

**GUÍA TÉCNICA SOBRE
TRAZABILIDAD E INCERTIDUMBRE EN
LOS SERVICIOS DE CALIBRACIÓN DE
MÁQUINAS DE MEDICIÓN DEL NÚMERO
DE DUREZA POR EL MÉTODO
ROCKWELL, MEDIANTE EL PRINCIPIO
DE PENETRACIÓN, UTILIZANDO LA
CALIBRACIÓN INDIRECTA**

México, Abril 2008

Derechos reservados ©

PRESENTACIÓN

Durante la evaluación de la competencia técnica de los laboratorios de calibración y de ensayo, la demostración de la trazabilidad y la estimación de la incertidumbre de las mediciones, requiere la aplicación de criterios técnicos uniformes y consistentes.

Con el propósito de asegurar la uniformidad y consistencia de los criterios técnicos en la evaluación de la trazabilidad y la incertidumbre de las mediciones, la entidad mexicana de acreditación, a. c. (ema), solicitó al Centro Nacional de Metrología que encabezara un programa de elaboración de Guías Técnicas de Trazabilidad e Incertidumbre de las Mediciones.

Los Comités de Evaluación, a través de los Subcomités de los Laboratorios de Calibración y de Ensayo, se incorporan a este programa y su participación está orientada a transmitir sus conocimientos y experiencias técnicas en la puesta en práctica de las Políticas de Trazabilidad y de Incertidumbre establecidas por ema, mediante el consenso de sus grupos técnicos de apoyo. La incorporación de estos conocimientos y experiencias a las Guías, las constituyen en referencias técnicas para usarse en la evaluación de la competencia técnica de los laboratorios de calibración y ensayo.

En este programa, el CENAM se ocupa, entre otras actividades, de coordinar el programa de las Guías Técnicas; proponer criterios técnicos sobre la materia; validar los documentos producidos; procurar que todas las opiniones pertinentes sean apropiadamente consideradas en los documentos; apoyar la elaboración de las Guías con eventos de capacitación; asegurar la consistencia de las Guías con los documentos de referencia indicados al final de este documento.

La elaboración de las Guías está vinculada con la responsabilidad que comparten mutuamente los laboratorios acreditados de calibración y de ensayo, de ofrecer servicios con validez técnica en el marco de la evaluación de la conformidad. La calidad de estos servicios se apoya en la confiabilidad y uniformidad de las mediciones, cuyo fundamento está establecido en la trazabilidad y en la incertidumbre de las mismas. Los que ejercitan la evaluación de la competencia técnica de los laboratorios, así como los que realizan la práctica rutinaria de los servicios acreditados de calibración y ensayo, encontrarán en las Guías una referencia técnica de apoyo para el aseguramiento de las mediciones.

Las Guías Técnicas de Trazabilidad e Incertidumbre de las Mediciones no reemplazan a los documentos de referencia en que se fundamentan las políticas de trazabilidad e incertidumbre de **ema**. Las Guías aportan criterios técnicos que servirán de apoyo a la aplicación de la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006. La consistencia de las Guías con esta norma y con los demás documentos de referencia, permitirá conseguir el propósito de asegurar la confiabilidad de la evaluación de la conformidad por parte de los laboratorios de calibración y ensayo.

Dr. Héctor O. Nava Jaimes
Director General
Centro Nacional de Metrología

María Isabel López Martínez
Directora Ejecutiva
entidad mexicana de acreditación a.c.

Grupo de Trabajo que participó en la elaboración de esta Guía:

ESPARZA RAMÍREZ, Alfredo, CENAM

**GUIZAR LÓPEZ Hermosa, Alberto Representaciones y
Distribuciones FAL S.A. de C.V.**

**PONCE ARREDONDO, Javier, Control y Medición,
Laboratorios Metrológicos S.A. de C.V.**

ÍNDICE

	página
PRESENTACIÓN	2
GRUPO DE TRABAJO QUE PARTICIPÓ EN LA ELABORACIÓN	4
ÍNDICE	5
1. PROPÓSITO DE LA GUÍA TÉCNICA	6
2. ALCANCE DE LA GUÍA TÉCNICA	6
3. MENSURANDO	6
4. MÉTODO Y SISTEMA DE MEDICIÓN	7
5. CONFIRMACIÓN METROLÓGICA	10
6. TRAZABILIDAD DE LAS MEDICIONES	10
7. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN	13
8. VALIDACIÓN DE MÉTODOS DE MEDICIÓN (MDCT)	17
9. BUENAS PRÁCTICAS DE MEDICIÓN	17
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

1. PROPÓSITO DE LA GUÍA TÉCNICA

Establecer criterios y requisitos para la calibración de máquinas de medición del número de dureza por el método Rockwell, mediante el principio de penetración, utilizando la calibración indirecta, a fin de lograr mediciones con trazabilidad e incertidumbre confiables.

