

ENSAYO DE APTITUD: CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE DUREZA. MÉTODO SHORE (ESCALA A Y D – HA-HD)

Jorge C. Torres-Guzmán, Alfredo Esparza-Ramírez y Fernando Martínez-Mera
Centro Nacional de Metrología

km 4.5 Carretera a Los Cués. Municipio El Marqués Querétaro, México

Teléfono: (+52) 442-211-0500, fax y jtorres@cenam.mx; aesparza@cenam.mx; fermarti@cenam.mx

Resumen: Los ensayos de aptitud se consideran uno de los mejores instrumentos para evaluar el desempeño de los servicios de calibración de los laboratorios acreditados. En este trabajo se muestran algunos de los beneficios y problemas que se tiene una comparación de este tipo cuando no se tiene a nivel internacional una definición; como es el caso de la dureza Shore; y por lo tanto un patrón primario.

1. INTRODUCCIÓN

La entidad mexicana de acreditación, a. c. (*ema*) para atender las necesidades de ensayos de aptitud del Subcomité de Propiedades de los Materiales y Analizadores Específicos, solicitó al Centro Nacional de Metrología (CENAM) que organizara un ensayo de aptitud en la calibración de medidores de dureza por el método Shore en las escalas A y D. En este ensayo de aptitud el CENAM será el laboratorio piloto.

El objetivo de este ensayo de aptitud fue determinar la proximidad de concordancia de los resultados de calibración de un medidor de dureza (método Shore HA y HD) entre los laboratorios acreditados, o en proceso de acreditación, vía una comparación; los valores de referencia serán los propuestos por el laboratorio piloto. El mensurando de la calibración fue el error presentado por cada uno de los dos medidores de dureza, previamente seleccionados, de acuerdo con la norma ISO 868 y ASTM E-2240.

Este ensayo de aptitud sólo consideró la evaluación de los resultados de calibración de los laboratorios participantes, no se evaluó ninguna otra característica técnica o administrativa de los mismos. Se calibraron dos medidores de dureza shore, uno para la escala A (HA) y otro para la escala D (HD) desde el 10 % hasta el 90% en intervalos de 10% como lo indica la norma ASTM D-2240 para cada una de las escalas anteriormente citadas y de acuerdo al procedimiento que cada laboratorio participante utilice en sus servicios.

2. PROTOCOLO DEL ENSAYO DE APTITUD

Se seleccionaron dos medidores del número de dureza Shore, uno para la escala A (HA) y otro para la escala D (HD), los cuales fueron calibrados y los resultados obtenidos de éstos fueron asignados como valor de referencia por el CENAM.

En las siguientes figuras (1 y 2) se muestran los medidores de dureza utilizados para la prueba de aptitud.



Fig. 1 Medidor de dureza Shore escala D (HD)



Fig. 2 Medidor de dureza Shore escala A (HA)

En general la información del protocolo fue la siguiente:

- a) Instrumento utilizado (patrón de referencia): Medidores de dureza Shore escala A y escala D.
- b) Método de calibración: Shore
- c) Intervalo de medición del ensayo: HA y HD
- d) Puntos de medición a calibrar: (10, 20, 30 40, 50, 60, 70, 80 y 90) HA y HD respectivamente.
- e) El ensayo de aptitud se realizó en el mes de noviembre de 2008, se realizó en una sola ronda de mediciones
- f) El patrón de referencia se calibró de acuerdo con la norma ASTM D-2240 y de acuerdo al "protocolo para el ensayo de aptitud para la calibración de medidores de dureza, método Shore escala A y escala D", CENAM-EA-720-DHA/DHD-01/2008".
- g) El mensurando de la calibración del medidor de dureza fue el error del instrumento bajo calibración respecto al valor de referencia (CENAM).

Para la evaluación del resultado del ensayo de aptitud se acordó, dentro del protocolo fuera el error normalizado, sin embargo se identificó que el criterio de compatibilidad metrológica que se estableció es

únicamente aplicable cuando se usa la incertidumbre estándar combinada y no la incertidumbre expandida como se indicó. La entidad mexicana de acreditación, solicitó cambiar el criterio de evaluación del error normalizado del protocolo para estar acorde a lo indicado en la NMX-EC-043-1-IMNC-2005.

Para fines de este ensayo consideraremos el error normalizado como:

$$E_n = \frac{x_{lab} - x_{ref}}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}} \quad (1)$$

Donde

x_{lab} es el valor obtenido por el laboratorio participante, x_{ref} es el valor de referencia obtenido por el laboratorio piloto, U_{lab} es la incertidumbre expandida estimada por el laboratorio y U_{ref} es la incertidumbre expandida obtenida por el laboratorio piloto.

