caras de medición.

$$v = l_{max} - l_{min} \quad (2)$$

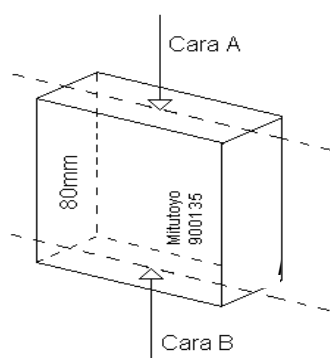


Figura 1. Designación de caras

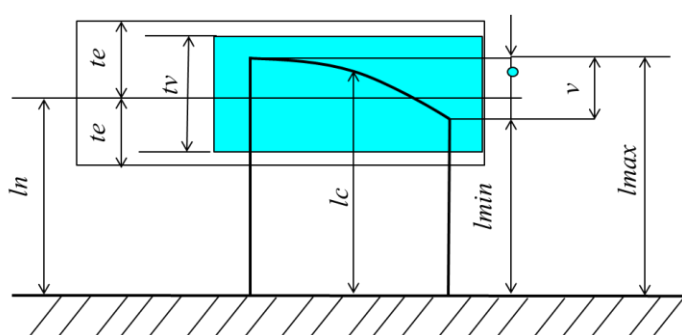


Figura 2. Mensurandos

6.3.2 Consignación de la Información

Los resultados de medición, así como la información solicitada deberán consignarse en los formatos de los anexos **B** a **E** previstos para este fin. Los formatos deberán llenarse en su totalidad.

6.3.3 Correcciones

Los resultados de medición tendrán que ser corregidos a la temperatura de referencia (20°C) usando el coeficiente de expansión térmica indicado en las tablas 2 y 3 de este documento. Otras correcciones adicionales, p.e. la debida a la medición de bloques de diferente material, etc., deberán ser evaluadas

y corregidas de acuerdo con el procedimiento de cada laboratorio, utilizando las características físicas de los bloques indicados en la tabla 4. Los resultados corregidos deben ser reportados en el formato del anexo C.

6.3.4 Incertidumbre de medición a informar

La incertidumbre que se informe en el anexo C deberá ser la incertidumbre expandida ($k = 2$). Esta incertidumbre debe ser en todos los casos igual o menor a la incertidumbre declarada para ese valor nominal en la acreditación de ese servicio o CMC del participante. De otra forma el ejercicio no le servirá para validar sus CMCs. Los límites de acuerdo con el grado de exactitud de los bloques con los que puede participar el laboratorio deben de estar de acuerdo con las tablas 5 y 6 para el error en el punto central y la variación en longitud, respectivamente.

Longitud nominal mm		Grado 0		Grado 1		Grado 2	
Mas de	Hasta Inclusive	Error en longitud central nm	Máxima incertidumbre permisible nm	Error en longitud central nm	Máxima incertidumbre permisible nm	Error en longitud central nm	Máxima incertidumbre permisible nm
0	10	120	40	200	67	450	150
10	25	140	47	300	100	600	200
25	50	200	67	400	133	800	267
50	75	250	83	500	167	1 000	333
75	100	300	100	600	200	1 200	400

Tabla 5. Límite superior de la incertidumbre en la determinación del error en el punto central, con la que puede participar un laboratorio de acuerdo con el grado de exactitud de bloques que pretende calibrar.

Longitud nominal mm		Grado 0		Grado 1		Grado 2	
Mas de	Hasta Inclusive	Error en longitud central nm	Máxima incertidumbre permisible nm	Error en longitud central nm	Máxima incertidumbre permisible nm	Error en longitud central nm	Máxima incertidumbre permisible nm
0	10	100	33	160	53	300	100
10	25	100	33	160	53	300	100
25	50	100	33	180	60	300	100
50	75	120	40	180	60	350	117
75	100	120	40	180	60	350	117

Tabla 6. Límite superior de la incertidumbre en la determinación de la variación en longitud, con la que puede participar un laboratorio de acuerdo con el grado de exactitud de bloques que pretende calibrar.