Esta guía es una recomendación del subcomité laboratorios de calibración de fuerza, dureza, impacto y par torsional de la emα y cualquier modificación deberá analizarse por el cuerpo colegiado correspondiente.

Esta guía establece los requisitos técnicos mínimos que debe de cumplir el laboratorio que pretenda realizar el servicio aquí indicado.

El proceso de evaluación del laboratorio no es una asesoría y por lo tanto el evaluado es responsable de demostrar que satisface sistemáticamente los requisitos para ofrecer servicios de calibración técnicamente válidos y trazables.

Esta guía técnica de trazabilidad e incertidumbre pretende facilitar la aplicación de las normas NMX-EC-17025-IMNC-2006, NMX-CH-140-IMNC-2002, sin sustituirlas ni modificarlas.

2. ALCANCE DE LA GUÍA TÉCNICA

Esta guía establece los requisitos mínimos para la calibración de máquinas de medición del número de dureza por el método Rockwell (por penetración), utilizando la calibración indirecta, que aseguren la trazabilidad y uniformidad en la estimación de la incertidumbre de calibración.

3. MENSURANDO

Es el número de dureza (HRX: donde H indica número de dureza; R es el método utilizado –Rockwell- y X es la escala utilizada; por ejemplo: HRC indica número obtenido por el método Rockwell en la escala C). Este número se obtiene de la aplicación de una fuerza determinada sobre un material de referencia certificado, a través de un penetrador de geometría establecida durante un ciclo de prueba determinado.

3.1 Alcance típico de medición

El alcance para cada una de las escalas de dureza Rockwell, se especifica en la tabla 1 (4.3).

3.2 Incertidumbre de medición esperada

La incertidumbre resultante no podrá ser menor que la incertidumbre de los patrones (material de referencia certificado), utilizados en la calibración.

4. MÉTODO Y SISTEMA DE MEDICIÓN

A continuación se especifican los criterios que deben ser considerados para realizar la calibración de máquinas de medición del número de dureza por el método Rockwell.

4.1 Método de medición

Método de calibración indirecto: Consiste en comparar con al menos tres materiales de referencia certificados, en este caso bloques de referencia certificados en su valor de dureza, con trazabilidad a la definición de la magnitud de dureza y con referencia a patrones primarios de dureza.

4.2 Documento de consulta

- ◆ Norma ISO 6508-2: Metallic Materials- Rockwell hardness test: Part 2 Verification and calibration of testing machines (scales: A,B, C, D, E ,F, G, H, K, N, T)

4.3 Procedimiento de calibración

- a) Se requieren de 3 bloques de referencia certificados que cubran el alcance mostrado en la siguiente tabla:

Escala de dureza Rockwell	Alcance de dureza del bloque de referencia	Escala de dureza Rockwell	Alcance de dureza del bloque de referencia.
NÚMEROS DE DUREZA NORMAL		NÚMEROS DE DUREZA SUPERFICIAL	
	20 HRA a 40 HRA		70 HR15N a 77 HR15N
A	45 HRA a 75 HRA	15N	78 HR15N a 88 HR15N
	80 HRA a 88 HRA		89 HR15N a 91 HR15N
	20 HRB a 50 HRB		42 HR30N a 54 HR30N
B	60 HRB a 80 HRB	30N	55 HR30N a 73 HR30N
	85 HRB a 100 HRB		74 HR30N a 80 HR30N
	20 HRC a 30 HRC		20 HR45N a 31 HR45N
C	35 HRC a 55 HRC	45N	32 HR45N a 61 HR45N
	60 HRC a 70 HRC		63 HR45N a 70 HR45N
	40 HRD a 47 HRD		73 HR15T a 80 HR15T
D	55 HRD a 63 HRD	15T	81 HR15T a 87 HR15T
	70 HRD a 77 HRD		88 HR15T a 93 HR15T
	70 HRE a 77 HRE		43 HR30T a 56 HR30T
E	84 HRE a 90 HRE	30T	57 HR30T a 69 HR30T

