

Guía Técnica de Trazabilidad Metrológica e Incertidumbre de Medida en los Servicios de Calibración de Columnas de Líquido

México, noviembre de 2012

Derechos reservados ©

PRESENTACIÓN

Durante la evaluación de la competencia técnica de los laboratorios de calibración y de ensayo, la demostración de la trazabilidad metrológica y la estimación de la incertidumbre de medida, 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 metrológica y la incertidumbre de medida, la entidad mexicana de acreditación, a. c. (ema), solicitó al Centro Nacional de Metrología (CENAM) que encabezara un programa de elaboración de Guías Técnicas de Trazabilidad metrológica e Incertidumbre de medida.

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 Metrológica y de Incertidumbre de Medida 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 metrológica y en la incertidumbre de medida 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 metrológica e Incertidumbre de Medida no reemplazan a los documentos de referencia en que se fundamentan las políticas de trazabilidad metrológica e incertidumbre de medida 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.

Noviembre de 2012

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 TÉCNICA**

Luis Antonio Santander Romero	CENAM
Jorge C. Torres Guzmán	CENAM
Carlos Rangel Herrera	entidad mexicana de acreditación, a.c.
David F. Correa Jara	entidad mexicana de acreditación, a.c.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN.....	2
GRUPO DE TRABAJO	4
1. PROPÓSITO DE LA GUÍA TÉCNICA.....	6
2. ALCANCE DE LA GUÍA TÉCNICA.....	6
3. MENSURANDO	6
4. MÉTODO Y SISTEMA DE MEDIDA	7
5. CONFIRMACIÓN METROLÓGICA Y CALIFICACIÓN DE EQUIPOS	9
6. TRAZABILIDAD METROLÓGICA DE LAS MEDICIONES	9
7. INCERTIDUMBRE DE MEDIDA	12
8. VALIDACIÓN DE MÉTODOS DE MEDIDA	13
9. BUENAS PRÁCTICAS DE MEDIDA	14
10. REFERENCIAS.....	17

1. PROPÓSITO DE LA GUÍA TÉCNICA

Establecer criterios y requisitos en la calibración de columnas de líquido a fin de lograr calibraciones con trazabilidad metrológica e incertidumbre de medida confiables.

Esta guía es una recomendación del subcomité de presión, temperatura y humedad de la ema, a.c. (sin ser un documento normativo) y cualquier modificación deberá analizarse por el cuerpo colegiado correspondiente.

Esta guía establece los requisitos 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 metrológica e incertidumbre de medida no sustituye sino pretende facilitar la aplicación de las normas NMX-EC-17025-IMNC-2006 [2], NMX-CH-140-IMNC-2002 [6].

2. ALCANCE DE LA GUÍA TÉCNICA

Esta guía establece los requisitos mínimos para la calibración de balanzas de columnas de líquido contra otra columna de líquido, balanza de presión o un manómetro de alta exactitud por el método de comparación directa que garantizan la trazabilidad metrológica y uniformidad en la estimación de la incertidumbre de medida de calibración.

3. MENSURANDO

Es el error de la presión medida en la columna de líquido, obtenido mediante la medida de la diferencia de alturas entre meniscos o la altura de la columna de tipo cisterna, ingresados en tablas o ecuaciones que nos permitan obtener unidades de presión.

4.1. Intervalo Típico de Medida

El límite superior de medida quedará acotado por capacidad de los equipos, sin embargo el límite inferior típicamente se establece al 10 % del alcance de medida. Pudiendo reducirse realizando una degradación de la exactitud del equipo patrón.

El alcance máximo de las columnas de líquido es de 120 kPa.

4.2. Incertidumbre de Medida Esperada

La incertidumbre de medida resultante no podrá ser menor que la incertidumbre de medida de los patrones asociados en la calibración.

