



## CALIBRACIÓN Y TRAZABILIDAD

En un tema anterior se introdujeron tres ramas de la Metrología: Metrología Científica, Calibración y trazabilidad, y Metrología Legal. Se señaló también que el sistema metrológico de un país se extiende a todos los demás sistemas. Sirve para proveer una base cuantitativa para tomar decisiones en todos los aspectos de la vida cotidiana. Se mide para incrementar los conocimientos y el nivel de entendimiento acerca del mundo y luego, se pueden usar esos conocimientos para mejorar la calidad de vida. También se señaló que la infraestructura metrológica básica se compone de:

1. Un órgano de dirección, disposiciones y documentos técnicos.
2. Instituto(s) Nacional(es) de Metrología, patrones nacionales, reconocimiento internacional.
3. Red de laboratorios territoriales acreditados.
4. Recursos humanos competentes.

Hasta hace unos años, se asumía la Metrología industrial como una de las ramas de la Metrología, que se ocupaba de los métodos, instrumentos, mediciones y la expresión de sus resultados en la industria, que se aplicaba a procesos productivos y de servicios, y estaba encargada, fundamentalmente, de:

1. El desarrollo y ejecución de las mediciones en la esfera industrial.
2. El funcionamiento de laboratorios de calibración.

3. La organización de cadenas de calibración que garanticen la trazabilidad de las mediciones.
4. Todos los procesos de mediciones que se realizan en el país.
5. La cadena de trazabilidad a los patrones nacionales.

## Términos calibración y trazabilidad

Desde entonces y en la actualidad, los conceptos de *calibración* y *trazabilidad* han desempeñado un papel muy importante, porque son más abarcadores y están relacionados con todas las acciones que permiten la diseminación de las unidades de medida, además de que aportan confianza de que las mediciones que se realizan son confiables, comparables y seguras. De manera que, finalmente, estos le dieron nombre a esta rama de la Metrología.

En el primer tema se introdujeron las definiciones de calibración, verificación y trazabilidad. No es objetivo repetir estas definiciones, pero sí es conveniente dejar claros algunos conceptos fundamentales que están en la base de estas.

1. La calibración se puede expresar por medio de una sentencia, una función de calibración, un diagrama, una curva o una tabla de calibración. En muchos casos, consiste en una corrección aditiva o un factor de corrección que se aplica a la indicación de un instrumento de medición, con una incertidumbre de medición asociada.
2. La calibración no debe ser confundida con el ajuste de un sistema de medición, que comúnmente se llama “autocalibración”, ni tampoco con la verificación de la calibración, que está relacionada con la comprobación del estado de calibración de un equipo de medición.
3. Siempre se produce un incremento de la incertidumbre de medición dentro de la jerarquía de calibración, por cuanto el resultado de cada calibración depende del resultado de la calibración precedente. De ahí se desprende que la trazabilidad metrológica requiere el establecimiento de un esquema de jerarquía.

4. En cuanto a la verificación que, como ya se ha visto, está relacionada con la obtención de evidencias objetivas acerca del cumplimiento de requisitos especificados, es necesario aclarar que no se debe confundir con la calibración, ni con la validación.

La figura 25 muestra, de manera sintética, las similitudes y diferencias entre la calibración y la verificación.

También es importante dejar bien clara la diferencia entre la precisión y la exactitud, dos términos utilizados como sinónimos, en muchas ocasiones, lo que constituye un error. A los efectos de la Metrología se recomienda el uso del término exactitud, que incluye la precisión y la veracidad.<sup>3</sup>

La exactitud y la precisión son dos condiciones que se complementan para realizar mediciones significativas. Una medición es *exacta* cuando el valor logrado está cerca del valor real o el convencionalmente verdadero, que pudiera ser, por ejemplo, el que provee un patrón de medición cuando la diferencia entre el valor real y el valor medido es lo más pequeña posible. Por otra parte, una medición es *precisa* cuando se obtiene casi el mismo resultado de medición en cualquier lugar o cuando la diferencia entre los resultados de mediciones repetidas es lo suficientemente pequeña.