F	93 HRE a 100HRE	45T	70 HR30T a 82 HR30T
	60 HRF a 75 HRF		12 HR45T a 33 HR45T
	80 HRF a 90 HRF		34 HR45T a 54 HR45T
	94 HRF a 100HRF		55 HR45T a 72 HR45T
G	30 HRG a 50 HRG		
	55 HRG a 75 HRG		
	80 HRG a 94 HRG		
H	80 HRH a 94 HRH		
	96 HRH a 100HRH		
K	40 HRK a 60 HRK		
	65 HRK a 80 HRK		
	85 HRK a 100 HRK		

Tabla 1. Alcances recomendados para las escalas del número de dureza Rockwell

b) Contar con un penetrador de diamante con punta esférica certificado con las siguientes características: Ángulo del cono 120° y radio de la punta esférica de 0,200 mm, de acuerdo a la norma ISO 6508-2 o con un penetrador de bola de acero o acero endurecido de acuerdo a la norma ISO 6508-2 con diámetro de 1,587 5 mm o 3,175 mm.

c) Las condiciones de temperatura deberán ser de 10 °C a 35 °C. La calibración bajo condiciones controladas deberá realizarse en 23 °C ± 5 °C (Para este último caso es la temperatura utilizada para comparaciones).

d) La superficie del bloque deberá ser normal al eje del penetrador

e) La fuerza preliminar (Fo: 98,07 N ó 29,42 N) deberá ser aplicada sin golpes ni vibraciones y mantenida durante 3s.

f) Ajustar el indicador de penetración.

g) Incrementar la fuerza de preliminar (Fo) al valor de la fuerza total (Ft) y deberá estar de acuerdo a la norma ISO 6508-1; en un tiempo no menor a 1s y no mayor a 8s

h) Mantener la fuerza total (Ft) durante 4 s ± 2 s

i) Remover la fuerza adicional y tomar la lectura

j) En cada bloque de referencia se deberán realizar cinco penetraciones las cuales deben ser distribuidas uniformemente sobre la superficie de prueba y cada número de dureza observado dentro de 0,2 de una unidad de la escala. Antes de hacer esas penetraciones, al menos deben de hacerse dos penetraciones preliminares para asegurarse que la máquina está trabajando libremente y que el bloque de referencia, el penetrador y el yunque estén colocados correctamente. Los resultados de esas penetraciones preeliminarias no se toman en cuenta para los cálculos y resultados finales. La prueba debe realizarse de acuerdo a la norma ISO 6508-1 Metallic Materials- Rockwell hardness test: Part 1 Test method (scales: A,B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)

k) Emitir los resultados mediante un informe de calibración el cual deberá de contener lo estipulado en la norma NMX- EC-17025-IMNC-2006 y además la siguiente información:

Datos de los patrones utilizados en la calibración (son indispensables los datos de los bloques y los del penetrador)

Trazabilidad de los bloques certificados y del penetrador

Método utilizado

Escalas calibradas

Datos de Referencia a la norma y/o procedimiento utilizado.

Temperatura de la prueba

Resultados obtenidos (lecturas, error, incertidumbre – con su tabla de presupuesto de incertidumbre en cada punto de calibración, fuentes de incertidumbre, factor de cobertura)

4.4 Equipos e instrumentos, instalaciones

Para la calibración de máquinas de medición del número de dureza será necesario contar con al menos lo siguiente:

a) Material de referencia certificado (trazable a la definición de dureza y con referencia a patrones primarios de dureza)

b) Penetrador calibrado (con el que se realiza la calibración y especificarlo en el informe)

c) Cronómetro

d) Nivel

e) Termómetro

4.5 Competencia técnica del personal

El técnico de calibración debe de cumplir con los siguientes requisitos:

a) Educación formal como mínimo de bachillerato o equivalente.

b) Experiencia mínima de ejecución de calibraciones bajo supervisión y en el manejo del equipo, patrones y elementos auxiliares para la calibración indirecta de las máquinas de medición del número de dureza en el método y escala correspondiente.

c) Conocimientos de la calibración de máquinas de medición del número de dureza, estimación de incertidumbres.