Por lo general no se evalúa la conformidad debido a que no existe norma aplicable, por lo que para realizar el servicio se debe mantener una relación de exactitudes entre el patrón y el equipo calibrado de 4:1, para que el impacto del patrón utilizado en la incertidumbre de medida para la calibración del instrumento no sea mayor al 5 % de acuerdo a la ley de propagación de incertidumbre de medida.

4. MÉTODO Y SISTEMA DE MEDIDA

A continuación se especifica los lineamientos mínimos que deben ser considerados para realizar el método de comparación directa en la calibración de columnas de líquido, incluyendo el sistema de medida.

4.1. Método de Medida

Comparación directa: Comparación de las lecturas de la columna bajo calibración contra las lecturas del patrón utilizado conectados a la misma fuente de generación de presión, garantizando la hermeticidad del sistema.

4.2. Documentos de consulta

- CNM-MMF-PT-001, Manómetros de Columna de Líquido, Torres Guzmán J. C., Aranda V. M., CENAM. Diciembre 2002.
- NMX-CH-060-IMNC-2006, Mediciones de Presión - Vocabulario.

4.3. Procedimiento de medida

1. Verificar si el instrumento esta dentro del alcance de acreditación.
2. Revisión de condiciones físicas de la columna de líquido a calibrar (nivel de líquido, impurezas en el liquido, fisuras en el contenedor, hermeticidad de la columna, elementos de longitud visibles y adecuados).
3. Permitir el equilibrio térmico de la columna a las condiciones que se realizará la calibración, teniendo en cuenta un tiempo mínimo de 5 horas.
4. Conectar y verificar la hermeticidad del sistema de calibración incluyendo la columna a calibrar.
5. Verificar la nivelación de la columna de líquido.
6. Determinar los niveles de referencia para los equipos.
7. Prueba de hermeticidad al 100 % del alcance de medida de la columna de líquido.

8. Seleccionar como mínimo 10 puntos de medida, distribuidos uniformemente a lo largo del alcance de medida.
9. Tomar como mínimo 3 repeticiones en cada punto de medida, realizadas en 2 ascensos y 1 descenso.

Nota: Deberá considerar las magnitudes de influencia en cada punto de medida.

4.4. Términos Generales en la Medición de Presión

- Instrumento patrón (columna de líquido, balanza de presión o manómetro de alta exactitud)
- Fuente de generación de presión
- Dispositivo para medir diferencias de alturas
- Nivel
- Barómetro
- Termómetro
- Higrómetro
- Gas seco o inerte
- Base rígida y adecuada para los instrumentos
- Todos los instrumentos necesarios para incluir las correcciones en el patrón utilizado

4.5. Competencia Técnica del Personal

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

Demostrar la competencia en términos de su educación formal como mínimo de bachillerato o equivalente, experiencia mínima de 20 calibraciones bajo supervisión y en el manejo del equipo, patrones y elementos auxiliares para la calibración de columnas de líquido. Así como, conocimientos y habilidades específicas básicas en la magnitud de presión comprobable, en calibración de columnas de líquido, mediante una evaluación teórica y práctica, requeridas para alcanzar la incertidumbre de medida pretendidas. Para demostrar lo anterior se deberá contar con evidencia documentada. Las actividades y responsabilidades que pueden ser encomendadas a este técnico en calibración son como máximo: preparación de la calibración (limpieza, instalación), toma de lecturas de acuerdo a procedimientos establecidos, captura de datos y desmontaje de instrumentos.

4.5.2. El personal signatario debe de cumplir con los siguientes requisitos:

Deberá cumplir con los requisitos del técnico de calibración, adicionalmente deberá contar mínimo con carrera técnica, experiencia mínima de un año.

4.5.3. El responsable técnico debe de cumplir con los siguientes requisitos:

Deberá cumplir con los requisitos del signatario, además de contar con una licenciatura en ingeniería o rama afín, tener la capacidad de supervisar los trabajos realizados del laboratorio, así como desarrollar y revisar los procedimientos y cálculos de las calibraciones.