La figura 26 representa, de forma esquemática, los conceptos precisión y exactitud. Los centros de los círculos indican el valor convencionalmente verdadero de la magnitud que se mide y, las cruces, los resultados de cinco mediciones para la determinación de este valor.

## Sistema de Medición Global

En un tema anterior también fueron introducidos los elementos que forman el Sistema de Medición Global. Uno de estos es, precisa-

<sup>3</sup> Según el *Vocabulario Internacional de Metrología* (VIM), Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM) 200 (2008) en su primera versión en español, el término exactitud incluye los términos *precisión* y *veracidad*. Este último está definido como “la proximidad entre la media de un número infinito de valores medidos repetidos y un valor de referencia”.

	CALIBRACIÓN	VERIFICACIÓN
¿QUIÉN LA HACE?	Personal competente, con habilidades y destreza	Personal competente y autorizado
¿CUÁNDO SE HACE?	Siempre que el cliente la solicite	Según regulaciones
¿DÓNDE SE HACE?	Laboratorio de calibración, acreditado o no	Servicio Nacional de Metrología
¿QUIÉN DEFINE EL PERÍODO?	El usuario del instrumento	Servicio Nacional de Metrología
INCERTIDUMBRE	SÍ	A solicitud del cliente
DECLARACIÓN DE APTITUD	NO	SÍ
¿A QUÉ INSTRUMENTO?	A todos	Según regulaciones
RESULTADO FINAL	Certificado con valores e incertidumbre	Certificado de apto o no apto
¿EN EL CERTIFICADO SE PONE LA VIGENCIA DEL SERVICIO?	NO	SÍ
SELLADURA	SÍ	SÍ

Fig. 25 Similitudes y diferencias entre calibración y verificación.

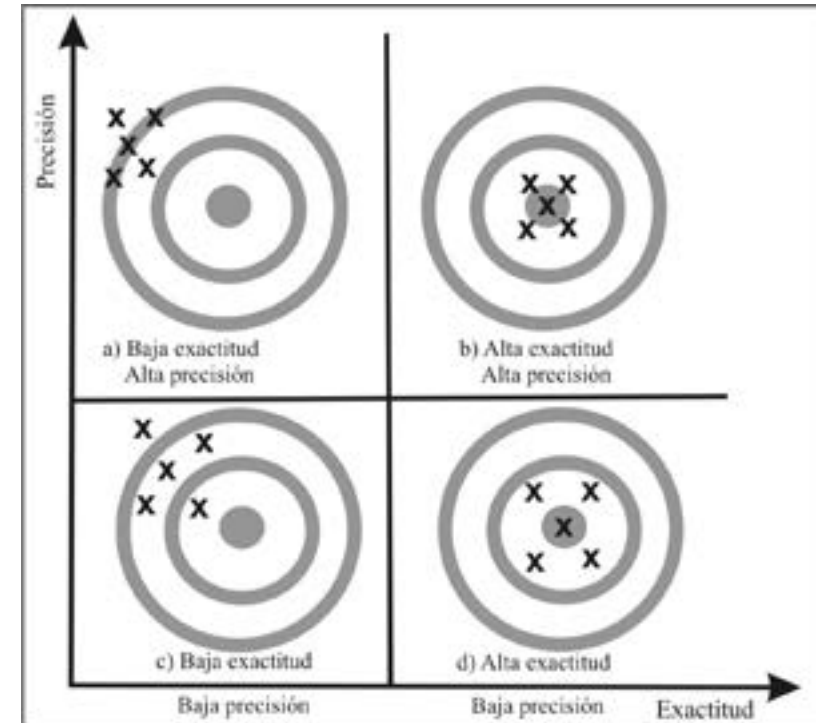


Fig. 26 Representación esquemática de los conceptos precisión y exactitud.

mente, la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, y los órganos de certificación.

Recientemente, para este sistema se ha propuesto la definición siguiente:

El Sistema de Medición Global, brinda una estructura coherente, la cual asegura que las mediciones puedan ser realizadas sobre adecuada consistencia, apropiada exactitud y transparentes bases con reconocimiento internacional. Este abarca todas las actividades que brindan resultados de medición como una base para decisiones en muchos aspectos de la vida: política, comercio, industria, ciencia, ingeniería, comercio internacional, salud humana y seguridad,

protección del medio ambiente y recursos.