5. CONFIRMACIÓN METROLÓGICA

5.1 Confirmación metrológica

El laboratorio deberá contar con elementos suficientes para demostrar la confirmación metrológica de su sistema de medición en los elementos mencionados en la sección 4.4 de acuerdo al tipo de patrón utilizado y su clase de exactitud. [ISO 10012-2]

Para el caso de contar con material de referencia certificado y/o algún instrumento de nueva adquisición; es decir sin un historial de calibraciones previo; se debe tener el certificado de calibración actual y referirse a lo que especifique el fabricante.

Además se debe de mostrar evidencia de la confirmación metrológica del medidor de temperatura y del cronómetro.

5.2 Calificación de equipos

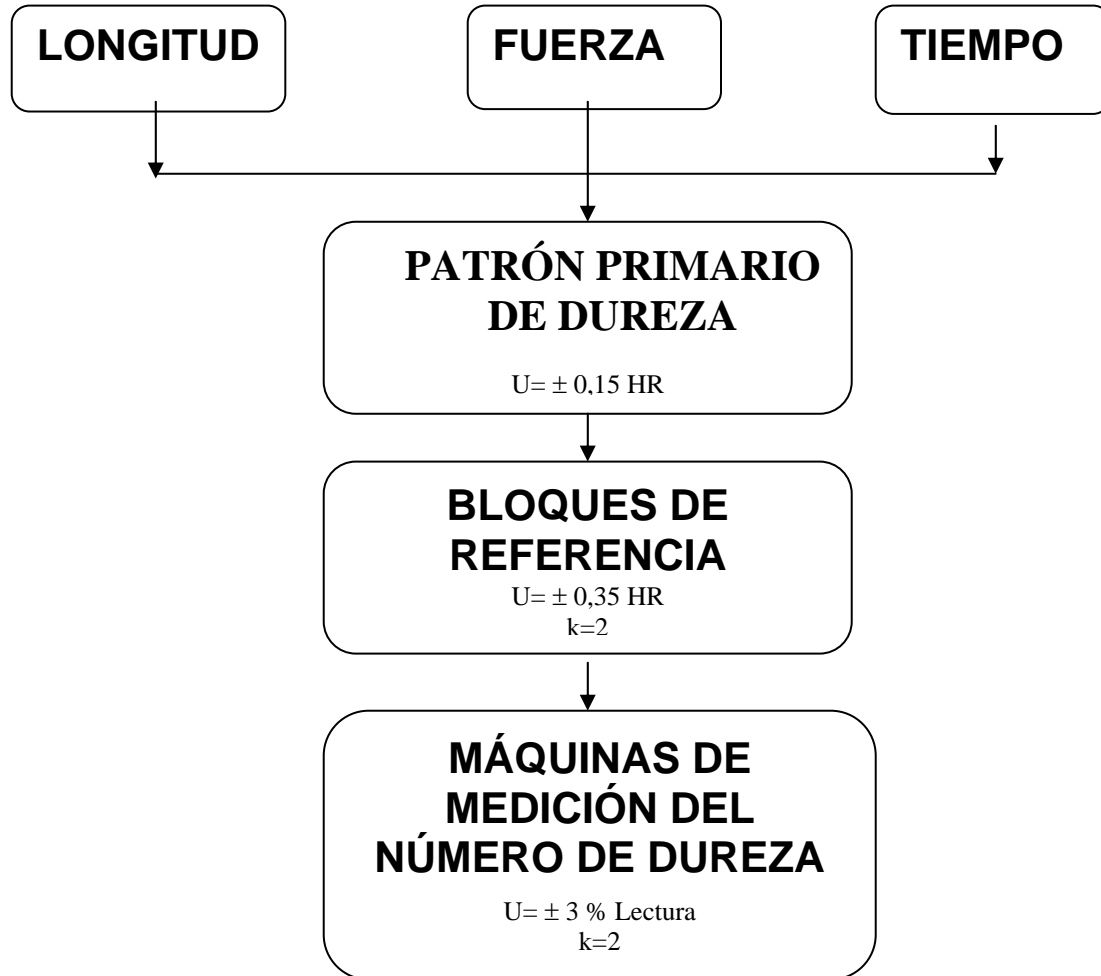
- No aplica -

6. TRAZABILIDAD DE LAS MEDICIONES

La trazabilidad de las mediciones del número de dureza para el método Rockwell debe ser a partir de patrones primarios de dureza (esto debido a la falta de una completa definición de la magnitud, de dureza, en el SI). Ver carta de trazabilidad.