Nota: Las responsabilidades y actividades mínimas del personal serán de acuerdo a los lineamientos de la ema, a.c.

5. CONFIRMACIÓN METROLÓGICA Y CALIFICACIÓN DE EQUIPOS

5.1. Confirmación metrológica

El laboratorio deberá contar con elementos suficientes para demostrar la confirmación metrológicas de su sistema de medida acorde al tipo de patrón utilizado y su clase de exactitud [13].

Los periodos entre calibraciones no deberán exceder de 1 año.

6. TRAZABILIDAD METROLÓGICA DE LAS MEDICIONES

La trazabilidad metrológica de las mediciones de las columnas de líquido calibradas debe ser a patrones nacionales en presión.

La trazabilidad metrológica de las mediciones para la calibración de columnas de líquido deberá ser evidenciada con los respectivos certificados o informes de calibración.

Los aspectos relacionados con la trazabilidad metrológica son acordes con lo dispuesto en la política vigente de la ema [7].

6.1 Trazabilidad metrológica, calibración y patrón

Trazabilidad metrológica: Propiedad de un resultado de medida por la cual el resultado pueda relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medida. [1]

NOTAS

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

Patrón de medida: Realización de la definición de una magnitud dada con un valor determinado y una incertidumbre de medida asociada, tomada como referencia. [1]

Calibración: Operación que bajo condiciones específicas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres de medida asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación. [1]

Verificación: Aportación de evidencia objetiva de que un elemento satisface los requisitos especificados. [1]

Debe notarse que la calibración NO incluye operaciones de ajuste, y tampoco implica la comprobación del cumplimiento de especificaciones, 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 Utilidad de la trazabilidad metrológica

La trazabilidad metrológica es la propiedad de las mediciones que permite hacer comparaciones entre ellas, por lo que es indispensable para construir la confianza en las mismas. Cabe subrayar que sólo tienen sentido las comparaciones entre medidas asociadas a una misma magnitud.

La trazabilidad metrológica de una medida está relacionada con la diseminación de la unidad correspondiente a esa medida. La expresión del valor de una magnitud incluye la referencia a una unidad de medida, la cual ha sido elegida por acuerdo, y por tanto, las medidas de la misma magnitud deben estar referidas a la misma unidad. Aún cuando la definición de trazabilidad metrológica no impone limitaciones sobre la naturaleza de las referencias determinadas, es conveniente lograr la uniformidad universal de las mismas mediante el uso de las unidades del Sistema Internacional de Unidades, SI, las cuales ya han sido convenidas en el marco de la Convención del Metro. En México, es obligatorio el uso del Sistema General de Unidades de Medida (SGUM) [3], el cual contiene a las unidades del SI.

La definición de cada una de las unidades del SI puede llevarse a la práctica mediante el uso de algún instrumento, artefacto o sistema de medida, lo cual de hecho, es la realización física de la unidad de medida. Un patrón nacional de medida se establece mediante la realización física de una unidad de medida, con la característica de que mantiene, tanto la menor incertidumbre de

medida en una nación, cuanto la comparabilidad con patrones nacionales de otros países. El patrón nacional constituye el primer eslabón de la cadena de trazabilidad metrológica en una nación. Estas realizaciones están usualmente bajo la responsabilidad de los institutos nacionales de metrología, quienes diseminan las unidades de medida al siguiente eslabón en la cadena de trazabilidad metrológica. Las calibraciones de instrumentos o patrones de medida constituyen los eslabones de la cadena de trazabilidad metrológica.

Los materiales de referencia certificados constituyen un patrón de referencia para la medida de propiedades de los materiales. Por ejemplo, la cantidad certificada de un líquido en una muestra de sal, es un material de referencia certificado para la medida de humedad.

Existen algunos mensurandos definidos por un método de medida, y en tales casos la aplicación estricta de los métodos constituye el eslabón de la cadena de trazabilidad metrológica.