Dentro de este contexto, como se dijo anteriormente, la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML), la Organización Mundial del Comercio (OMC), la Organización Internacional de Normalización (ISO, siglas en inglés: International Organization for Standardization), la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC, siglas en inglés), la Comisión Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC, siglas en inglés), el Forum Internacional de Acreditación (IAF, siglas en inglés) y el Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM), trazan pautas que influyen de manera directa en la gestión de los fabricantes, en el desarrollo de los productos, y también en la de los importadores, comercializadores, compradores, teniendo cada una contribuciones específicas:

La OMC media para la obtención de acuerdos sobre barreras técnicas al comercio, tratando de llegar a entendimientos en el papel que deben desempeñar las regulaciones técnicas nacionales y que estas sean transparentes, justificables y no discriminatorias, basadas en normas internacionales, si es posible.

La OIML trabaja para eliminar las barreras metrológicas al comercio. Una de las formas, es la globalización de la Metrología y para eso recomienda que en las leyes metrológicas o en las actividades de los Servicios Nacionales de Metrología, se vele por el establecimiento de un sistema de unidades de medida, que se cuente con normas de requisitos a productos o se haga la adopción de normas internacionales sobre instrumentos de medición y otras como materiales de referencia, se establezcan procedimientos de calibración y de ensayos normalizados o validados, y procedimientos de evaluación de la conformidad de los productos con las normas internacionales; exhorta a promover y desarrollar la Metrología legal entre sus países miembros e involucrar en estas acciones a todas las entidades responsabilizadas con las actividades de impacto económico y social, para que trabajen sobre la base del Aseguramiento metrológico, el cual lo tiene definido como todas las regulaciones, los medios técnicos y las operaciones usadas para asegurar la credibilidad de los resultados de las mediciones en la Metrología Legal.

La ISO centra su aporte en que sus normas de especificaciones de productos, de sistemas de gestión de la calidad y otros, de competencia técnica y de evaluación de la conformidad, sean adoptadas por todos para facilitar el comercio, incluso en la época actual donde se comercializa por vía Internet.

La IEC atiende toda la armonización de las normas de seguridad.

El CIPM se ocupa, entre otras cuestiones, de la trazabilidad al SI.

La ILAC y la IAF trabajan en función de llegar a un criterio único en la evaluación de los resultados de las calibraciones y ensayos, lo cual se logra con la acreditación de los laboratorios y con las evidencias de la competencia de estos por medio de los ensayos de aptitud y de las intercomparaciones.

La figura 27 (1) resume todo lo antes expuesto. El desarrollo de un sistema de medición global busca la armonización dentro de las legislaciones en materia de Metrología, relacionadas principalmente con las unidades de medida, la normalización de los productos, los procedimientos de calibración y ensayo, y la evaluación de la conformidad, la confianza mutua mediante las intercomparaciones, los sistemas de gestión de la calidad, la acreditación y los acuerdos de reconocimiento mutuo de los resultados de calibración.

Uno de los elementos del Sistema de Medición Global es, precisamente, la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, y los órganos de certificación.

El Programa de la Convención del Metro para la garantía y la competencia de los Institutos Nacionales de Metrología incluye:

1. Las publicaciones de las Capacidades de Medición y Calibración (CMC).
2. La participación en los esquemas de intercomparación de patrones (las llamadas comparaciones clave, y las suplementarias).
3. El establecimiento y la certificación de los sistemas de gestión de la calidad de los Institutos Nacionales de Metrología.

Cuba es signataria de un grupo de organizaciones internacionales que trazan políticas y estrategias de trabajo en la esfera de la Metrología, como la OIML, la ILAC, la Cooperación Euroasiática de Instituciones Nacionales de Metrología (COOMET, siglas en inglés: Euro-Asian

Cooperation of National Metrological Institutions), la OMC, y la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM).