El criterio del desempeño de los participantes se evaluará de la siguiente forma:

| | |
|----------------|-------------------------|
| $ E_n \leq 1$ | Satisfactorio |
| $ E_n > 1$ | No satisfactorio |

3. RESULTADOS

En las siguientes figuras se muestran las gráficas correspondientes al error e incertidumbre (Figura 3 y 4) contra los valores de referencia.

En las figuras 5 y 6 se presentan los valores del error normalizado de los laboratorios. En cada una de las gráficas se presenta los límites tanto para el error como para la repetibilidad establecidas por la norma ASTM D-2240.

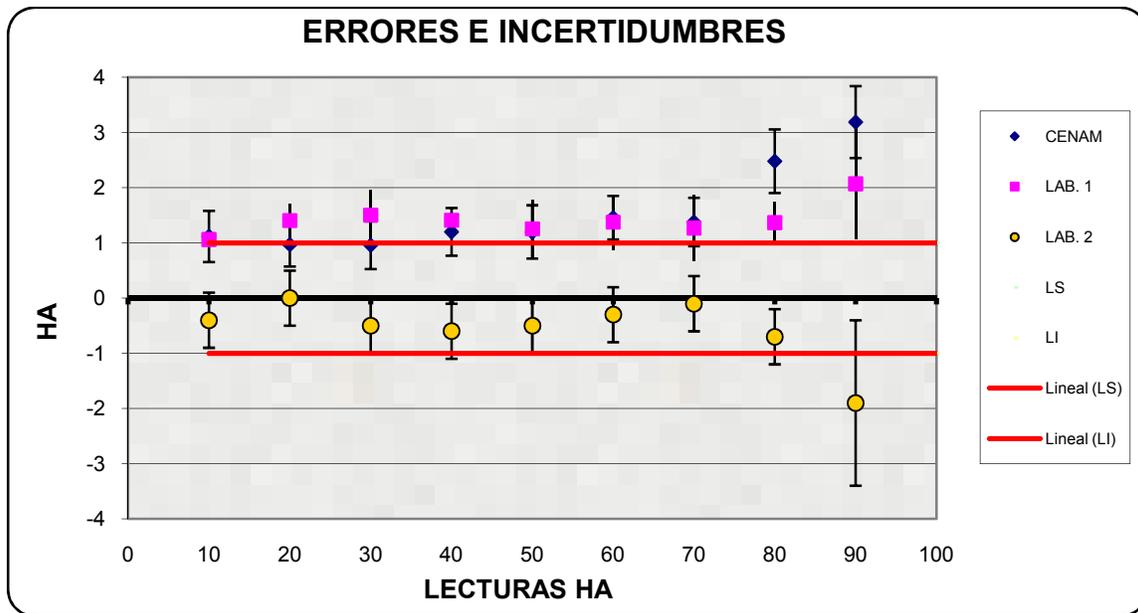


Fig. 3 Gráfica de error e incertidumbre en la calibración de los medidores de dureza HA.