Las magnitudes derivadas tienen trazabilidad metrológica originada en más de una referencia determinada, en cuyo caso aparecen varias cadenas de trazabilidad metrológica que parten de las unidades base que componen la unidad derivada, y se encuentran en un punto de concurrencia que eventualmente conecta a las medidas bajo examen. Nuevamente, las cadenas pueden estar constituidas por calibraciones o por la aplicación apropiada de los métodos correspondientes.

6.3 Documentación de la Trazabilidad Metrológica

Los siguientes equipos deberán estar calibrados para asegurar la trazabilidad metrológica e incertidumbre de medida para la calibración de columnas de líquido:

- Instrumento patrón (columna de líquido, balanza de presión o manómetro de alta exactitud)
- Dispositivo para medir diferencias de alturas
- Barómetro
- Termómetro
- Higrómetro
- Todos los instrumentos necesarios para incluir las correcciones en el patrón utilizado

Para asegurar que la trazabilidad metrológica e incertidumbre de medida para la calibración de columnas de líquido los equipos antes mencionado su periodo de calibración no deberá exceder 1 año.

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

- Programa adecuado de calibración, no excediendo un lapso de 1 año
- Contar con cartas de control del equipo necesario para realizar las calibraciones.
- Contar con un programa de verificaciones entre cada calibración.
- Cuando sea posible participación en comparaciones.

7. INCERTIDUMBRE DE MEDIDA

Incertidumbre de medida: Parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza. [1]

Debido a que el mensurando es el error de medida que de la columna de líquido, el modelo de medida se puede expresar de la siguiente manera:

$$E = P_{col} - P_{sist.cal.}$$

El modelo de medida utilizado para determinar el error real de la columna es:

$$P_{col} = P_n \frac{g_l \rho_{f(t,P)}}{g_n \rho_{f_n}} (1 + \alpha \Delta t)$$

Aplicando la ley de propagación de incertidumbre al modelo de medida del mensurando nos queda:

$$u_c = \sqrt{u_{P_{col}}^2 + u_{P_{sist.cal.}}^2}$$

Donde la incertidumbre de medida del sistema de calibración tendrá que ser determinada según sea el instrumento que se utilizó como patrón y la incertidumbre de medida de la presión en la columna deberá contemplar todas las posibles fuentes de incertidumbre de medida (resolución, repetibilidad, modelo de medida, etc.)

Los coeficientes de sensibilidad para el modelo de medida de la columna bajo calibración son:

$$\frac{\partial P}{\partial P_n} = \frac{P}{P_n}$$
$$\frac{\partial P}{\partial g_l} = \frac{P}{g_l}$$

$$\frac{\partial P}{\partial \rho_f} = \frac{P}{\rho_f}$$
$$\frac{\partial P}{\partial \rho_{f_n}} = -\frac{P}{\rho_{f_n}}$$
$$\frac{\partial P}{\partial \alpha} = \frac{P \Delta t}{1 + \alpha \Delta t}$$
$$\frac{\partial P}{\partial \Delta t} = \frac{P \alpha}{1 + \alpha \Delta t}$$

8. VALIDACIÓN DE MÉTODOS DE MEDIDA

Validación: Verificación de que los requisitos especificaciones son adecuados para un uso previsto. [1]

Para asegurar que la trazabilidad metrológica se mantiene y que el valor de la incertidumbre de medida es válido, el laboratorio evaluado puede demostrarlo mediante lo siguiente:

a) Comparación de resultados alcanzados con otros métodos.

El nuevo método se puede validar si al comparar los resultados obtenidos entre éste y otro diferente validado son iguales o mejores.

b) Comparaciones entre laboratorios.

Cuando se comparan los resultados obtenidos por uno o más laboratorios externos (preferentemente acreditados y/o que pertenezcan al SNC) utilizando un método. Se analizan por medio de normas y/o documentos técnicamente válidos, p. e. ISO-5725 o documento Noramet 8.

c) Evaluación sistemática de los factores que tienen influencia en los resultados.