El INIMET, como Instituto Nacional de Metrología de Cuba, debe participar, junto con otros institutos nacionales, en los esquemas de intercomparación de patrones del Buró Internacional de Pesas y Medidas (BIPM), tanto en los bilaterales, como en los de las organizaciones

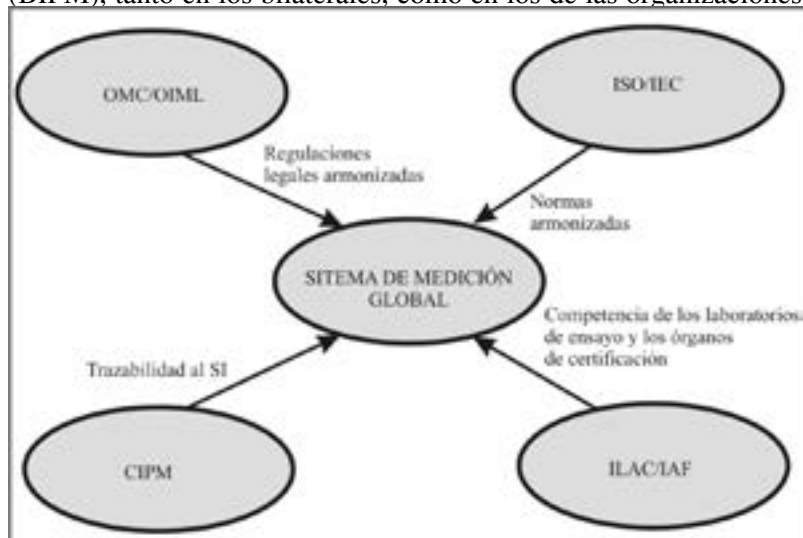


Fig. 27 Elementos del Sistema de Medición Global.

regionales, como COOMET, el Sistema Interamericano de Metrología (SIM), y la Colaboración Europea en Patrones de Medición (EURAMET, siglas en inglés: European Association of National Metrology Institutes), con el objetivo de garantizar y demostrar la trazabilidad de las mediciones, y para evidenciar sus competencias.

### **Establecimiento de los patrones nacionales en los Institutos Nacionales de Metrología**

Los institutos nacionales de Metrología tienen un grupo de funciones, entre las que se encuentran:

1. La disseminación del conocimiento.
2. El establecimiento de la cooperación educativa con otros laboratorios gubernamentales e instituciones educacionales.
3. La promoción del desarrollo técnico y científico.
4. La implementación de un sistema de gestión de la calidad que permita la satisfacción de los requisitos de las normas internacionales ISO 9001 e ISO/IEC 17025.
5. El mantenimiento de una capacidad de innovación continua, que permita emprender y afrontar los nuevos retos que impone el estado del arte y la necesidad del desarrollo de nuevos métodos de medición, calibración y ensayo.
6. La promoción de eventos y foros de discusión sobre temas metrologógicos.
7. El establecimiento del Instituto como centro de la investigación y el desarrollo de la Metrología.
8. La garantía de la calificación profesional.
9. La publicación de artículos científicos y de innovación tecnológica que permitan la socialización del conocimiento.
10. El desarrollo de la colaboración científica entre los Institutos Nacionales de Metrología de la región.
11. Desarrollar y disseminar los patrones nacionales, así como la calibración de instrumentos de medición. Esta tarea es completada con los laboratorios secundarios de calibración existentes en todo el país.

Según el VIM (2), un patrón de medición es una medida materializada, un instrumento de medición, un material de referencia o un sistema de medición destinado a definir, materializar, conservar o reproducir una unidad, o uno o más valores de una magnitud para servir de referencia, mientras que un patrón nacional de medición es un patrón reconocido por una decisión nacional para servir como base para asignar valores a otros patrones de esa magnitud específica, dentro del país.

La figura 28 muestra las alternativas (3) que tienen los institutos nacionales para formar sus patrones nacionales. Véase, detenidamente, el alcance de cada una de estas.

### Primer método

Consiste en el establecimiento de un patrón primario, mediante la realización física de la unidad de medida a partir de la definición de la unidad de medida aprobada en la Conferencia General de Pesas y Medidas correspondiente. Es la alternativa más difícil y costosa.