El modelo matemático sugerido para la determinación de la incertidumbre de medición del error en el punto central de los bloques patrón es el siguiente:

$$l = e + l_s (1 + \alpha_s \theta_s - \alpha \delta \theta - \alpha \theta_s) + \delta m$$

donde:

l : Longitud del bloque medido

e : Error de la longitud central con respecto a la longitud nominal l_n .

l_s : Longitud del bloque patrón utilizado como referencia.

α_s : Coeficiente de dilatación térmica del bloque patrón utilizado como referencia.

θ_s : Desviación de temperatura del bloque patrón utilizado como referencia con respecto a la temperatura estándar (20 °C).

α : Coeficiente de dilatación térmica del bloque patrón bajo prueba.

$\delta \theta$: Diferencia de temperatura entre el bloque patrón utilizado como referencia y bloque patrón bajo prueba.

δm : Corrección por medición de bloques de diferente material

Los participantes deberán consignar lo solicitado en la tabla del apéndice D.

La incertidumbre de medición deberá ser estimada de acuerdo con la norma mexicana NMX-CH-140-IMNC 2002 “Guía para la expresión de la Incertidumbre en las mediciones”, equivalente a “*Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, BIPM, IEC, IFCC, IUPAC, IUPAP, OIML (1995)*” [3].

6.4 Programa de circulación y tiempos asignados.

El esquema de circulación se ha establecido para que los artefactos viajen lo menos posible de tal suerte que se circule a todos los participantes de una región antes de enviarlos a otra. La circulación se hará conforme al programa de la tabla 7.

Laboratorio	Fecha de recepción de los bloques	Fecha en que los bloques deben de estar en el siguiente laboratorio	Fecha límite para envío de resultados Subirlos en la página mediante la liga que les será enviada
CENAM (INICIO)	No aplica	2026-09-07	No aplica

Laboratorio	Fecha de recepción de los bloques	Fecha en que los bloques deben de estar en el siguiente laboratorio	Fecha límite para envío de resultados Subirlos en la página mediante la liga que les será enviada
CENAM (CIERRE)	XXXXXX	No aplica	No aplica

Tabla 7. Fechas asignadas a los participantes.

Se le asignaron dos semanas a cada laboratorio. Cada participante debe recibir los instrumentos a más tardar el día indicado en dicha tabla. Si el laboratorio decide enviar los bloques por mensajería debe asegurarse de que estos lleguen al siguiente participante, a más tardar en la fecha indicada.

Si por cualquier razón, un participante no puede efectuar las mediciones en el periodo que le fue asignado, deberá enviarlos al siguiente participante y deberá contactar al piloto (**CENAM**) para informarle inmediatamente.

Cada laboratorio participante deberá:

- Al recibir los bloques, inspeccionarlos y verificar el estado de las caras de medición de cada bloque patrón
- **Enviar el día de la recepción o a más tardar el día siguiente**, un mensaje confirmando la recepción y las condiciones de los bloques a Carlos Colín Castellanos (ccolin@cenam.mx), enviando los anexos **A y B DEBIDAMENTE LLENADOS**.
- Se recomienda tomar registros fotográficos de las caras de medición para evidenciar si algún participante ocasionó daños que pongan en riesgo los resultados del EA.
- **Los resultados se consignarán mediante la liga que en su momento se les hará llegar para subir los resultados antes o como máximo en la fecha indicada en la cuarta columna de la tabla 7, si los resultados no se reciben en la fecha indicada, se considerará que el laboratorio abandonó el EA.**

Fechas para las diferentes etapas del ensayo de aptitud.

- Fecha de inicio del ensayo de aptitud: 2026-09-07
- Fecha de finalización de circulación: 2027-XX-XX
- Mediciones de cierre en CENAM: XXXXXX
- Fecha de envío del Draft A: XXXXXX
- Recepción de comentarios del Draft A hasta: XXXXXX
- Fecha de envío del Borrador B del informe final: XXXXXX
- Recepción de comentarios Borrador B hasta: XXXXXX
- Fecha de envío del informe final: XXXXXX

6.5 Embalaje y transportación de los instrumentos

6.5.1 Embalaje

Los instrumentos están empacados conforme se muestra en las **Figura** . Deberán desempacarse con cuidado y ser vueltos a embalar de la misma manera antes de expedirlos. Los **bloques de acero** deben de protegerse con aceite antioxidante o petrolato puro antes de enviarlos al siguiente participante.