La trazabilidad de las mediciones para la calibración de máquinas de medición del número de dureza por el método Rockwell; debe ser evidenciadas con los respectivos certificados o informes de calibración.

DUREZA ROCKWELL



6.1 Trazabilidad, calibración y patrón

Trazabilidad: Propiedad del resultado de una medición o de un patrón, tal que ésta pueda ser relacionada con referencias determinadas, generalmente patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones teniendo todas incertidumbres determinadas [1].

NOTAS

- i. El resultado de una medición o el valor de un patrón están relacionados con referencias determinadas.
- ii. Este concepto se expresa frecuentemente por el adjetivo trazable.
- iii. La cadena ininterrumpida de comparaciones es llamada cadena de trazabilidad.

Patrón: Medida materializada, aparato de medición o sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad, o uno o varios valores conocidos de una magnitud, para servir de referencia [1].

Calibración: Conjunto de operaciones que establecen bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores indicados por un aparato o sistema de medición o los valores representados por una medida materializada y los valores correspondientes de la magnitud realizada por los patrones [1].

Verificación: Confirmación y provisión de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos especificados [4].

Debe notarse que la calibración NO incluye operaciones de ajuste, y tampoco implica la comparación con requisito alguno, por lo que debe entenderse que la verificación es una actividad no incluida en la calibración, aunque sean necesarios los resultados de una calibración para soportarla.

6.2 Elementos de la trazabilidad

Los criterios relativos a la trazabilidad de las medidas deben atender los elementos siguientes:

- a. el resultado de medición cuya trazabilidad se desea mostrar;
- b. las referencias determinadas, preferentemente patrones nacionales (actualmente no existen un patrón nacional, por lo que la trazabilidad en la magnitud de dureza, en México, se da a patrones extranjeros);
- c. cadena de comparaciones, es decir conjunto de calibraciones o, en su caso, la comparación con el material de referencia certificado, que conecta el resultado de la medición con las referencias determinadas ;
- d. el valor de la incertidumbre de las mediciones, en cada eslabón preferentemente;
- e. la referencia al procedimiento de calibración, en cada eslabón preferentemente;
- f. la referencia al organismo responsable de la calibración en cada eslabón.

Los instrumentos utilizados en la calibración (medidor de temperatura, cronómetro y penetrador) deberán estar calibrados para asegurar la trazabilidad e incertidumbre de la medición para la calibración indirecta de máquinas de medición del número de dureza por el método Rockwell.

Los materiales de referencia certificados (bloques patrón) se calibran cada 5 años como máximo (excepto que el fabricante especifique algún otro lapso de tiempo diferente en su producto)

Los mecanismos para mantener la trazabilidad de las mediciones deberán ser los siguientes:

- Cumplimiento del programa adecuado de calibración (soporte técnico)
- Contar con un programa de verificaciones entre cada calibración.
- Participación en comparaciones nacionales.

De la misma manera, deben incluirse requisitos y recomendaciones sobre los mecanismos para mantener la trazabilidad, como el uso de patrones de control, con los propósitos de:

- a) asegurar el mantenimiento de la trazabilidad de las mediciones mediante la comprobación del estado de calibración de los instrumentos entre las calibraciones programadas;
- b) estimar la contribución a la incertidumbre de la medición atribuible a la deriva de los instrumentos de medición; y,
- c) determinar con mayor certeza los periodos de recalibración.

Es posible lograr trazabilidad a las unidades apropiadas en alcances de medición distintos a los cubiertos por las *referencias determinadas*, siempre y cuando se aplique un procedimiento de medición previamente validado para ello.

La demostración de estos elementos se logra mediante el examen de los certificados de calibración o certificación de materiales de referencia asociados a cada uno de los elementos de la cadena. Deben examinarse con detalle los elementos asociados a los eslabones dentro de la cadena de comparaciones. En particular, dentro del laboratorio de calibración, se examinará el eslabón que da trazabilidad a sus patrones de referencia y el eslabón que da trazabilidad a las medidas que realiza. Conviene revisar estrictamente los eslabones que conectan el patrón de referencia del laboratorio con la *referencia determinada* cuando haya dudas al respecto.

Se recomienda la revisión del Apéndice C del Arreglo de Reconocimiento Mutuo , ARM del CIPM [8] y <http://kcdb.bipm.org/AppendixC/default.asp>, cuando el laboratorio declare la trazabilidad de sus medidas a patrones nacionales de otros países, recurriendo al ARM del CIPM, en cuyo caso debe contar con la autorización expresa de la Dirección General de Normas.

7. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

Los aspectos relacionados con la incertidumbre de las mediciones deben ser acordes con lo dispuesto en la política de la ema al respecto [9].

Incertidumbre de medición: Parámetro asociado al resultado de una medición que caracteriza la dispersión de los valores que podrían razonablemente ser atribuidos al mensurando [1].

7.1 Elementos de la incertidumbre de la medición

Todo resultado de medición debe ser acompañado de una estimación de su incertidumbre. La expresión de la incertidumbre de medición debe indicar claramente el intervalo de valores atribuibles razonablemente al mensurando, además de una declaración del nivel de confianza p asociado a ese intervalo, o una indicación con información equivalente como el llamado factor de cobertura k . Esta nomenclatura es idéntica a la usada en los incisos 6.2 y 6.3 de [10].

Nivel de confianza: Fracción de la distribución de probabilidad caracterizada por el resultado de medición y su incertidumbre. Adaptada del inciso 6.2.2 de [10].

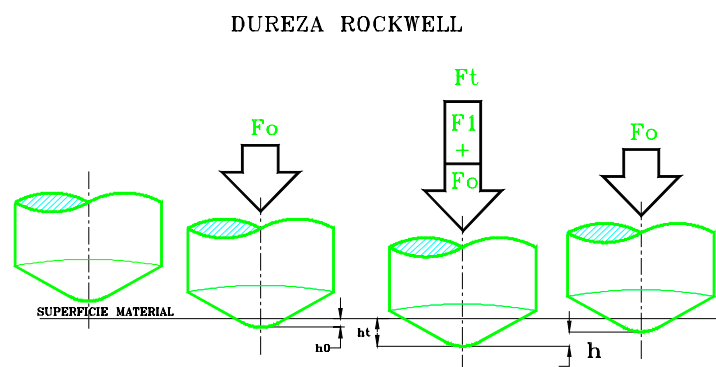
Factor de cobertura: Factor que multiplica a la incertidumbre estándar combinada para calcular la incertidumbre expandida de una medición. Adaptada del inciso 6.2.2 de [10].

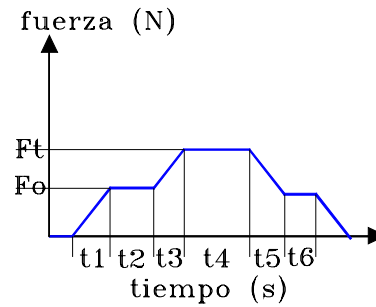
La declaración de la incertidumbre de medición es indispensable en los resultados de calibración o en la aplicación de mediciones en los procesos de disseminación de unidades de medida, dado que éstos denotan los eslabones de la cadena de trazabilidad.

7.2 Estimación de la incertidumbre de medición

Es recomendable seguir la referencia [10] o algunos documentos relacionados como [11]. Como alternativa, la contribución de algunas fuentes de incertidumbre a la incertidumbre de un resultado de medición puede estimarse mediante simulación numérica, para lo cual puede consultarse la referencia [12] por ejemplo.

Las desviaciones de estas referencias requieren la validación del método (véase apartado 8. Validación de métodos).