### Segundo método

También conocido como “reproducción”, es solo aplicable a un reducido número de magnitudes físicas. Consiste en un grupo de patrones que reproducen la unidad de medida con alta exactitud y cuyos valores son acordados por el BIPM, por una convención internacional. Los preferidos para el establecimiento de patrones nacionales de este tipo son, por ejemplo, los láseres de frecuencia establecidos para el metro, el efecto Josephson para el volt y el efecto Hall para el ohm.

### Tercer método

Consiste en la adopción de una medida materializada como patrón nacional, que es mantenida por medio de calibraciones con el BIPM o de intercomparaciones periódicas de la magnitud en cuestión, con cualquier otro instituto nacional de Metrología.

En cualquiera de los tres métodos, se produce la transmisión o disseminación de la unidad, a partir de los patrones nacionales hasta los instrumentos de medición de menor exactitud en una cadena ininterrumpida de calibraciones, con lo cual se les garantiza la trazabilidad metrológica, y la confianza en los resultados de las mediciones que con estos se realizan.

## Impactos de la Metrología

Se podría decir que de las aplicaciones de la Metrología, las más importantes están relacionadas con las investigaciones científicas, el comercio y la protección al consumidor. Y como ha quedado demostrado, solo con la utilización de instrumentos y sistemas de medición debidamen-

te calibrados y trazables, es posible asegurar que los resultados de las mediciones que intervienen en estas actividades sean confiables, seguros y comparables con los que se realizan en cualquier otro lugar del mundo, además de que se produce un impacto económico directo, perfectamente cuantificable.

A continuación se presentan dos ejemplos de interés que permitirán identificar con rapidez los impactos de la Metrología (4) en el control y el ahorro de los recursos. El contenido de la figura 29 resume un



Fig. 28 Alternativas de los institutos nacionales para formar sus patrones nacionales.

importante ejemplo del impacto de la Metrología en la economía.

#### *Rigor en el expendio de combustible en la red de garajes*

En Cuba, la mayoría de los garajes que comercializan combustible tienen instalados equipos automáticos de última generación para el expendio de tan preciado líquido. Hasta la fecha, se permitía que el error de entrega durante el expendio de combustible fuera no mayor que 1 %, a partir de lo establecido en la norma vigente. El empleo de nuevas tecnologías para la fabricación de los equipos de expendio de combustible, que incluye el diseño de nuevos y más exactos instrumentos de medición, ha permitido la disminución de los errores de medición hasta 0,5 %. De manera que la Metrología contribuyó a evitar pérdidas de combustible o engaños al consumidor, por entregas con errores por exceso o por defecto. Y, por supuesto, se procedió a la revisión de la norma correspondiente para adecuar el

metrológicas y funcionales de los nuevos equipos. De esta forma se ha logrado compatibilizar la documentación normativa y regulatoria con las posibilidades actuales de exactitud de la medición de los equipos, garantizar la entrega correcta del combustible, la protección al consumidor, y la disminución del despilfarro y las posibilidades de cometer delitos económicos.

Téngase en cuenta, por ejemplo, que solo en Ciudad de La Habana existen alrededor de 680 Aparatos de Distribución de Combustible (ADC), con una entrega individual promedio de 2 000 L cada 24 h. Con el error máximo que permitía la norma anterior era admisible una pérdida de hasta 13 600 L de combustible cada 24 h.

La posibilidad tecnológica de reducir el error de medición a 0,5 % y el establecimiento de ese valor como máximo permisible en las normas correspondientes, reduce las pérdidas a la mitad, por lo que se puede considerar que se obtiene un ahorro de 6 800 L cada 24 h, atribuibles directamente al incremento en la exactitud de la medición.

#### *Confiablez del instrumento de medición*

El pesaje de mercancías para la exportación e importación, en los puertos, se realiza por lo general en básculas de camiones de 60 t de categoría III, con un rango de 10 t a 40 t para el peso bruto de mercancía más el vehículo. Para esta categoría de báscula y rango de trabajo la diferencia permisible en relación con el peso nominal es del orden de 40 kg en cada pesada, atendiendo a la norma aplicable a esos instrumentos.