Consta de cuantificar la variabilidad de cada factor que afecta los resultados de la medida, dicha cuantificación se realiza de manera individual, suele aplicarse cuando no se cuenta con un modelo matemático que incluya todas las variables de influencia. A esto se le llama también caracterización.

Esto también puede hacerse para mejora de incertidumbre de medida sobre un modelo matemático ya conocido.

- d) Evaluación de la incertidumbre de medida de los resultados con base en el conocimiento científico de los principios teóricos del método y de la experiencia práctica.

Esta evaluación aplica principalmente cuando el laboratorio desea mejorar su incertidumbre de medida o no tiene bien caracterizadas las variables de influencia que afectan las mediciones durante la calibración de columnas de líquido.

Nota: Cuando se hacen algunos cambios en los métodos no normalizados validados, la influencia de tales cambios debe ser documentada.

- e) Evaluación de la incertidumbre de medida del laboratorio.

Ésta puede ser determinada mediante ensayos de aptitud, pruebas R y r, análisis de varianzas o cualquier otro método que asegure la confiabilidad en las mediciones derivadas de factores humanos.

La validación del método debe incluir las especificaciones de los requisitos, determinación de las características del método, una verificación de que se pueden cumplir los requisitos usando dicho método y una declaración en la validez.

Se pueden aplicar uno o varios de los incisos anteriores, tomando en cuenta que el fin es demostrar que el método se encuentra validado y que se identificaron y validaron los aspectos que puedan influir sobre la trazabilidad metrológica y la incertidumbre de medida.

9. BUENAS PRÁCTICAS DE MEDIDA

Para las buenas prácticas de calibración de manómetros, transductores y/o transmisores de presión es requisito indispensable cumplir con lo siguiente:

El patrón de trabajo debe:

- Tener el alcance de medición, exactitud e incertidumbre de medida suficiente para calibrar el instrumento bajo prueba de acuerdo al punto 3.2 de esta guía.
- Estar vigente en su calibración y dentro del control “estadístico” (cartas de control), que mantenga el laboratorio para el patrón.
- Utilizar el mismo fluido manométrico que no dañe a la columna.
- Estar en óptimas condiciones de funcionamiento, cumpliendo con sus programas de mantenimiento preventivo como: fluido utilizado limpio y dentro de especificaciones, elemento sensor (pistón-cilindro, Bourdon, diafragma etc.) limpio evitando su contaminación, cables, conectores y empaques limpios y en buen estado de funcionamiento.

- Aplicar las correcciones necesarias de acuerdo al patrón utilizado, utilizando el modelo matemático necesario de acuerdo al nivel de incertidumbre de medida requerido y/o solicitado.
- Asegurar la trazabilidad metrológica al patrón nacional de presión, cumpliendo con el punto 6.1 de esta guía.

Las Instalaciones deben:

- Registrar continuamente las condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa y presión barométrica) del laboratorio.
- Mantener una temperatura ambiente estable de acuerdo al nivel de incertidumbre de medida requerido y/o solicitado en la medición.
- Mantener una humedad adecuada (que no exceda el 80%) de acuerdo al nivel de incertidumbre de medida requerido y/o solicitado en la medida.
- Mantener las instalaciones limpias y ordenadas.
- Evitar el introducir alimentos y/o bebidas al área de calibración.
- Evitar el acceso a personas no autorizadas.
- Supervisar el mantenimiento del área de calibración evitando cualquier daño a los patrones de trabajo y/o referencia.
- Cumplir con los requisitos establecidos en el punto 4.4 de esta guía.

El equipo auxiliar (termómetro, barómetro, higrómetro, medidor de alturas, etc.) debe:

- Estar vigente en su calibración dentro del control “estadístico” (cartas de control), que mantiene el laboratorio para el equipo auxiliar, cuando sea necesario.
- Tener el alcance de medida, exactitud e incertidumbre de medida suficiente para calibrar el instrumento bajo prueba de acuerdo al punto 3.2 de esta guía, y considerando el nivel de incertidumbre de medida requerido y/o solicitado.
- Estar en óptimas condiciones de funcionamiento, cumpliendo con sus programas de mantenimiento preventivo cables, conectores y empaques limpios y en buen estado de funcionamiento).
- Cumplir con los requisitos establecidos en el punto 4.4 de esta guía.