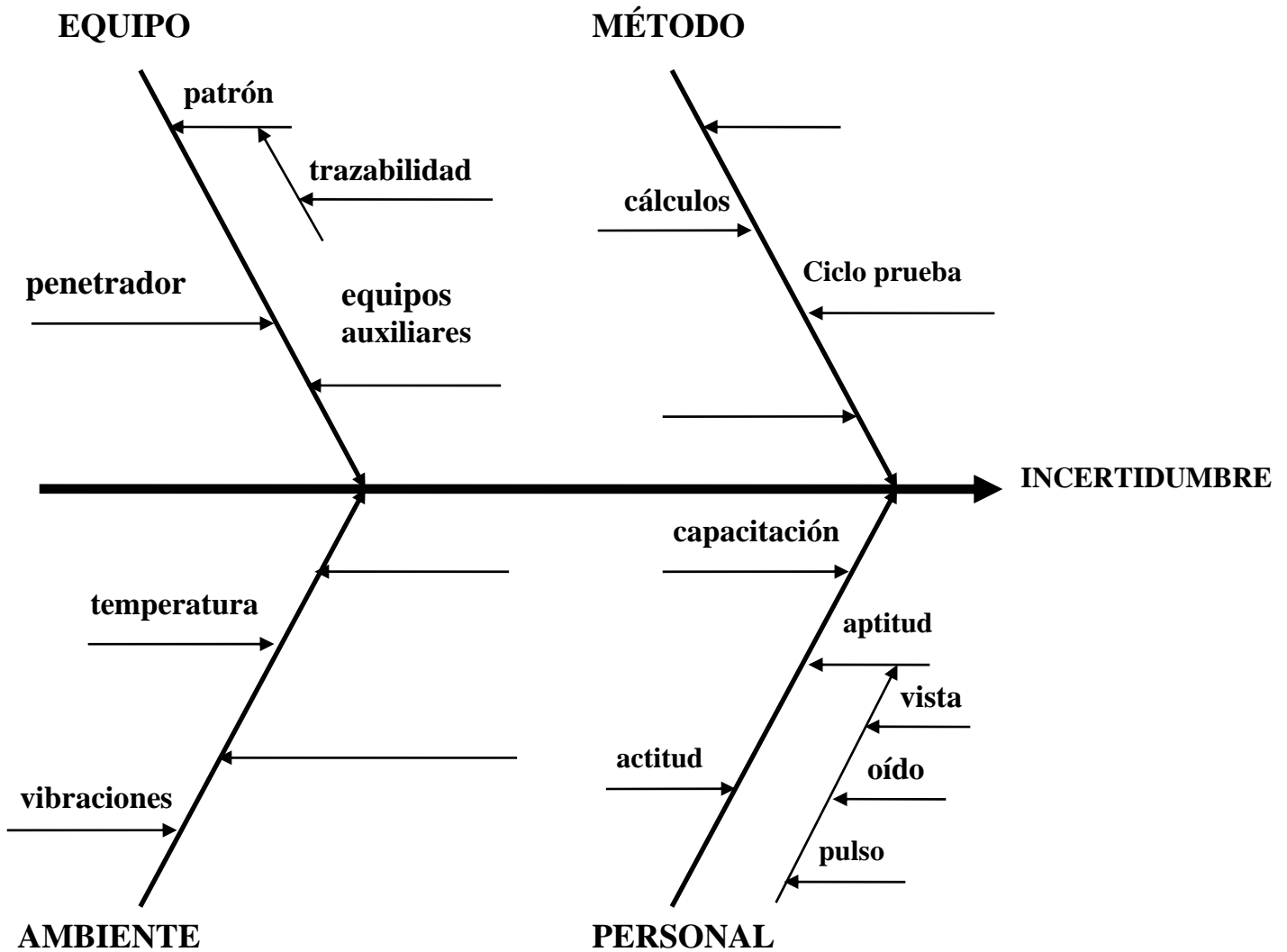




$$H = f [L, \text{Patrón}, \alpha, r, t]$$

Donde:

L: Lecturas observadas
Patrón: Material de referencia certificado
 α : Ángulo del penetrador
r: radio del penetrador
t: temperatura



Fuentes de incertidumbres:

- a) Bloque de referencia
- b) Repetibilidad de las lecturas
- c) Reproducibilidad (cuando aplique)
- d) Resolución
- e) Ángulo del penetrador
- f) Radio del penetrador

Ejemplo:

Estimación de incertidumbre para la calibración de máquinas de medición del número de dureza Rockwell (MÉTODO INDIRECTO)

Magnitud de Influencia			Incertidumbre Expresada	Fuente, Dist.	Incertidumbre Estándar	Grados de libertad	Coefficiente de Sensibilidad		Incertidumbre Asociada
Simbolo x_i	Valor numérico	Unidad (SI)	-	A o B	$u(x_i)$	v	Ecuación dH/dx_i	Valor numérico	$dH/dx_i \cdot u(x_i)$
<i>Bloque de referencia</i>	± 1	HR	$\pm 0,020$	A (Normal) $k=2$ certificado	0,0100	100		0,120	0,001
<i>Resolución</i>	0,5	HR	0,5	B (Rect.) instrumento	0,1443	50		1	0,144
<i>Angulo del cono</i>	$\pm 0,35$	gdo.	$\pm 0,05$	B (Rect.) norma 6508-2	0,0289	100		1,300	0,038
<i>Radio del penetrador</i>	$\pm 0,010$	mm	$\pm 0,010$	B (Rect.) norma 6508-2	0,0058	100		0,150	0,001
<i>Repetibilidad de las mediciones</i>	0,172	HR	0,172	A (Normal.) $k=1$ (mediciones)	0,0771	4		1	0,077
t_o	1	s	1	B (Rect.) norma 6508-2	0,2887	4		0,010	0,003
t	1	s	1	B (Rect.) norma 6508-2	0,2887	4		-0,070	-0,020
HR		HR						Incertidumbre estándar combinada $u_c(H) =$	0,17
						47		Incertidumbre expandida $U = k=2$	0,34