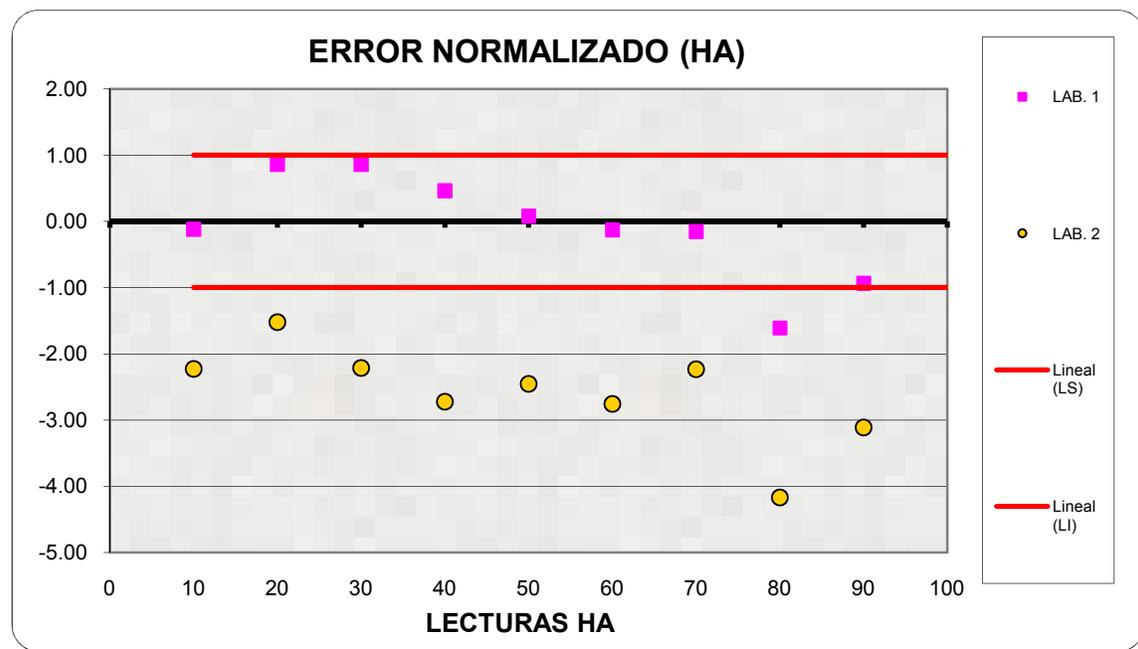


Fig. 4 Gráfica de error normalizado del ensayo de aptitud dureza Shore A (HA).

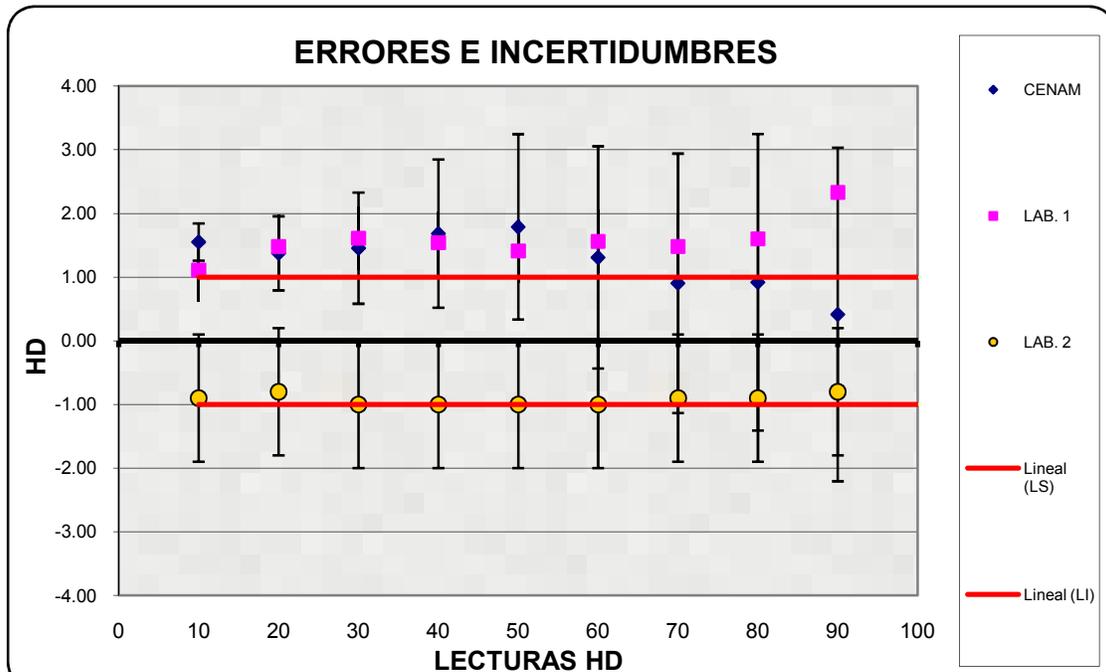


Fig. 5 Gráfica de error e incertidumbre en la calibración de los medidores de dureza HD.

