



# ENSAYO DE APTITUD DE CALIBRACIÓN DE BLOQUES PATRÓN POR COMPARACIÓN MECÁNICA

## Protocolo de Medición

CNM-EA-740-000X/2020  
(Clave 740-D017B-14030-EA)

Elaborado conforme a la norma ISO/IEC 17043:2010  
Conformity assessment – General requirements for proficiency testing

Carlos Colín Castellanos

Dirección de Metrología Dimensional

## CONTENIDO

<b>1. CONTROL DE DOCUMENTOS</b>	<b>3</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>3. OBJETIVO</b>	<b>3</b>
<b>4. ALCANCE DEL ENSAYO DE APTITUD</b>	<b>3</b>
<b>5. REQUISITOS PARA PARTICIPAR EN EL ENSAYO DE APTITUD</b>	<b>3</b>
5.1 CAPACIDAD TÉCNICA	3
5.2 ACEPTACIÓN DEL PROTOCOLO	4
5.3 CUMPLIMIENTO DE LA PROGRAMACIÓN	4
<b>6. ORGANIZACIÓN</b>	<b>4</b>
6.1 RESPONSABLE	4
6.2 PARTICIPANTES	4
6.3 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	5
6.3.1 <i>Definición de los mensurandos</i>	5
6.3.2 <i>Consignación de la Información</i>	7
6.3.3 <i>Correcciones</i>	7
6.3.4 <i>Incertidumbre de medición a informar</i>	7
6.4 PROGRAMA DE CIRCULACIÓN Y TIEMPOS ASIGNADOS.	8
6.5 EMBALAJE Y TRANSPORTACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS	10
6.5.1 <i>Embalaje</i>	10
6.5.2 <i>Transportación y seguro</i>	10
6.5.3 <i>Recepción, expedición y cuidado de los instrumentos</i>	11
<b>7. PROCESAMIENTO DE LOS RESULTADOS</b>	<b>11</b>
7.1 ENVÍO DE RESULTADOS Y RESGUARDO DE LA INFORMACIÓN.	11
7.2 PRODUCCIÓN DE INFORMES DEL EA.	11
7.3 VALOR DE REFERENCIA.	12
7.4 CRITERIOS DE DESEMPEÑO UTILIZADOS.	12
7.4.1 <i>Error Normalizado de cada punto de calibración <math>i</math> para cada participante <math>j</math>.</i>	12
7.4.2 <i>Error Normalizado Promedio para cada participante <math>j</math>.</i>	13
7.4.3 <i>Error cuadrático medio de cada participante <math>j</math>.</i>	13
7.5 DESEMPEÑO DE LOS PARTICIPANTES.	13
<b>8. ACEPTACIÓN DEL PROTOCOLO</b>	<b>14</b>
<b>8. REFERENCIAS</b>	<b>14</b>
<b>ANEXO A. FORMATO DE RECEPCIÓN Y ENVÍO DE LOS PATRONES.</b>	<b>15</b>
<b>ANEXO B. FORMATO DE CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LOS PATRONES.</b>	<b>16</b>
<b>ANEXO B.1. FORMATO DE CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LOS PATRONES.</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<b>ANEXO C. REPORTE DE RESULTADOS.</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<b>ANEXO D. FORMATO DE ESTIMACIÓN DE INCERTIDUMBRE.</b>	<b>18</b>
<b>ANEXO E. FORMATO DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL INSTRUMENTO Y PATRONES UTILIZADOS.</b>	<b>19</b>

## 1. CONTROL DE DOCUMENTOS

Borrador A.1 del protocolo de medición – Borrador para comentarios de los participantes (13 de julio de 2018)

## 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 Mecánica con la finalidad de atender la solicitud de varios laboratorios de calibración que han expresado su interés de participar en este ejercicio, con objeto 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-740-0008/2018, 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 CMC<sup>1</sup> 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 17043:2010 [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 electro-mecánico de dos palpadores con división mínima de 0.01  $\mu\text{m}$  (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.

---

<sup>1</sup> Del inglés, *Calibration and Measurement Capability*.



Empresa	Contacto	Dirección	Teléfono	Email

*Tabla 1. Datos de los participantes*

### 6.3 Descripción del Equipo

El paquete contendrá X bloques patrón, X de acero y X de cerámica. Los bloques son de sección rectangular de acuerdo a la Norma NMX-CH-3650-IMNC-2004/ISO 3650:1998 [2]. Estos bloques son usados, sin embargo, conservan sus características metroológicas 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.

<b>Longitud nominal (mm)</b>	<b>Identificación</b>	<b>Coefficiente de expansión térmica (<math>10^{-6} K^{-1}</math>)</b>	<b>Marca</b>

*Tabla 2. Bloques patrón de acero*

<b>Longitud nominal (mm)</b>	<b>Identificación</b>	<b>Coefficiente de expansión térmica (<math>10^{-6} K^{-1}</math>)</b>	<b>Marca</b>

*Tabla 3. Bloques patrón de cerámica*

<b>Material del BP</b>	<b>Módulo de elasticidad <math>\times 10^{10} N/m^2</math></b>	<b>Módulo de poisson adimensional</b>
Acero		
Cerámica		

*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 mensurando es el error en el punto central,  $e$ , que es la diferencia entre la longitud central medida,  $l$ , y la longitud nominal del bloque patrón,  $l_n$ , de acuerdo a 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.