Los bloques irán acompañados de un registrador (data logger-figura 3b), 3c) y 3d) para monitorear las condiciones (temperatura y humedad) a la que viajan y se mantienen durante su permanencia en el laboratorio. Cuando arriben los bloques favor de conectar el cable del registrador a un puerto USB de la computadora por espacio de 8 horas. Deje el registrador lo más cerca posible del lugar donde se encuentren los bloques **(MUY IMPORTANTE: ¡¡¡INFORMAR CON PRECISIÓN LAS FECHAS EN QUE SE REALIZARON LAS MEDICIONES!!!)** y no haga ninguna manipulación del registrador para evitar que los registros se pierdan. Al final deberá empacarlo junto con los bloques y colocarlo en el lugar asignado dentro de la caja de los artefactos.



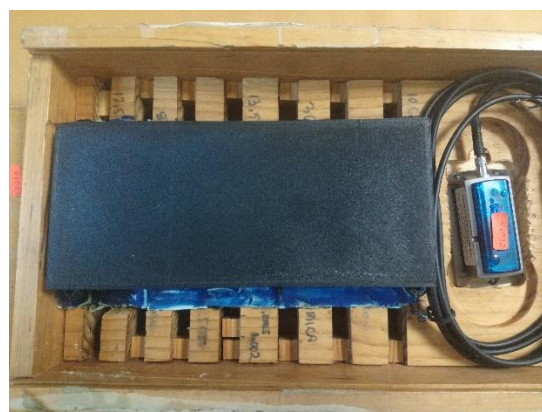
a) Bloques



b) Caja vacía con data logger



c) Caja con bloques y data logger



d) Caja de bloques cerrada



e) Caja cerrada



f) Caja de cartón y caja de bloques

Figura 3. Secuencia de imágenes para empaque de bloques

6.5.2 Transportación y seguro

En cada localidad o región (menos de 250 km), los participantes deberán entregarlos en mano al siguiente participante **en la fecha o antes de la fecha de recepción del siguiente participante conforme a lo indicado en la *tabla 7*.**

El último participante de cada región podrá entregarlo en mano al siguiente participante de la siguiente región o enviarlo por mensajería. En cualquier caso, el siguiente participante deberá tenerlos en la fecha de recepción indicada en la ***tabla 7***.

En caso de enviarlos por mensajería, **los instrumentos deberán de ir asegurados**. El valor comercial para declarar de los instrumentos es el siguiente:

- 10 bloques patrón \$ 40,000 – pesos mexicanos
- Data Logger \$ 10,000 – pesos mexicanos

6.5.3 Recepción, expedición y cuidado de los instrumentos

Una vez recibidos los instrumentos, deberán desempacarse en las áreas destinadas para este fin conforme a los procedimientos de cada laboratorio e inmediatamente inspeccionarse y verificar su estado físico. Deberá informarse al laboratorio piloto mediante los formatos de los **anexos A y B**, previstos para este fin, **se recomienda anexar registros fotográficos de las caras de medición**. Se deberán manipular con cuidado y no se deben golpear o dejar caer bajo riesgo de invalidar el ejercicio. **En caso de que sucediese un accidente con los instrumentos, deberá notificarse inmediatamente al laboratorio piloto, CENAM, para que se evalúe el daño y en todo caso se proceda con el ejercicio, sea suspendido o continúe en forma parcial.**

Los instrumentos deberán ser **transportados siempre perfectamente empacados**. Utilice las cajas en las que los recibió y vuélvalos a empacar como se indica en la sección 6.5.1. Para cerrar la caja de cartón, utilice cinta adhesiva.