Método y/o procedimiento de medición debe:

- Asegurar su trazabilidad metrológica al patrón nacional de presión aplicando el punto 6 de esta guía.
- Cumplir con los requisitos mínimos de esta guía mencionados en el punto 4.

- Estar documentado con suficiente detalle de acuerdo a los patrones, condiciones ambientales con que cuenta el laboratorio y al nivel de incertidumbre de medida solicitado.
- Ser revisado periódicamente.

Instrumento bajo calibración debe:

- Estar en condiciones de funcionamiento, limpio y no contaminado.
- Leer el manual del fabricante antes de su calibración, para revisar su funcionamiento, especificaciones y el fluido manométrico que puede utilizar para no dañarlo.
- Cumplir con la relación de exactitudes para su calibración, propuesta en esta guía en el punto 3.2 o en caso contrario documentarlo.
- Evitar el no aplicar sobre presiones de acuerdo a su alcance de medida.
- Cumplir con los pasos establecidos en el punto 4 de esta guía.

El personal debe:

- Tener los conocimientos necesarios para cumplir con su actividad desempeñada dentro del laboratorio (técnico, signatario, responsable técnico, etc.).
- Cumplir con los requisitos propuestos en el punto 6.5 de esta guía.
- Estar en un esquema de evaluación periódica que asegure la repetibilidad y reproducibilidad de las mediciones.
- Estar dentro de un programa de capacitación.

Los informes o dictámenes de calibración deben:

- Contener la información necesaria para reproducir las mediciones.
- Ser claros y sin ambigüedad para el cliente.
- Contener gráficos cuando sea necesario.
- Asegurar la trazabilidad metrológica de las mediciones y/o resultados del informe, al patrón nacional de presión cumpliendo con lo estipulado en el punto 6 de esta guía.
- Estimar la incertidumbre de medida cumpliendo con lo estipulado en el punto 7 de esta guía.

10. REFERENCIAS

- [1] NMX-Z-055-IMNC-2009, Vocabulario Internacional de Metrología - Conceptos fundamentales y generales, términos asociados (VIM); equivalente al documento ISO/IEC GUIDE 99:2007 y a la tercera edición del VIM.
- [2] NMX-EC-17025-IMNC-2006, Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.
- [3] NOM- 008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida.
- [4] NMX-CC-9000-IMNC-2008, Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario.
- [5] NMX-CC-10012-IMNC-2004, Sistema de gestión de las mediciones - Requisitos para procesos de medición y equipos de medición.
- [6] 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.
- [7] MP-CA006, Trazabilidad de las Mediciones - Política de ema vigente.
- [8] MP-CA005, Incertidumbre de Mediciones - Política de ema vigente.
- [9] 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.
- [10] NMX-CH-060-IMNC-2006, Mediciones de Presión - Vocabulario.
- [11] CNM-MMF-PT-001, Manómetros de Columna de Líquido, Torres Guzmán J. C., Aranda V. M., Centro Nacional de Metrología. Diciembre 2002.
- [12] Mutual Recognition Arrangement (CIPM MRA) for national measurement standards and for calibration and measurement certificates issued by NMIs, BIPM, (1999). <http://www.bipm.fr/en/convention/mra>
- [13] ISO 10012:2003, Measurement management systems - Requirements for measurement processes and measuring equipment.

IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS

INCISO	PÁGINA	CAMBIO(S)
6.3	11	Se modificó el término “carta de trazabilidad” por “documentación de la trazabilidad”
6, 7, 8	9, 12, 13	Se actualizaron las definiciones
10	17	Se actualizaron las referencias
Observaciones:		