Un buque pequeño de 10 000 t de carga, que utilice para la carga y descarga un vehículo articulado, con capacidad de 20 t, requeriría como mínimo 500 viajes. A partir de lo que se ha explicado, la diferencia posible y permisible en el peso será de 20 t; es decir, 40 kg por cada uno de los 500 viajes. Esto significa que si en ese buque pequeño se transporta un producto, cuyo valor por tonelada de peso sea de \$ 600,00, aun estando el instrumento de pesar apto para el uso, se podría tener una diferencia de \$12 000,00. Está claro que, de no estar debidamente verificadas las básculas por un órgano competente, las

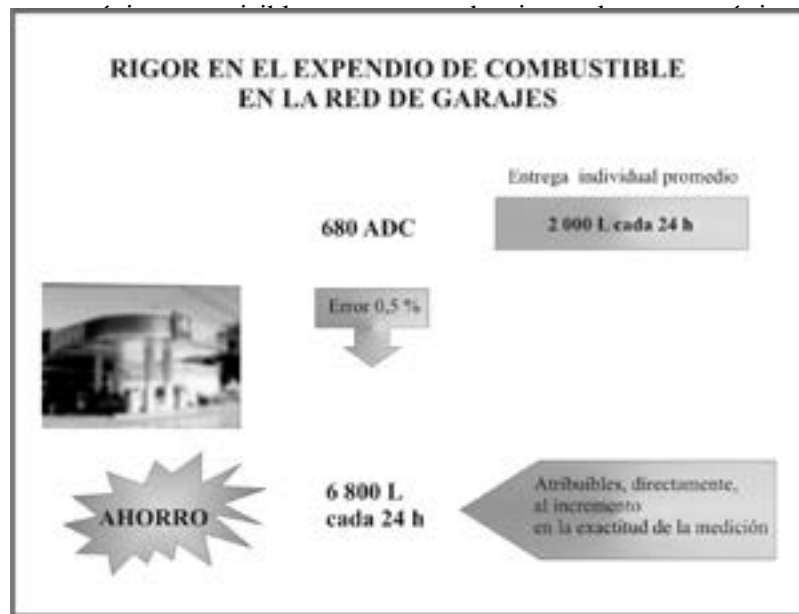


Fig. 29 Repercusión de la Metrología en el ahorro de combustible.

pérdidas pudieran ser no solo mucho mayores, sino que, incluso, pudieran no ser cuantificables.

## **Acreditación de laboratorios**

El reconocimiento de la competencia técnica de los laboratorios de ensayo y de calibración se basa, fundamentalmente, en la evaluación de conformidad de la gestión de estos con una norma internacional, adoptada como norma cubana NC-ISO/IEC 17025 [2006 (5)].

Esta norma tiene dos capítulos importantes, donde se establecen tanto los requisitos para una gestión sólida, como los requisitos para la competencia técnica en los tipos de ensayos o de calibraciones que realiza el laboratorio.

Por lo general, los laboratorios de ensayo o de calibración forman parte de organizaciones mayores, o que ofrecen otros servicios, y que funcionan de acuerdo con un sistema de gestión de la calidad que se considera que cumple la norma NC-ISO 9001:2008 (6). Sin embargo, hay que aclarar que, a pesar de la alineación de ambas normas, la conformidad del sistema de gestión de la calidad implementado por el laboratorio, con los requisitos de la norma NC-ISO 9001:2008, no constituye por sí sola una prueba de la competencia del laboratorio para producir datos y resultados técnicamente válidos, y que, por otro lado, la conformidad demostrada con la norma NC-ISO/IEC 17025: 2006 tampoco significa que el sistema de gestión de la calidad implementado por el laboratorio cumple todos los requisitos de la norma NC-ISO 9001:2008.

Una forma de garantizar la aceptación de los resultados de ensayo y de calibración entre países, es la acreditación de la competencia técnica de los laboratorios por órganos que han firmado acuerdos de reconocimiento mutuo con organismos equivalentes en otros países que utilizan la Norma Internacional ISO/IEC 17025:2006.

En Cuba, la acreditación de los laboratorios de ensayo y de calibración es realizada por el Órgano Nacional de Acreditación de la República de Cuba (ONARC), miembro de la Asociación Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC, siglas en inglés: International Laboratory Accreditation Cooperation).

Con frecuencia se utilizan, indistintamente, los términos certificación y acreditación, como si fueran sinónimos. Pero se trata de conceptos diferentes. Para fines prácticos, se habla de certificación de un sistema de gestión de la calidad, por ejemplo, y de acreditación de un laboratorio de ensayo y de calibración que, a su vez, puede formar parte de una organización mayor.

La figura 30 muestra la comparación entre las actividades certificación y acreditación. La figura 31, por su parte, muestra los requisitos técnicos que exige la norma cubana NC-ISO/IEC 17025 (2006) para evidenciar la competencia para la ejecución de ensayos y de calibraciones.

Como se puede ver en la figura 31, los errores de los resultados de las mediciones y las incertidumbres deben ser obtenidos por un laboratorio de calibración que posea trazabilidad, competencia técnica (conocimientos) y capacidad de medición (instrumentos de medición y materiales de referencia requeridos).

Es bueno recordar que la trazabilidad es una propiedad del resultado de las mediciones, no de un instrumento, de un reporte de calibración o de un laboratorio, por lo que el solo hecho de seguir un procedimiento particular o utilizar un equipo en especial, no es suficiente para demostrar trazabilidad. Sin embargo, y quizás, debido a que la trazabilidad es también una propiedad del valor de un patrón, es muy común la utilización de las frases “trazabilidad del instrumento” o “trazabilidad de los patrones”. Esta frase debe ser entendida, entonces, como una referencia a que estos deben estar calibrados por laboratorios de competencia técnica reconocida contra instrumentos patrones de referencia de mayor exactitud que, a su vez, puedan demostrar su trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades (SI) mediante los Institutos Nacionales de Metrología de los países.

## **Certificación de la competencia como Institutos Nacionales de Metrología**

Otro importante ejemplo de contribución al Aseguramiento Metrológico de la economía cubana fue la demostración de la competencia de algunas instituciones del país como Institutos Nacionales de Metrología [INM (4)], evidencia determinante para asumir, entre otras

actividades, la ejecución del control metrológico de instrumentos de medición de diversas magnitudes físicas de amplio uso en el país.

CERTIFICACIÓN	ACREDITACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implica la conformidad con una norma o especificación</li> <li>• El alcance de la certificación puede ser amplio</li> <li>• Utiliza auditores de sistemas de gestión</li> <li>• Puede cubrir más actividades o ensayos de los que se han acreditado</li> <li>• Tiene en cuenta la totalidad de la empresa en cuestión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocimiento de la competencia técnica específica</li> <li>• El alcance es altamente específico</li> <li>• Utiliza asesores técnicos, reconocidos como especialistas en su campo</li> <li>• Suministra reconocimiento formal sobre la competencia, para realizar ensayos o tipos de ensayos específicos</li> <li>• Evalúa los recursos humanos, las destrezas y el conocimiento</li> <li>• Evalúa los sistemas de gestión</li> <li>• Involucra los ensayos prácticos</li> </ul>

Fig. 30 Comparación entre las actividades *certificación* y *acreditación*.

A finales del año 2007, el Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología (INIMET), el Centro de Isótopos (CENTIS) y el Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones (CPHR) se sometieron a la evaluación entre pares, por expertos internacionales de COOMET, para evidenciar competencia como Institutos Nacionales de Metrología de la República de Cuba en sus respectivos campos de trabajo. En el caso del INIMET se evaluó su desempeño para el proceso calibración-verificación de instrumentos de medición en varias magnitudes físicas, sobre la base del cumplimiento de los requisitos técnicos establecidos por los documentos internacionales correspondientes. Se evaluó el desempeño de los laboratorios, según el alcance de los tipos de mediciones, las capacidades de medición con sus incertidumbres asociadas, la trazabilidad de sus patrones, y las evidencias del desempeño de acuerdo con los registros del Sistema

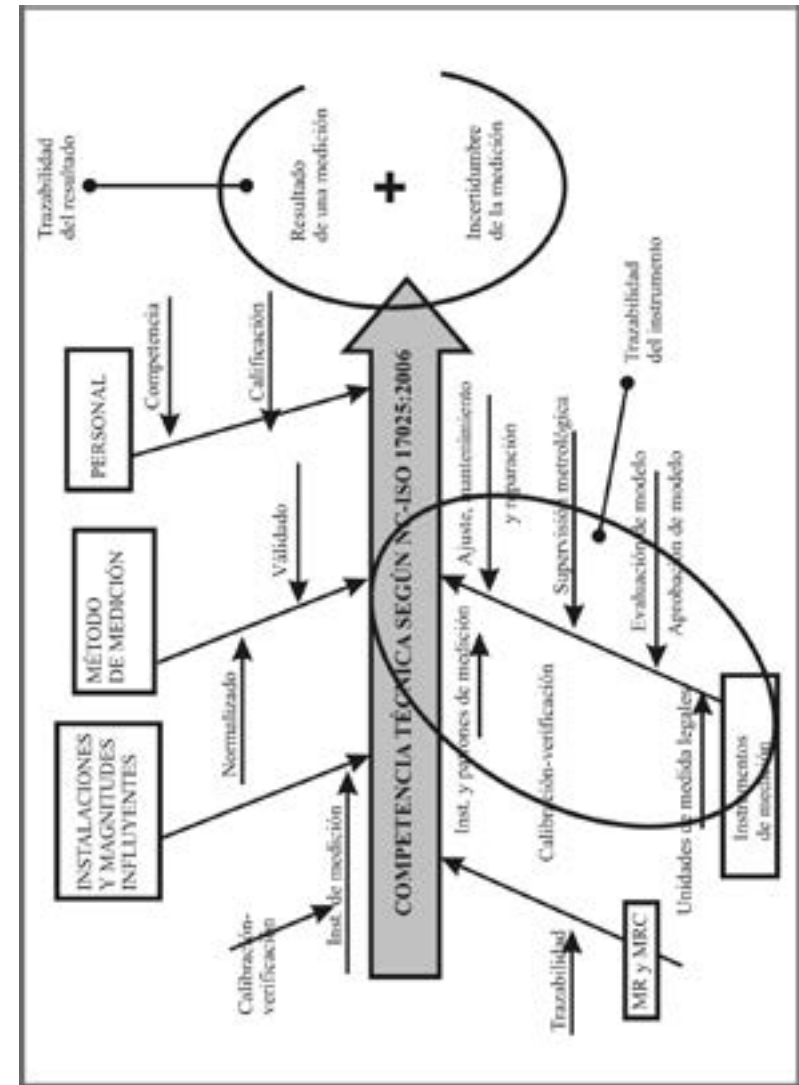


Fig. 31 Requisitos técnicos de la NC-ISO/IEC 17025:2006.

de Gestión de la Calidad.

Para estas instituciones este resultado incrementó la confianza en su gestión, en correspondencia con la condición de INM de la República de Cuba en sus respectivos campos de trabajo; para la economía significó la sostenibilidad de la confianza en los servicios que estos prestan a partir de la garantía de la trazabilidad en el país para aquellos tipos de magnitudes y mediciones incluidas en el alcance objeto de evaluación.

### Referencias bibliográficas

1. Kochsiek, M.: "Trends in Legal Metrology Towards a Global Measurement System". *OIML Bulletin*. Vol. XLIV. No.1, pp. 7-9, 2003.
2. ISO/IEC Guide 99: *International Vocabulary of Metrology-Basic and general Concepts and Associated Terms (VIM)*, 2007.
3. Antúnez, R. M.: "La Metrología en Cuba. La Metrología como ciencia de las mediciones". Conferencia. La Habana, 2008.
4. Reyes, P. Y, V. L. Álvarez y L. A. R. Hernández: "The Impacts of Metrology". *OIML Bulletin*. Vol. XLIV, No. 3-4, pp. 18-22, 2008.
5. NC-ISO/IEC 17025: Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración, 2006.
6. NC-ISO 9001: Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos, 2008.