7. Procesamiento de los Resultados

7.1 Envío de resultados y resguardo de la información.

Los resultados de cada participante (**anexo C, D y E**), serán enviados en archivos electrónicos escaneados en formato PDF con firma autógrafa del responsable técnico, a más tardar **el viernes de la segunda semana asignada a cada participante**, fecha que se indica para cada uno de ellos en la tabla 7.

Es importante que los participantes cumplan en tiempo y forma con las fechas que les fueron asignadas para realizar las mediciones y para enviar los resultados. **Los resultados que no se reciban en la fecha indicada en la tabla 7 NO SERÁN CONSIDERADOS.**

Asimismo, deberán enviar los formatos D y E que contiene información sobre la estimación de incertidumbre y los patrones e instrumentos utilizados.

Bajo ningún concepto los participantes deben comunicar sus resultados a los otros participantes² o hacerlos públicos. La información de los participantes permanecerá confidencialmente bajo resguardo del CENAM hasta la publicación de los informes correspondientes del ejercicio y se acuerde su publicación en algún foro o revista de divulgación, si es el caso.

7.2 Producción de Informes del EA.

Una vez colectada toda la información de los participantes por parte del CENAM, estos recibirán un archivo en excel o *Draft A* para su visto bueno, conteniendo los resultados que consignó para su posterior procesamiento estadístico. En esta etapa los participantes podrán verificar que sus resultados fueron correctamente considerados en la hoja de cálculo para su análisis. Este *Draft A* será enviado a los participantes en formato electrónico a más tardar el **XXXXXXXXXX** y se dará una semana para recibir comentarios. De no recibir comentario de parte del participante, se asume que está de acuerdo con la información consignada.

Posteriormente, con base a los comentarios y a la información del *Draft A*, se elaborará la primera versión del informe final *Borrador B.1* que contendrá el procesamiento estadístico y que también será enviada para comentarios a más tardar el **XXXXXXXXXX**. Tendrán hasta el **XXXXXXXXXX** para enviar comentarios los cuales serán incorporados al informe si es que proceden. La versión final del informe será enviada después de incorporar los comentarios pertinentes. El Informe final será enviado a más tardar el **XXXXXXXXXX**.

El informe final, que no contiene la identidad de los participantes pues aparecerán en forma numerada anónima, se hará público y el CENAM podrá utilizar dichos resultados para estudios científicos y estadísticos que así convenga y podrá publicar al respecto sin otra restricción salvo la de guardar el anonimato de los participantes.

² El CENAM podrá aplicar pruebas estadísticas para determinar posible correlación de resultados entre participantes.

7.3 Valor de referencia.

El valor de referencia del ejercicio será el valor proporcionado por el CENAM, el cual será obtenido mediante la calibración de los bloques por la técnica de interferometría absoluta.

7.4 Criterios de Desempeño Utilizados.

El desempeño de cada participante j será determinado considerando varios criterios, el Error Normalizado (E_{ij}) en cada uno de los bloques i , el Error Normalizado promedio del conjunto de bloques calibrados (E_{prom}), la Desviación Cuadrática Media del conjunto de valores calibrados (δ_{RMS} , ver [4]). A continuación, se enuncian las definiciones de estos parámetros.

7.4.1 Error Normalizado de cada punto de calibración i para cada participante j .

$$E_{ij} = \frac{|e_{ij} - e_{iref}|}{\sqrt{U_{ij}^2 + U_{iref}^2}}$$

Donde:

E_{ij} es el error normalizado para el participante j del bloque i ,

e_{ij} es el error en el bloque i obtenido por el laboratorio j ,

e_{iref} es el error en el bloque i del valor de referencia,

U_{ij} es la incertidumbre expandida ($k = 2$) reportada por el laboratorio participante j en el bloque i , y

U_{iref} es la incertidumbre expandida ($k = 2$) del valor de referencia en el bloque i .

Si:

- $E_{ij} \leq 1$ la equivalencia metrológica es satisfactoria y
- $E_{ij} > 1$ los resultados son no satisfactorios.