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

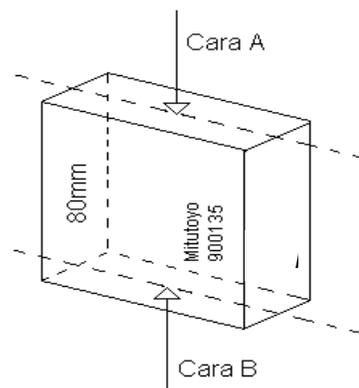


Figura 1. Designación de caras

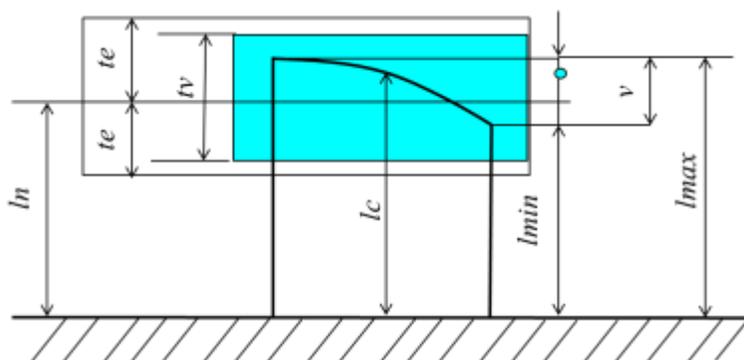


Figura 2. Mensurandos

### 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 al grado de exactitud de los bloques con los que puede participar el laboratorio deben de estar de acuerdo a 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 al 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 al 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:

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

donde:

$l$ : Longitud del bloque medido

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

$ls$ : Longitud del bloque patrón utilizado como referencia.

$\alpha_s$ : Coeficiente de dilatación térmica del bloque patrón utilizado como referencia.

$\theta_s$ : Desviación de temperatura del bloque patrón utilizado como referencia con respecto a la temperatura estándar de 20 °C.

$\alpha$ : 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.

$\delta m$ : 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 a 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 de envío de los bloques al siguiente participante y envío de los resultados al Piloto
CENAM (INICIO)	N.A.	N.A.



- Fecha de finalización de circulación: 2020-11-13
- Mediciones de cierre en CENAM: 2020-11-16 al 2020-11-20
- Fecha de envío del Draft A: 2020-11-27
- Recepción de comentarios del Draft A hasta: 2020-12-04
- Fecha de envío del Borrador B del informe final: 2020-12-11
- Recepción de comentarios Borrador B hasta: 2020-12-16
- Fecha de envío del informe final: 2020-12-18

## 6.5 Embalaje y transportación de los instrumentos

### 6.5.1 Embalaje

Los instrumentos están empacados conforme se muestra en las **Figura 1**. 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 1b) 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.



**Figura 1. a) Bloques de acero b) Bloques y data logger del EA, c) Caja para transportar los artefactos y empaque d) Bloques de cerámica.**

### 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 a declarar de los instrumentos es el siguiente:

- x bloques patrón                      \$ x.- pesos

- Data Logger \$ 10,000.- pesos

### 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 vuévalos a empacar como se indica en la sección 6.5.1. Para cerrar las cajas 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 calibrar 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 participantes<sup>2</sup> 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 al piloto para su posterior procesamiento estadístico. En el mismo mensaje se le indicará qué número de laboratorio participante le corresponde. En esta etapa los participantes podrán verificar que sus resultados fueron correctamente transcritos. Este *Draft A* será enviado a los participantes en formato electrónico a más

---

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

tardar el XX de XXXXX de 2020 y se darán 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 XX de XXXXX de 2020. Tendrán hasta el XX de XXXX de 2020 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 XX de XXXXX de 2020.

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.

Una copia del informe final junto con la relación de identidad de los participantes será entregada a la Entidad Mexicana de Acreditación (*ema*) previa firma de compromiso de confidencialidad de esta con el CENAM.

### 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 ( $\delta_{RMS}$ , 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  $\delta_{RMS}$  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:

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

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  
 $\delta_{RMS}$  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,  $E_{jPROM} < 0.8$  y  $E_{ij} \leq 1.5$

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

<sup>3</sup> Del ingles, *Root Mean Square*.

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 04 de mayo del presente año y se recibirán comentarios del protocolo hasta el 11 de mayo 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 17043:2010 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](mailto: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-740-000X/2020 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 B. Formato de condiciones de recepción de los patrones.**

Laboratorio: \_\_\_\_\_

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

**BLOQUES DE ACERO**

Derecha-A	Izquierda-B								

Derecha-A	Izquierda-B								

**BLOQUES DE CERÁMICA**

Derecha-A	Izquierda-B								

**Fecha:**

**Nombre del técnico:**

**Firma:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Material de los bloques: ACERO**

Longitud nominal mm	Identificación	Error en el punto central $\mu\text{m}$	Incertidumbre de medición ( k = 2 ) $\mu\text{m}$	Variación en longitud $\mu\text{m}$	Incertidumbre de medición ( k = 2 ) $\mu\text{m}$
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 $\mu\text{m}$	Incertidumbre de medición ( k = 2 ) $\mu\text{m}$	Variación en longitud $\mu\text{m}$	Incertidumbre de medición ( k = 2 ) $\mu\text{m}$
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 $u(x_i)$	Coefficiente de sensibilidad. $ c_i  = \partial I / \partial x_i$	Incertidumbre estándar $u_i =  c_i  u(x_i)$
<b>INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (k = 2 )</b>			

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 $\mu\text{m}$	
	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:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_