8. VALIDACIÓN DE MÉTODOS DE MEDICIÓN (MDCT)

Deben indicarse los métodos de medición que es necesario validar para asegurar que:

- la trazabilidad de las mediciones se logra y se mantiene; y,
- que el valor de la incertidumbre de la medición es válido.

9. BUENAS PRÁCTICAS DE MEDICIÓN

Deben describirse aquellas prácticas de medición que son necesarias para asegurar el logro y mantenimiento de la trazabilidad, así como para asegurar el valor de la incertidumbre. Las buenas prácticas no están limitadas a las buenas prácticas de medición y pueden incluirse aspectos como limpieza, preparación y otros.

Precauciones

- Las primeras 2 lecturas no se deben de tomar en cuenta cuando:
 - Se inicie una serie de lecturas

- El equipo lleve más de 24 h sin utilizar
- Se cambie de lugar el medidor de dureza
- Se sustituya o se coloque el penetrador
- Se sustituya o se coloque el soporte

b) La distancia entre los centros de dos huellas vecinas deberá ser de al menos 4 veces el diámetro de la misma (no menor a 2 mm)

c) La distancia entre cualquier huella a la arista del la pieza deberá ser de al menos 2,5 veces el diámetro de la misma (no menor a 1 mm)

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] NMX-Z-055:1996 IMNC Metrología – Vocabulario de términos fundamentales y generales; equivalente al documento International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology, BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, 1993.
- [2] NMX-EC-17025-IMNC-2006 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.
- [3] NOM- 008-SCFI Sistema General de Unidades de Medida.
- [4] NMX-CC-9000-IMNC-2000 Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y vocabulario.
- [5] NMX-CC-10012-IMNC-2003 Sistema de gestión de las mediciones – Requisitos para procesos de medición y equipos de medición.
- [6] P. Bedson y M. Sargent, The development and application of guidance on equipment qualification of analytical instruments. UK Laboratory of the Government Chemist, 1996.
- [7] Políticas referentes a la trazabilidad e incertidumbre de mediciones, Serie documentos, **ema**,
<http://www.ema.org.mx/ema/pdf/PROCEDIMIENTOS/TRAZABILIDAD%20E%20INCERTIDUMBRE%20SC-2002-12-12.pdf>., 2002.
- [8] The mutual recognition arrangement, BIPM, (1999). También en <http://www.bipm.fr/en/convention/mra>
- [10] NMX-CH-140-IMNC-2002 Guía para la expresión de la incertidumbre de las mediciones; equivalente al documento Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, 1995.
- [11] W. Schmid y R. Lazos, Guía para estimar la incertidumbre de la medición, www.cenam.org/, 2000.
- [12] Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. Supplement 1. Numerical Methods for the Propagation of Distributions. Preparado por miembros de JCGM/WG1/SC1, Diciembre 2002.
- [13] Métodos analíticos adecuados a su propósito. Guía de laboratorio para validación de métodos y tópicos relacionados. CNM-MRD-PT-030

IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS

INCISO	PÁGINA	CAMBIO(S)
PRESENTACIÓN	3	Se actualizó la fecha de la norma NMX-EC-17025-IMNC-2000 por NMX-EC-17025-IMNC-2006
1	6	Se actualizó la fecha de la norma NMX-EC-17025-IMNC-2000 por NMX-EC-17025-IMNC-2006
4.3 inciso k)	9	Se actualizó la fecha de la norma NMX-EC-17025-IMNC-2000 por NMX-EC-17025-IMNC-2006
10	18	Se actualizó la fecha de la norma NMX-EC-17025-IMNC-2000 por NMX-EC-17025-IMNC-2006
10	18	Se rectificó la codificación de la norma NMX-EC-9000-IMNC-2000 por NMX-CC-9000-IMNC-2000
Observaciones:		