7.4.2 Error Normalizado Promedio para cada participante j .

$$E_{jPROM} = \frac{\sum_{i=1}^n E_{ij}}{n}$$

Donde:

E_{jPROM} es el error normalizado promedio para el participante j ,

E_{ij} es el error normalizado para el participante j en el bloque i y

n es el número de bloques calibrados.

7.4.3 Error cuadrático medio de cada participante j .

Es la desviación cuadrática media (RMS^3) o valor eficaz δ_{RMS} del conjunto de desviaciones con respecto a cada valor de referencia. Nos indica en forma general de qué orden fueron las desviaciones del laboratorio respecto de los valores de referencia y está dado en unidades de longitud. El valor cuadrático medio se calcula como:

³ Del ingles, *Root Mean Square*.

$$\delta_{RMS} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (e_{ij} - e_{iref})^2}{n}}$$

Donde:

e_{ij}	es el error obtenido por el laboratorio j en el bloque i ,
e_{iref}	es el error del valor de referencia del bloque i ,
n	es el número de bloques medidos
δ_{RMS}	es la desviación cuadrática media para el laboratorio j .

Dado que este parámetro no se ha estandarizado, no se incluirá un criterio de evaluación con los valores del mismo, sin embargo, se tomará en cuenta junto con la incertidumbre reportada por el laboratorio y las tolerancias de los bloques del grado que cada participante pueda calibrar, para tomar un criterio del desempeño del laboratorio participante.

7.5 Desempeño de los Participantes.

Los criterios para definir el desempeño son los siguientes:

El análisis se hará por material.

El DESEMPEÑO es **SATISFACTORIO** cuando todos sus $E_{ij} \leq 1$.

El DESEMPEÑO es **SATISFACTORIO** cuando haya **DOS** $E_{ij} > 1$, siempre y cuando se cumpla con:

Para el error en el punto central; el $\delta_{RMS} \leq 50$ nm, $E_{ijPROM} < 0.8$ y $E_{ij} \leq 1.5$

Para la variación en longitud; el $\delta_{RMS} \leq 20$ nm, $E_{ijPROM} < 0.8$ y $E_{ij} \leq 1.5$

En todos los demás casos el DESEMPEÑO será **NO SATISFACTORIO**.

8. ACEPTACIÓN DEL PROTOCOLO

El presente protocolo se circuló por correo electrónico en versión sujeta a revisión por parte de los participantes a las direcciones proporcionadas en la Tabla 1. La fecha de envío fue el 29 de mayo del presente año y se recibirán comentarios del protocolo hasta el 131 de junio de 2020. Si el laboratorio participante no emite ningún comentario en la fecha indicada se asume que acepta y está de acuerdo en seguir todos los lineamientos aquí descritos.

8. REFERENCIAS

- [1] *ISO/IEC 17043:2023 Conformity assessment – General requirements for proficiency testing*, 2010.
- [2] *NMX-CH-3650-INMC-2004 “Especificaciones geométrica de producto (EGP) – Patrones de longitud – Bloques patrón”*, 1998.

- [3] *NMX-CH-140-IMNC 2002 “Guía para la expresión de la Incertidumbre en las mediciones”, equivalente a “Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, BIPM, IEC, IFCC, IUPAC, IUPAP, OIML (1995)”..*
- [4] M. Vilisid Alonso y C. Colín Catellanos, «Análisis de Ensayos de Aptitud en Metrología Dimensional y método de Análisis Propuesto,» de *Memorias de Simposio de Metrología*, Juriquilla, Qro., México, Octubre 10-12 2012.

Anexo A. Formato de recepción y envío de los patrones.