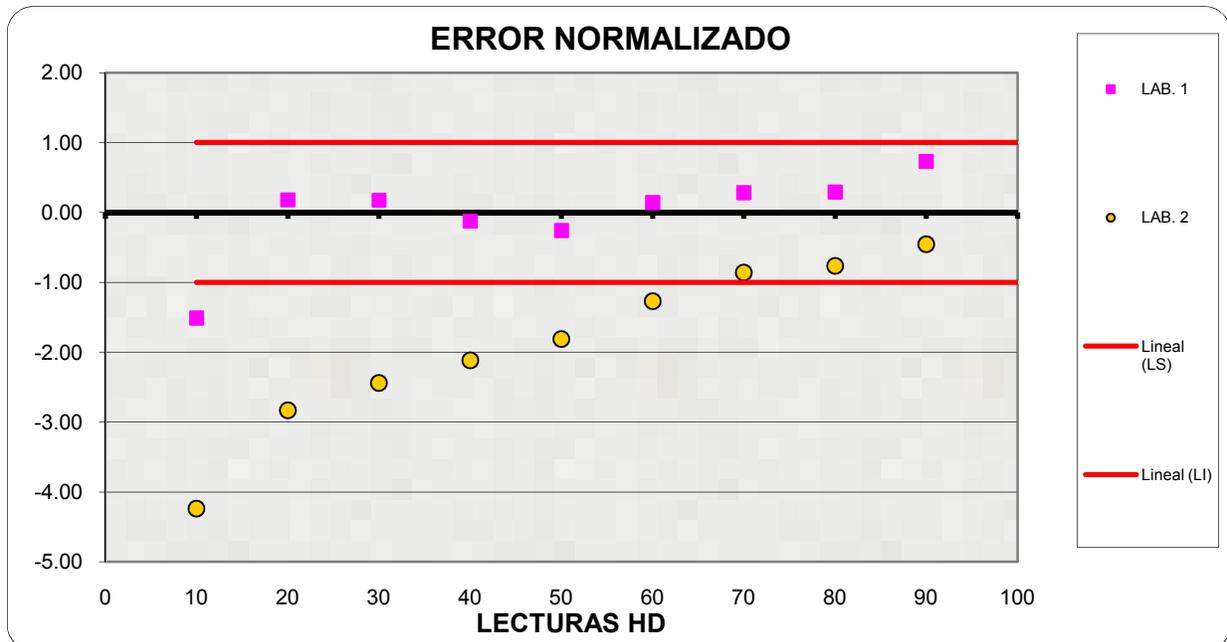


Fig. 6 Gráfica de error normalizado del ensayo de aptitud dureza Shore A (HA).

4. DISCUSIÓN

De acuerdo con las gráficas mostradas anteriormente se puede observar lo siguiente:

Se puede ver, cómo uno de los laboratorios no compensa los errores de su sistema de medición o lo hace de forma inversa.

Los resultados emitidos por los laboratorios no se especifican las fuentes de incertidumbre

Los límites mostrados en las gráficas son los establecidos en la norma ASTM D2240. Para el caso de dureza Shore no existe un material de referencia como en los demás métodos (Rockwell-HR-, Brinell -HB-, o Vickers - HV-); lo que realmente se realiza es la calibración en fuerza de un resorte u otro elemento elástico. A este resorte usualmente se le define una ecuación o su factor de rigidez.

En esta prueba se determinó, no ajustar el instrumento para que el laboratorio fuera capaz de determinar su comportamiento, error e incertidumbre sin aplicar la ecuación de ajuste.

El problema detectado hasta este momento es que no existe un modelo único para la determinación de esta magnitud por lo que la calidad del instrumento (y en particular del resorte) dependerá en gran parte el desempeño del mismo.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El ensayo de aptitud efectuado en general fue satisfactorio.

Con los resultados obtenidos de este ensayo de aptitud, se observó que el error que se comete de forma sistemática es la compensación de los valores de los certificados de calibración de su sistema de medición.

Además de que la estimación de la incertidumbre en ciertos casos no está bien comprendida y subestiman o sobreestiman su valor.

Existen algunas diferencias en cuanto a la geometría del penetrador y en el caso extremo no cuentan con una verificación del mismo, mismo que influye en el resultado final.

Adicionalmente, el control del tiempo es una variable importante y no aseguran su control.

El no contar con una referencia primaria y por ende con una definición completa de la magnitud que se evalúa nos obliga a seguir completamente la norma utilizada y las tolerancias indicadas en las mismas; de lo contrario estaremos dando con certeza un resultado equivocado.

REFERENCIAS

- [1] Norma mexicana NMX-CH-140-IMNC-2002 "Guía para la expresión de la Incertidumbre en las mediciones".
- [2] "Guía para estimar la incertidumbre de medición", Documento de libre acceso a través del portal del CENAM en Internet en la siguiente dirección:
<http://www.cenam.mx/publicaciones/gratuitas/>
- [3] International Standard ISO 13528. First edition 2005. Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons.
- [4] NMX-EC-043-1-IMN-2005 Ensayos de aptitud por comparaciones interlaboratorios, Parte 1: Desarrollo y funcionamiento de programas de ensayos de aptitud.
- [5] ISO 868 Plastic and ebonite – Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore hardness)
- [6] ASTM D2240-05 Standard test method for rubber property- Durometer hardness