Para: Centro Nacional de Metrología
Carlos Colín Castellanos
Dirección de Metrología Dimensional- Edificio D
Carretera a los Cues km 4.5, El Marqués
CP 76246, Querétaro, México
Fax: +52 (442) 211 0577
e-mail: ccolin@cenam.mx

De : Laboratorio participante

Marcar con una X la opción:

☐ Confirmamos que hemos recibido los patrones para el ensayo de aptitud CNM-EA-740-XXXX/2026 Bloques patrón por comparación mecánica el (indicar fecha de recepción)

☐ Confirmamos que hemos enviado/entregado los patrones a (nombre del laboratorio) el (indicar fecha de envío) utilizando el siguiente medio de transporte (si los bloques fueron enviados por mensajería favor de indicar el nombre de la compañía, número de guía para su correcto seguimiento y demás detalles que usted juzgue pertinentes)

Después de una inspección visual:

☐ No presentan daños severos y su estado general será reportado en el formato del anexo B.

☐ Presenta daños severos que pone en riesgo el resultado de medición. Favor de indicar los daños, especificando con todo detalle los mismos y de ser posible envíe imágenes del daño, si es necesario utilice hojas adicionales para su reporte.

Fecha:

Nombre del técnico:

Firma:

Anexo B1. Condiciones de recepción de los bloques de acero.

Laboratorio: _____

Inspección detallada de las superficies de medición de los bloques patrón:

BLOQUES DE ACERO

A	B	A	B	A	B	A	B
1.33 mm 166557		24 mm CZ		25 mm 800027		50 mm D51678	

A	B
100 mm D38962	

Fecha:

Nombre del técnico:

Firma:

Anexo B2. Condiciones de recepción de los bloques de cerámica.

Laboratorio: _____

Inspección detallada de las superficies de medición de los bloques patrón.

BLOQUES DE CERÁMICA

A	B	A	B	A	B	A	B
14 mm		24 mm		25 mm		50 mm	
230165		240048		240324		190500	

A	B
100 mm	
230081	

Fecha:

Nombre del técnico:

Firma:

Anexo C. Reporte de Resultados.

Material de los bloques: ACERO

Longitud nominal mm	Identificación	Error en el punto central μm	Incertidumbre de medición ($k = 2$) μm	Variación en longitud μm	Incertidumbre de medición ($k = 2$) μm
1.33	166557				
24	CZ				
25	800027				
50	D51678				
100	D38962				
Fecha de inicio de mediciones: _____			Fecha de término de las mediciones: _____		

Material de los bloques: CERÁMICA

Longitud nominal mm	Identificación	Error en el punto central μm	Incertidumbre de medición ($k = 2$) μm	Variación en longitud μm	Incertidumbre de medición ($k = 2$) μm
14	230165				
24	240048				
25	240324				
50	190500				
100	230081				
Fecha de inicio de mediciones: _____			Fecha de término de las mediciones: _____		

Fecha:

Nombre del técnico:

Firma:

Anexo D. Formato de estimación de incertidumbre.

Laboratorio: _____

Fuente de incertidumbre x_i	Incertidumbre estándar $u(x_i)$	Coeficiente de sensibilidad. $ c_i \equiv \partial I / \partial x_i$	Incertidumbre estándar $u_i \equiv c_i u(x_i)$
INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (k = 2)			

Indique la incertidumbre que tiene acreditada en su CMC, cuando aplique.

Indique el grado de los bloques que puede calibrar o pretende acreditar _____

Intervalo de longitudes en mm más de y hasta	Incertidumbre (k = 2) declarada en su CMC ante la entidad de acreditación en μm	
	Acero	Cerámica
0 – 10		
10 – 25		
25 – 50		
50 – 75		
75 - 100		

Fecha:

Nombre del técnico:

Firma:

Anexo E. Formato de características técnicas del instrumento y patrones utilizados.

Laboratorio: _____

Comparador electromecánico:

Marca: _____

Modelo: _____

No. de serie: _____

Fecha de la última calibración: _____

No. de Informe de calibración: _____

Bloques patrón de referencia:

Marca: _____

Modelo: _____

No. de serie: _____

Fecha de la última calibración: _____

Técnica con que fueron calibrados sus bloques de referencia (marcar con X):

Interferometría absoluta _____ Comparación Mecánica _____

No. de informe de calibración: _____

Institución que emite el informe: _____

Comentarios adicionales:

Fecha:

Nombre del técnico:

Firma:
