

# **METROLOGÍA LEGAL**

Rocío M. Marbán

Julio A. Pellecer C.

**2003**

Para contactar a los autores dirigirse a:

2001 Producción y Servicios Incorporados S.A.

Calzada Mateo Flores 5-55, Zona 3 de Mixco

Guatemala, Centro América

Tel.: (502) 431-0662

Fax: (502) 434-0692

email: [psi2001@itelgua.com](mailto:psi2001@itelgua.com)

ISBN 99922-770-2-5

© OEA, 2003

Este documento es publicado con el patrocinio conjunto del SIM y de PTB de Alemania.

El **Sistema Interamericano de Metrología, Normalización, Acreditación y Calidad, SIM**, es la organización regional de metrología para las Américas. Está conformado por los institutos nacionales de metrología de los 34 países miembros de la Organización de los Estados Americanos, OEA, la cual funge como su Secretaría Ejecutiva.

La **Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB**, es la entidad federal rectora de la metrología en Alemania.

Las opiniones expresadas en este documento no son necesariamente opiniones de la OEA, de la PTB, de sus órganos o de sus funcionarios.

## CONTENIDO

Agradecimientos	vii
Presentación	ix
Sinopsis	xi
1. Introducción a la metrología legal	1
1.1. ¿Es necesaria la metrología legal?	4
1.2. ¿Para quiénes es necesaria?	7
1.2.1. Comercio	9
1.2.2. Salud	10
1.2.3. Seguridad	12
1.2.4. Ambiente	13
1.2.5. Desarrollo empresarial	15
1.3. ¿Porqué es necesaria?	18
1.4. ¿De qué aspectos debe ocuparse?	23
1.5. Estudio de la situación de la metrología legal en el país	27
1.5.1. Examen del marco legal de la metrología	28
1.5.2. Identificación de elementos sujetos a medición de magnitud	29
2. Conceptos básicos	31
2.1. Metrología	32
2.2. Metrología legal	33
2.3. Aprobación de modelos	34
2.4. Verificación	35

2.5. Certificación	36
2.6. Acreditación	37
2.7. Unidades SI	37
2.8. Calibración	39
2.9. Trazabilidad	39
2.10. Intercomparaciones	40
2.11. Penalizaciones	41
2.12. Evaluación metrológica	42
2.13. Mantenimiento	42
2.14. Pruebas de conformidad	43
2.15. Control de productos preempacados	43
2.16. Control metrológico	44
2.17. Vigilancia del mercado	45
3. Ámbito de acción de la metrología legal	47
3.1. Normativas oficiales	51
3.1.1. Mantenimiento de patrones y transferencia de unidades	55
3.1.2. Aprobación de modelos	56
3.1.3. Controles (verificaciones, certificaciones, pruebas de conformidad, etc.)	58
3.1.4. Supervisión o vigilancia de organismos encargados de acciones específicas de control	60
3.1.5. Acreditaciones	61
3.1.6. Vigilancia del mercado	63
3.1.7. Control de productos preempacados	65

## Metrología legal

4. La metrología legal dentro del sistema jurídico de un país	67
4.1. La ley de metrología, leyes y otras disposiciones conexas	70
4.2. El modelo de Ley de metrología de la OIML	72
5. Aspectos administrativos	85
5.1. Autoridades públicas involucradas en la metrología legal – algunos modelos	86
5.2. Atribuciones	97
5.3. Procedimientos administrativos	102
5.4. Honorarios, multas, aspectos financieros	104
6. Aspectos técnicos	107
7. La metrología legal a nivel regional e internacional	111
7.1. La Organización Internacional de Metrología Legal, OIML	111
7.2. Europa	115
7.2.1. Las entidades regionales en Europa	115
7.2.2. El <i>Nuevo Enfoque</i> y el <i>Enfoque Global</i> en Europa	116
7.3. América	121
8. El futuro de la metrología legal	123
9. Bibliografía	127

## AGRADECIMIENTOS

Este libro no busca reinventar la Metrología Legal, al contrario. Por ello, y aunque no hemos dudado en exponer convicciones personales, persigue dar a conocer los conceptos que en el ámbito mundial se manejan en torno a esta disciplina. Para esto hemos estudiado gran cantidad de documentos y llevado a cabo muchas entrevistas por lo que necesariamente gran parte del material aquí incluido no es original. No nos pareció ni práctico ni necesario dar en cada caso la referencia específica y referimos a la bibliografía general, amparándonos en la expresión de que “tomar de un solo autor es plagio pero tomar de muchos es investigación bibliográfica”.

Esperamos que se nos perdone esta libertad y que los autores referidos lo consideren como un reconocimiento de nuestra parte a lo que hemos considerado la justeza de sus puntos de vista.

Algunas personas y entidades han colaborado en forma tal que debemos reconocerlo de manera explícita. Deseamos mencionar particularmente a Oscar Harasic de la Oficina de Ciencia y Tecnología de la OEA, a Dieter Schwohnke, Wilfried Schulz, Eberhard Seiler y Stefanie Reichertz de PTB de Alemania, Dieter Ullrich de Mess- und Eichwesen Niedersachsen, Michael Bosse-Arbogast de Metegra, Kai-Uwe Thase de Kellogs y su equipo de profesionales, Dieter Buer y Klaus Helmboldt de Eichamt Bremen, Jean-François Magana de BIML/OIML, Pierre Canavaggio de la Subdirección de Metrología

## Metrología legal

del Ministerio de Economía, Finanzas e Industria de Francia, Ángel García San Román y Carmen Sevilla Antón ambos del Centro Español de Metrología, a Danièle Le Coz del BIPM.

Estamos conscientes de posibles imperfecciones y lagunas de este estudio. A quienes tengan a bien consultarlo, pedimos sus observaciones que, sin duda, nos resultarán de gran utilidad.

En todo caso, el contenido de esta publicación es responsabilidad únicamente de sus autores.

Junio 2003

## PRESENTACIÓN

En todo país, independientemente de su tamaño y de su grado de desarrollo, el gobierno tiene entre sus mandatos velar por la salud y la seguridad de la población, por la conservación del medio ambiente y por un comercio justo.

Además, los actuales procesos de globalización ponen a disposición de las personas, en cualquier país, una amplia gama de bienes y servicios, ya sean producidos localmente o importados.

En todos estos casos se requiere establecer leyes y sus reglamentos, normas, reglamentos técnicos, y poner en marcha los mecanismos que aseguren su cumplimiento. Por lo general, asegurar el cumplimiento demanda llevar a cabo mediciones de diversos tipos y contar con los instrumentos, procedimientos o sistemas de medición que garanticen la exactitud y confiabilidad de los resultados.

Ello requiere que se cuente con un sistema nacional que soporte las mediciones dentro del marco jurídico del país – es decir, un sistema de metrología legal.

Las organizaciones que se ocupan por la metrología en el Hemisferio Occidental, haciéndose eco de esta preocupación han considerado conveniente una mayor divulgación de los principios básicos y la orientación actual de la metrología legal. Para ello se ha escrito

## Metrología legal

este libro, accesible a no especialistas, con el fin de aportar elementos esenciales a sus conocimientos sobre este campo.

Oscar Harasic

Coordinador Regional del Proyecto **Sistema Interamericano de Metrología, Normalización, Acreditación y Calidad**,  
Organización de los Estados Americanos, OEA

## **SINOPSIS**

Como es bien sabido, cualquier actividad de la vida organizada de los seres humanos se realiza bajo las normas del Derecho. Cabe apuntar que las relaciones humanas en gran parte son de intercambio y de hecho implican mediciones; por ello la aplicación del Derecho en algunos aspectos legales del intercambio es materia de la especialidad conocida como Metrología Legal.

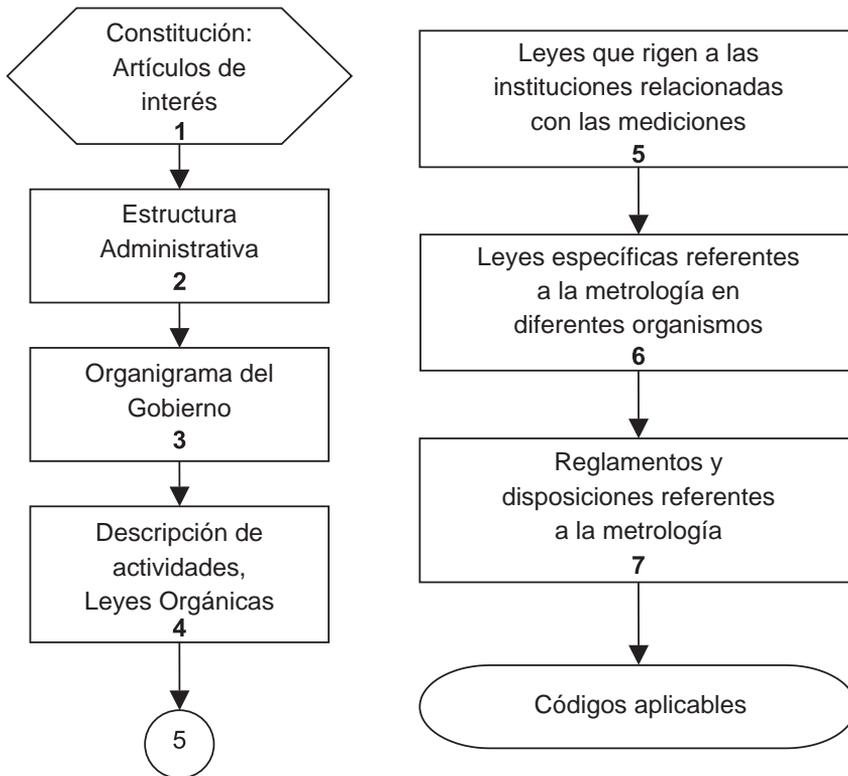
Las bases de la Metrología como ciencia de las mediciones fueron establecidas hace ya mucho tiempo lo cual demandó esfuerzos científicos, técnicos, políticos, administrativos, legales y económicos considerables. Con el transcurso del tiempo, la Metrología ha cobrado suprema importancia y la complejidad de la vida en los países altamente desarrollados así como las relaciones entre todos los países necesitan de ordenanzas que rijan las relaciones de intercambio, entre ellas las relacionadas con las mediciones.

Esas ordenanzas fueron y siguen siendo generadas por necesidades perentorias pero actualmente, gracias a la buena voluntad de los gobiernos y a las facilidades de comunicación, se dispone de una estructura legal referente a la Metrología bastante desarrollada y homogénea. Una de las consecuencias de lo apuntado lo constituye la existencia de organizaciones plenamente establecidas como la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, BIPM, y la Organización Internacional de Metrología Legal, OIML.

## Metrología legal

En general, la estructura legal de la Metrología en los diferentes países puede encontrarse examinando el ordenamiento legal como lo indica el diagrama a continuación:

### Marco legal de la metrología



Conviene hacer notar que los gobiernos cuentan con estructuras legales avanzadas, unas de tendencia centralizadora y otras conformadas por diferentes instituciones, algunas independientes. Las características de la economía inciden en tal o cual tendencia. Actualmente, por ejemplo, es práctica común en la Unión Europea revisar leyes y procedimientos con el propósito de lograr el mercado único, conservando las estructuras nacionales.

Aunque es recomendable estructurar la Metrología Legal como un sistema completo, la práctica ha sido solucionar problemas del diario acontecer. En la actualidad, ante la integración de mercados por la globalización, una vez identificada la necesidad resulta urgente satisfacerla con leyes, reglamentos, disposiciones, etc., acordes a la práctica internacional y tomando en consideración las acciones reguladas, las instituciones encargadas, las leyes que crean las instituciones para establecer nexos y dependencias, y los convenios y tratados internacionales.

La metrología legal ejerce su acción a través de asegurar el acceso a patrones adecuados para las unidades de base, verificar que los instrumentos del comercio diario y los procedimientos de medición en uso sean correctos, y comprobar resultados de mediciones cuando esté en juego el interés público. La metrología legal se hace sentir en el comercio y la protección del consumidor, la salud y seguridad de las personas, la conservación del ambiente y en el actuar de las empresas productoras de bienes y servicios. Sus acciones pueden ser ejecutadas directamente por una entidad de metrología legal o ser parcialmente delegadas dentro de un sistema nacional de metrología y acreditación (Capítulo 1).

## Metrología legal

Las acciones toman diferente forma según que se ejerzcan sobre instrumentos de medición a ser fabricados, aprobados y puestos en el mercado o sobre instrumentos y métodos de medición ya en uso (Capítulo 2).

La metrología legal abarca aspectos de mantenimiento de patrones, controles de instrumentos de medición, supervisión de las diferentes entidades involucradas y la vigilancia de mercado en todo lo relacionado con instrumentos de medición y mediciones (Capítulo 3).

Las leyes relacionadas con la metrología no son idénticas en todos los países ya que deben responder a la estructura legal propia de cada uno. En el caso de la metrología legal las autoridades involucradas, con responsabilidades específicas, agrupadas o actuando en forma individual, deben cubrir aspectos normativos, de responsabilidad de la infraestructura metrológica, de ejecución, de supervisión, de sanciones. Existen esquemas de leyes de metrología, elaborados y discutidos en el seno de la OIML, que se pueden adaptar a diferentes situaciones en diversos países (Capítulo 4).

La organización administrativa de la metrología legal difiere entre países así como las atribuciones de cada tipo de entidad involucrada. Sin embargo se pueden destacar algunas consideraciones sobre los procedimientos administrativos y sobre aspectos financieros incluyendo los cobros por honorarios y eventualmente por multas en algunos países de Europa y América (Capítulo 5).

Desde el punto de vista técnico, se requiere estudiar todo lo que permita llevar a cabo las acciones de metrología legal; por ejemplo

lo relacionado con el establecimiento y funcionamiento de las facilidades físicas así como los manuales de procedimientos que detallen los protocolos, normas y recomendaciones a ser aplicados, y la capacitación científica y técnica del personal para garantizar la calidad y la credibilidad de todo lo relacionado con la metrología legal (Capítulo 6).

La Organización Internacional de Metrología Legal, OIML, es la que establece los principios generales y la armonización a nivel internacional de la metrología legal. Otras agrupaciones similares como el Sistema Interamericano de Metrología, SIM, con su Grupo de Trabajo en Metrología Legal y la Cooperación Europea en Metrología Legal, WELMEC, buscan asimismo la armonización y coordinación de la metrología legal a nivel regional (Capítulo 7).

En Europa, tienen actualmente mucha relevancia el llamado **Nuevo Enfoque** a la reglamentación de los productos y el **Enfoque Global** de la evaluación de la conformidad, según los cuales en el Mercado Único europeo se establecen solamente los requisitos esenciales que garanticen la certidumbre de medición de los instrumentos y la seguridad de las personas y del medio ambiente y la responsabilidad de cumplimiento es trasladada paso a paso al fabricante de los instrumentos de medición, siempre que éste disponga de un sistema de calidad reconocido por una autoridad de certificación (organismo notificado) y sea supervisado por ella a intervalos regulares. Esta es una forma de legislar en metrología que puede ser provechosamente estudiada por otros países y regiones (Capítulo 7).

## Metrología legal

Por otra parte, el avance y los progresos técnicos relacionados con los aparatos y las técnicas de medición están originando cambios profundos que llevarán a una globalización de la metrología legal con una mayor armonización internacional y acuerdos mutuos entre países y entidades metrológicas con el fin de evitar duplicaciones innecesarias y de no crear barreras no arancelarias al intercambio (Capítulo 8).

Teniendo en cuenta el Nuevo Enfoque y el Enfoque Global, las personas relacionadas con la metrología legal, sean o no funcionarios, pueden modificar, crear o adaptar las leyes fundamentales básicas de la metrología legal, así como identificar sus necesidades perentorias y satisfacerlas en armonía con la jurisprudencia de los mercados de interés.

# 1. Introducción a la metrología legal

La metrología legal es básica para garantizar la corrección y la equidad en las relaciones comerciales y para asegurar la salud y el bienestar de los miembros de la sociedad así como la protección del medio ambiente.

Todos los elementos de la sociedad se benefician con la existencia y funcionamiento de un sistema de metrología legal: las personas en su calidad tanto de consumidores como de empresarios, y el Gobierno.

La metrología legal ejerce su acción a través de asegurar el acceso a patrones adecuados para las unidades de base, verificar que los instrumentos del comercio diario y los procedimientos de medición en uso sean correctos, y comprobar resultados de mediciones cuando esté en juego el interés público. Estas acciones pueden ser ejecutadas directamente por una entidad de metrología legal o ser parcialmente delegadas dentro de un sistema nacional de metrología y acreditación.

Este es un libro introductorio. Puesto que todo resultará nuevo: vocabulario, conceptos, propósito, etc., se ha limitado a aquello que se considera ser indispensable y accesible, con la idea de que pueda servir a personas que, aún siendo de diferentes especialidades, comparten el interés por la metrología legal tales como juristas, legisladores, metrólogos, funcionarios de gobierno, empresarios, consumidores, etc.

## Metrología legal

A grandes rasgos, podemos decir que la metrología legal es la rama de la Metrología cuyo propósito es verificar la observancia de normas técnicas y legales en lo tocante a las unidades de medida, los métodos y procedimientos de medición, los instrumentos de medir y las unidades materializadas. Está dirigida a garantizar la corrección y equidad en las relaciones comerciales y a asegurar la salud de los miembros de la sociedad así como la protección del medio ambiente.

Todos estamos familiarizados con las pesas y las medidas pero no siempre reparamos en que su aplicación correcta es esencial para protegernos como consumidores y para mantener una competencia justa entre empresas. La metrología legal es uno de los servicios básicos que el gobierno de un país le puede ofrecer a sus habitantes, vistos éstos tanto como consumidores como en su carácter de elementos de la comunidad productiva y comercial.

La infraestructura de metrología legal representa un activo nacional cuya influencia puede parecer difusa y poco visible pero que constituye una contribución significativa al desarrollo del país. Puede ser de enorme utilidad como un servicio público en los ámbitos de la ciencia, la industria, el comercio, la salud y el ambiente. Si no se le reconoce como tal, se debe en gran parte a que en tanto que actividad de servicio se le evalúa indirectamente por medio de las aplicaciones que se hacen de ella. Por ello, a menudo resulta difícil hacer patente la justificación de su existencia y el apoyo que demanda.

En las circunstancias actuales, la tendencia hacia la globalización en el comercio mundial, la manufactura distribuida a nivel internacional, la cada vez mayor complejidad de bienes y servicios así como la mayor preocupación por la salud, la seguridad y la conservación del ambiente, son temas que señalan cada vez más la importancia de la uniformidad mundial en las mediciones con la aparición concomitante de sistemas de acreditación y de reconocimiento internacional de mediciones.

Los acuerdos comerciales entre naciones y regiones pueden requerir que los signatarios acepten los resultados de mediciones llevadas a cabo por las otras partes. Esto incide en el diseño y el trabajo de las unidades de metrología de un país y debe ser tomado en consideración por las autoridades al evaluar las necesidades y las acciones futuras.

Cuando no existe una idea clara, a nivel de gobierno y de sector productivo, sobre el papel que juega la metrología y particularmente la metrología legal, las entidades correspondientes se ven continuamente cuestionadas y sometidas a revisión de su finalidad, de sus objetivos y de sus programas de trabajo. A la larga, el resultado es que no resultan bien servidos ni el gobierno, ni la industria, ni el comercio, ni la población, que son quienes pagan directa o indirectamente y deberían beneficiarse de las acciones.

Prácticamente todas las naciones desarrolladas cuentan con algún tipo de infraestructura que incluye un laboratorio de metrología. Cada vez son más los países en desarrollo que

## Metrología legal

sienten la necesidad de disponer de una infraestructura metrológica, así sea mínima, tomando en consideración que se requiere un nivel de precisión en las mediciones acorde a las necesidades debidamente identificadas de cada país.

En metrología legal siempre habrá que determinar si los gastos hechos por el gobierno y por los usuarios de los instrumentos de medición para su adecuada verificación se justifican a la luz de los beneficios esperados. Esto es crucial para los países pequeños que enfrentan establecer una infraestructura y un nivel de servicios metrológicos hasta ahora inexistentes o deficientes. Para ello se requiere identificar claramente las necesidades reales, definir las prioridades adecuadas y enfocar inicialmente las acciones a aquellas que tienen un mayor impacto para la población.

Una entidad nacional de metrología debe además ser conocida y de fácil acceso en todo el país y ser el punto de referencia para toda consulta relacionada con mediciones.

Las primeras preguntas a plantear son: Es necesaria la metrología legal? Para quiénes? Porqué? Trataremos de dar algunas respuestas.

### **1.1. ¿Es necesaria la metrología legal?**

El hombre, por naturaleza, tiende a vivir en agrupaciones de mayor o menor tamaño, desde la familia, pasando por la tribu

hasta los estados. No puede mantenerse adecuadamente la cohesión del grupo si cada quien actúa a su antojo; para convivir es necesario aceptar una cierta disciplina y quien infringe las reglas debe saber que se expone a cierta sanción. Esto es lo que ha llevado a la existencia de todo un andamiaje legal sobre el que descansan las sociedades modernas.

La búsqueda del interés público en todo lo relacionado con los instrumentos de medición y el uso de patrones nacionales e internacionales, requiere de una base legal. Las leyes y reglamentos puestos en vigor en este campo por parte del Gobierno constituyen el área de la metrología legal y el Gobierno actúa directamente cuando está llamado a garantizar la corrección de las mediciones en aras del interés público. En términos generales, se pretende que cuando puedan presentarse conflictos de interés o cuando resultados incorrectos de mediciones puedan afectar adversamente a individuos o a la sociedad, todas las personas puedan confiar en la corrección de los resultados de medición debido a una garantía gubernamental.

La metrología legal vincula al usuario y al proveedor para salvaguardar los intereses de ambos. Es el soporte para que en derecho un juzgador, que puede ser consultado por cualquiera de las dos partes o a petición de tercero, establezca la cantidad real de mercadería o servicio en cuestión, determine las condiciones de los instrumentos de medición empleados o tome las providencias necesarias para impedir cualquier práctica desleal o imponer el castigo legal a los infractores.

## Metrología legal

Una metrología legal bien aplicada promueve beneficios económicos y sociales. Por ejemplo:

- permite evitar pagos injustificados por parte de los consumidores por los miles de toneladas anuales de productos que no reciben cuando las básculas no cumplen los requisitos legales o los productos preempacados no llevan la cantidad correcta, cuando las bombas expendedoras de combustibles están fuera de las tolerancias permitidas, los contadores de consumo de energía no marcan correctamente, cuando los taxímetros no funcionan adecuadamente, cuando los relojes no registran correctamente el tiempo en los estacionamientos públicos, etc.,
- ayuda a evitar prácticas y competencia desleales, fortaleciendo el principio de competitividad y fomentando la ética en todo tipo de transacciones,
- evita tensiones sociales al ayudar a que toda persona obtenga protección efectiva de sus intereses y derechos en las relaciones de los particulares entre sí y de éstos con el Gobierno,
- contribuye a fortalecer la función de Gobierno en la procuración de la justicia,
- insta al empresario a cumplir con disposiciones de fabricación o de servicios, etc.

La mayor parte de los gobiernos ha comprendido que una de sus responsabilidades es la de desarrollar y mantener los elementos básicos de un sistema nacional de mediciones y velar por su adecuada aplicación.

No existe un patrón único para un sistema nacional de metrología y la política en este sentido debe ser enfocada a la luz de los objetivos de cada país y no adoptando formas tradicionales sin el estudio necesario. Cada país debe decidir cuál es su enfoque prioritario, por ejemplo si es la protección del consumidor o el comercio justo o la protección del medio ambiente. En todo caso, se debe buscar plantear un sistema que no sea represivo sino estimulante, con bajos impuestos y un uso racional de los recursos disponibles.

Ahora bien, la complejidad de la metrología es cada vez mayor de forma que la única opción a gastos cada vez mayores es una seria y severa evaluación de las prioridades tradicionales.

Para evitar soluciones excesivamente ambiciosas, particularmente en lo tocante a patrones y equipos de medición, debe analizarse a fondo la realidad del país.

### **1.2. ¿Para quiénes es necesaria la metrología legal?**

Existe una tendencia equivocada a creer a priori que el único objetivo de la metrología legal consiste en proteger a ciudadanos indefensos contra comerciantes inescrupulosos. No es así. La metrología legal persigue que en todos aquellos casos en que entran en juego mediciones y sus resultados, éstos sean confiables, independientemente de quién resulte favorecido. La metrología moderna está basada en principios científicos universales y como tal es libre de parcialidades. A su vez, la metro-

## Metrología legal

logía legal es la llamada a establecer y coordinar el sistema legal de manera a garantizar que no se distorsione esta imparcialidad.

Por otro lado, los compradores efectivamente no siempre tienen los medios ni los conocimientos para proteger sus propios intereses. Cuando un comerciante compra a otro determinado producto, frecuentemente ambos tienen sus propios medios para verificar las cantidades de mercaderías involucradas en la transacción. El consumidor final no suele tener esta oportunidad; por ello debe confiar en las inspecciones del gobierno que aseguren la corrección de las transacciones - la metrología legal protege a aquellos que no pueden protegerse a sí mismos.

Cabe resaltar que son justamente los individuos de menor poder adquisitivo en una comunidad quienes, por necesidad, hacen sus compras en cantidades mínimas, asumiendo así en términos relativos un carácter de suma importancia el hecho de registrarse incorrecciones de medidas que les sean perjudiciales. Ésta es la razón por la cual algunos países han incluso iniciado programas para verificar que los precios que se guardan en computadoras de un sistema con lectores de código de barras sean los mismos que los precios que están en los productos o en las etiquetas en los anaqueles o los letreros para los productos.

Los habitantes, en su hogar, consumen electricidad, agua potable, gas, calor, todos ellos medidos por contadores cuya fiabilidad es ensayada y aprobada por entidades dentro del sistema de metrología legal. Con ello se garantiza que estos instrumentos

de medición darán resultados correctos y que los límites de error especificados serán observados durante un período definido <sup>(37)</sup>

### **1.2.1. Comercio**

El ciudadano como cliente en el comercio al por menor es posiblemente el enfoque más comúnmente asociado con la metrología legal. Y de hecho el impacto, por ejemplo, de unos pocos gramos por persona en cada transacción comercial se convierte en muchos kilogramos al sumar dichas transacciones.

La balanza figura entre los instrumentos de medición empleados con más frecuencia en las transacciones de comercio. En los supermercados modernos se utilizan balanzas electrónicas, a veces también previstas para el autoservicio del cliente, que a menudo forman parte de un sistema combinado y están conectadas con caja y computadora central.

Los sistemas de cajas conectados con instrumentos de medición que se utilizan en el comercio al por menor deben cumplir con los requisitos de cualquier otro instrumento de medición equivalente.

En el caso de productos preempacados, por ejemplo azúcar, harina, latas de bebidas, leche, etc., el cliente no puede observar el proceso de medición durante el envase del producto. Por esta razón, las autoridades de verificación comprueban la cantidad

## Metrología legal

de llenado de los paquetes de conformidad con las prescripciones de la reglamentación relativa a los productos preempacados.

Otros factores importantes para la economía doméstica son el llenado del depósito de vehículos con combustible o la compra de gas licuado doméstico y el pago por servicios públicos tales como agua y electricidad.

Puesto que la verdadera función de la metrología legal reside en proteger los intereses de todos aquellos que participan en una transacción, se debe rechazar un instrumento de medir que perjudique al comerciante con igual firmeza que cuando son los derechos del comprador los que están en juego.

Asimismo, la metrología legal busca proteger a los individuos de la sociedad en aspectos que no son estrictamente comerciales al verificar, por ejemplo, instrumentos de medición empleados en diagnóstico y tratamientos médicos así como los instrumentos empleados en mediciones relacionadas con la calidad del agua, del aire y en general del medio ambiente.

### **1.2.2. Salud**

Cuando la metrología legal ejerce su acción en el campo de la salud se piensa inmediatamente en la verificación y control de aparatos tales como: monitores clínicos, termómetros médicos,

esfignomanómetros, electrocardiógrafos, aparatos para medir el ritmo de los pulsos, tonómetros, audiómetros, etc.

Casos más dramáticos pueden ser problemas derivados de una dosis excesivamente alta o muy baja de radiación terapéutica, que puede ocasionar la muerte o un tratamiento insuficiente de la enfermedad. Por ello, la frecuencia de los controles depende del grado de peligro que una función errónea del instrumento representaría para un paciente.

Pero hay otros casos menos obvios en que una medición correcta tiene impacto sobre la salud. Por ejemplo, la determinación correcta de niveles de sordera con miras a la aprobación de retiro de empleados o el control y reglamentación del ruido ya que se conoce que éste produce efectos nocivos a largo plazo. En ciertas ciudades <sup>(57)</sup>, la concesión de la licencia para cierto tipo de negocio, por ejemplo restaurantes, está sujeta a que cuenten con una protección adecuada que impida el ruido para los vecinos.

A veces el efecto es indirecto. Este es el caso de la correcta determinación de aflatoxina en los alimentos para ganado ya que su metabolito (la aflatoxina  $M_1$ ) aparece en la leche; en países de la Unión Europea a la leche en polvo se le aplican límites de  $0,01 \text{ mg l}^{-1}$  de aflatoxina  $M_1$  así como cantidades traza de metales pesados tales como cadmio, plomo y mercurio <sup>(88)</sup>. Éste es además un ejemplo de casos en que las mediciones incorrectas pueden llevar a que un producto pueda ser rechazado para su importación por no cumplir con los requisitos de calidad.

## Metrología legal

En Europa, a partir del 1º de enero de 1995, las directivas europeas fueron transformadas en legislación nacional. Un instrumento de medición médico puede ser ofrecido en el mercado o puesto en funcionamiento sólo si está conforme con los requisitos de la ley relacionada con los aparatos médicos y si lleva la marca CE.

En la actualidad están en discusión las regulaciones internacionales que regirán el etiquetado de alimentos e ingredientes derivados de organismos genéticamente modificados, aspecto sobre el cual existen divergencias entre diversos países.

### **1.2.3. Seguridad**

Para contribuir a la seguridad ciudadana, la metrología legal actúa sobre varios sectores.

Uno de ellos es el relacionado con el tránsito. Todo lo relacionado con el ajuste correcto de un vehículo (presión de los neumáticos, funcionamiento del motor, sistema de dirección, sistema de frenos, velocidad, sistema eléctrico, señales de emergencia) requiere de algún tipo de instrumento de medición. En algunos Estados de los Estados Unidos de Norteamérica, un automóvil usado debe pasar una inspección antes de poder ser puesto a la venta. En el caso del transporte público terrestre, hay que agregar las balanzas para determinar sobrecargas potenciales que pueden ocasionar

accidentes. Las luces de tránsito (semáforos o luces rojas) demandan una sincronización adecuada. Los instrumentos de medición empleados por la policía tales como alcoholímetros para las pruebas del grado de alcohol en la sangre o los medidores de velocidad para control en carreteras y calles, requieren también de una verificación periódica. Asimismo podemos considerar el control de las condiciones de funcionamiento de los aviones de pasajeros y de carga, el pesaje de equipaje y carga, el instrumental de las torres de control.

También la seguridad en el ambiente de trabajo requiere de mediciones que son directa o indirectamente verificadas por el sistema de metrología legal. Para aprobar el uso y darle mantenimiento a los equipos de seguridad personal o colectiva tales como protectores, barreras, ropa especial, detectores de humo, extintores de incendio, salidas de emergencia, etc., éstos deben ceñirse a determinadas normas cuya verificación de cumplimiento demanda mediciones de todo tipo.

### **1.2.4. Ambiente**

Todo habitante está expuesto en mayor o menor grado a contaminantes que no sólo son molestos, sino también nocivos para la salud. Por otra parte, no tiene sentido limitar por ley estos contaminantes si no pueden ser medidos de forma correcta. Una medición correcta es esencial cuando su resultado puede ser la base de una decisión judicial o tomada por una autoridad.

## Metrología legal

En la vida moderna, todos podemos estar sujetos a la contaminación por:

- gases de combustión y hollín de escape de vehículos,
- radiaciones por medicina nuclear y el manejo de los aparatos para la misma,
- ruido de tráfico o ruido en el puesto de trabajo o en las cercanías de aeropuertos y ferrocarriles,
- aguas de desecho no tratadas adecuadamente,
- contaminación del agua potable y de ríos y mares con sustancias químicas como detergentes y otros, con el consiguiente impacto sobre la fauna,
- contaminación del suelo y su efecto sobre la agricultura en términos económicos y de salud,
- altas concentraciones de radón en sótanos y estacionamientos subterráneos,
- radiación ultravioleta excesiva, particularmente en el trópico, por daños a la capa de ozono, o en el trabajo de soldadura,
- campos electromagnéticos de baja frecuencia al operar aparatos eléctricos o de alta frecuencia en las transmisiones radiales.

En un caso concreto, los pilotos, controladores de tráfico aéreo, intérpretes e ingenieros de sonido, sufren particularmente de enfermedades ocupacionales derivadas del nivel de ruido. Actualmente además, con la disponibilidad de aparatos portátiles de sonido y la telefonía móvil, son cada vez más las personas expuestas a niveles excesivos de ruido.

### **1.2.5. Desarrollo empresarial**

Pero la metrología legal es una protección universal; también el comerciante pierde si entrega cantidades mayores de las pactadas y cobradas así como el industrial pierde si no tiene cómo medir adecuadamente sus materias primas, sus procesos y sus productos terminados.

La metrología legal también promueve y protege a la industria y al desarrollo comercial al evitar la competencia desleal o prohibir la comercialización de productos que no cumplen con las normativas o reglamentaciones vigentes.

Hay que recordar que tanto en su carácter de consumidor como en su carácter de empresario, toda persona tiene derecho a ser protegida contra mediciones erróneas.

La metrología apoya a la industria nacional al proporcionarle una base técnica, de precisión adecuada a su necesidades reales, para que esté en capacidad de calibrar, comprobar y verificar sus instrumentos de medición y de control, y de asegurar la calibración de los instrumentos y equipos de medición de los laboratorios de pruebas y ensayos industriales. Proporciona además materiales de referencia debidamente homologados y certificados para la autocalibración de equipos y puede realizar estudios, pruebas, ensayos y mediciones especiales, la determinación de constantes físicas a petición de organismos gubernamentales o privados así como dar asesoramiento técnico sobre problemas de medición en la industria.

## Metrología legal

En el campo industrial la metrología legal actúa por ejemplo sobre instrumentos tales como calibradores, micrómetros, relojes comparadores, galgas o bloques rectangulares, manómetros, termómetros industriales, pares termoeléctricos, pirómetros, balanzas analíticas, etc. como también máquinas de ensayo, analizadores de elementos químicos, y muchos otros.

Existen empresas que sobre una base económico-privada, suministran servicios públicos como electricidad, gas, calor y agua a los hogares, a las empresas y a la industria.

El agricultor emplea para la venta de cereales y ganado balanzas apropiadas, para la venta de leche medidas de líquido o de volúmenes, butirómetros aprobados para la determinación del contenido en grasa de la leche, en los cereales el contenido de humedad y la densidad aparente de carga a granel son criterios importantes.

La calidad del hormigón tanto para la solidez de un edificio como para el precio del hormigón son determinantes y en la construcción las porciones deben ser dosificadas con precisión.

Los instrumentos de medición sirven para determinar las propiedades de los componentes y de los productos terminados y se emplean cada vez más también para controlar, regular, automatizar y monitorear procesos. Se emplean mediciones para verificar las tolerancias de manufactura y la confiabilidad funcional de los productos. Hoy en día, las mediciones son un componente importante del aseguramiento de la calidad.

La industria en general necesita determinaciones relacionadas con fuerza, presión, vacío, flujo, longitudes, áreas y volúmenes, ángulos, engranajes y cilindros, rugosidad, temperaturas, viscosidad, densidad, corriente directa y alterna, altas frecuencias, tiempo, materiales de referencia para medios magnéticos de almacenamiento de datos, radiaciones ionizantes, etc.

Un sistema de metrología legal con una buena infraestructura metrológica puede ser de gran ayuda a la industria al hacer accesibles servicios tales como calibración o verificación, patrones y materiales de referencia, con la confianza de que estos servicios cumplen con las normas y reglamentos internacionales y por ende pueden contribuir a la competitividad de las empresas.

Es decir que, además de representar un medio preventivo de conductas indebidas contribuye a regular el comportamiento comercial y cuidar las áreas estratégicas que permitan fomentar la producción y la competitividad

El primer paso por lo tanto, debe ser hacer un inventario de las necesidades del país en metrología legal, tomando en cuenta el alcance de las entidades encargadas de su cumplimiento, los requisitos trazados por las leyes y regulaciones existentes y futuras y los medios de que se dispone.

Dado que dos tercios de los países miembros de la Organización Internacional de Metrología Legal, OIML, son países en vías de desarrollo, esta entidad aconseja <sup>(77)</sup> como inicio de la infraestructura de un sistema de metrología legal un *cuidadoso inventario*

## Metrología legal

*de las necesidades locales* como por ejemplo en lo concerniente con la cantidad y los tipos de instrumentos que van a ser verificados o calibrados, incluyendo su rango de medición, precisión y ubicación.

Es indispensable desarrollar el espíritu metrológico de cada habitante y ello particularmente a través de la enseñanza básica. Los programas de estudio primario y secundario deben incorporar una formación relacionada con las magnitudes y sus mediciones.

### **1.3. ¿Porqué es necesaria la metrología legal?**

Los ejemplos abundan de que hace ya miles de años los dirigentes de diversos grupos humanos se han visto en la necesidad de establecer ciertos patrones de medición y normativas para el uso de recursos de interés común. Hay evidencia documental, por ejemplo<sup>(98)</sup>, de que, bajo Tiglatpileser, los asirios establecieron normativas que podemos ver como un sistema incipiente de metrología legal:

- “se mide en cebada, por la cantidad de grano necesaria para sembrar una superficie”;
- “los canales de riego son cuidadosamente trazados y conservados, con una vigilancia a cargo del poder público”;
- “los mojones están protegidos por severas sanciones penales contra los que los muevan”.

Hoy en día al menos tenemos la enorme ventaja de no tener que preocuparnos por diferencias, fluctuaciones o razones de intercambio en los valores de las mediciones físicas como aún nos vemos forzados a hacerlo en el caso de las monedas. Contamos con un sistema estable e internacionalmente acordado de unidades, el Sistema Internacional de Unidades, SI.

Ahora bien, la metrología legal varía entre diversos países en aspectos tales como:

- el grado de aplicación o cobertura,
- la naturaleza de las entidades responsables por la aplicación de la metrología legal,
- la naturaleza y contenido de los requerimientos y su aplicación,
- el desarrollo económico y técnico del país así como la importancia y los recursos que se asignan a la metrología legal.

En la actualidad, las transacciones comerciales, las cooperaciones industriales, las telecomunicaciones, tienen un carácter cada vez más internacionalizado. De ello resulta que se hace indispensable que todas las partes involucradas partan de las mismas referencias, asignen el mismo significado a las mediciones, interpreten de igual forma los cargos, se pongan de acuerdo sobre las tolerancias de materias primas y de productos terminados.

El mismo rigor debe aplicarse en los criterios para aspectos de:

## Metrología legal

- seguridad (por ejemplo en el tránsito y en las medidas preventivas de desastres tales como incendios),
- dosificaciones y análisis médicos (los errores de medición en diagnóstico y en terapia pueden llegar a causar la muerte y, para bien o para mal, cada vez dependemos más de mediciones en aspectos de salud), y
- protección del medio ambiente (por ejemplo para mantener los residuos de plaguicidas y de metales pesados dentro de límites establecidos).

Desafortunadamente siempre habrá quienes, aunque en número reducido, usen de prácticas fraudulentas que dañan a determinados sectores de la comunidad. También, ya sea por ignorancia o por descuido, se dan fraudes no intencionales por mal manejo en la manipulación de instrumentos de medición, cuyo efecto nocivo puede ser igualmente significativo. Debe recordarse que una medición incorrecta es perjudicial a la parte lesionada, sea cual sea la causa.

La metrología legal persigue la creación de confianza y transparencia entre las partes involucradas, a base de pruebas y ensayos ejecutados por organismos imparciales, competentes y autorizados.

Las autoridades de metrología garantizan la corrección por medio de la aprobación de modelos y por la verificación de los instrumentos de medición. Dentro de los límites de una probabilidad asegurada, los propietarios de los instrumentos de medición y sus contratantes pueden confiar en esta corrección y

referirse – en caso de duda – al ensayo estatal del instrumento en cuestión.

No se puede menospreciar la importancia para una comunidad de una adecuada supervisión de medidas e instrumentos de medir. Para que las transacciones comerciales y la economía misma no se tornen anárquicas, el Gobierno está obligado a aplicar una reglamentación del uso de instrumentos de medición así como a ejercer un control razonable de sus usuarios.

Esto es de la mayor importancia para los países en desarrollo, cuya economía se basa en un número limitado de productos agrícolas o minerales, petróleo, etc. y que deben importar la mayor parte de los productos manufacturados y de servicios básicos. Los vendedores de estos bienes y servicios importados conocen bien como protegerse frente a las incertidumbres de las mediciones, y ello puede resultar en que tomen ventaja de quienes los adquieren.

Por otra parte, puede darse el caso de que sea el vendedor quien resulte en desventaja. En Bolivia, por ejemplo, se dieron casos en que los productores y vendedores de caña de azúcar se quejaban de las balanzas de los ingenios azucareros, argumentando que no pesaban la cantidad correcta.

Cuando los productos están sujetos a impuestos, la metrología legal contribuye a una evaluación justa de su valor, un pago justo del impuesto y por ende beneficia tanto al ingreso nacional como al contribuyente.

## Metrología legal

A nivel individual, la metrología legal vela por la protección del consumidor permitiéndole un mayor bienestar y un mejor aprovechamiento de su capacidad adquisitiva

También hay que tomar en consideración que las industrias manufactureras trabajan con una precisión cada vez mayor. Muchas de las nuevas tecnologías de uso común se basan en la aplicación práctica de descubrimientos recientes en física; podemos mencionar el uso de lasers y de fibra óptica, los sistemas de navegación y posicionamiento que emplean señales emitidas por relojes atómicos en los satélites, los que demandan tolerancias dimensionales de 0,1 mm o menos y tolerancias en el tiempo de unos pocos nanosegundos.

Ya en 1993 <sup>(88)</sup>, la tolerancia para la producción de pistones para ciertos motores de automóviles era de alrededor de 7  $\mu$ m, similar a la requerida en la manufactura de relojes mecánicos; ahora bien, qué implicaciones tiene esto para los talleres de reparación?

Los productores pueden recurrir voluntariamente al sistema de metrología legal para verificar sus instrumentos y procedimientos de medición. Esto es particularmente importante en aquellos casos en que las desviaciones de especificación son corregidas en tiempo real. Los sistemas en que el producto es examinado posteriormente a su manufactura con un cierto porcentaje de rechazos, no pueden competir con aquellos en que la totalidad del producto está dentro de las especificaciones <sup>(88)</sup>.

## **1.4. ¿De qué aspectos debe ocuparse la metrología legal?**

Toda persona que enfrente un problema de medición debería poder saber qué medir, cómo medirlo, y cómo evaluar y reportar los resultados.

Existen tres enfoques diferentes: el poder público, los sectores profesionales y la opinión pública. Al crear un sistema de metrología legal y sus autoridades, es necesario determinar la asignación de responsabilidades y de poderes entre estos tres sectores.

Establecer las necesidades futuras en el campo de la metrología legal, demanda determinar los servicios que serán requeridos. Una lista, aunque incompleta, puede incluir:

- industrias de manufactura y otras,
- comercio,
- salud y seguridad,
- protección ambiental,
- ciencia,
- comunicaciones y transporte,
- puesta en vigor de reglamentos gubernativos,
- generación y distribución de energía,
- navegación,
- servicios militares.

## Metrología legal

Los temas de principal interés para la entidad rectora del sistema de metrología legal se centran en:

- protección de los individuos frente a mediciones incorrectas, significativas desde el punto de vista de su salud y seguridad o desde el punto de vista de su situación económica, por medio de acciones ya sea directas o de supervisión,
- aseguramiento de condiciones de igualdad competitiva gracias a mediciones correctas,
- armonización de aspectos metrológicos a nivel nacional, regional e internacional,
- mejoramiento de la capacidad metrológica de pequeñas y medianas empresas,
- trazabilidad de las unidades de medida empleadas hacia patrones nacionales e internacionales,
- diseminación del conocimiento acerca de las unidades de medida a la industria, el comercio y la población,
- disponibilidad de personal especializado competente en todo lo relacionado con la metrología legal,
- ajuste de los gastos involucrados en las mediciones y su supervisión dentro de los requerimientos establecidos,
- uso y fomento de procedimientos uniformes y equivalentes para las pruebas y la supervisión de mediciones,
- cooperación a nivel regional e internacional.

Los diferentes aspectos de mantenimiento de patrones, sistemas de trazabilidad, capacitación de personal, y metrología legal deben desarrollarse dentro de un sistema que garantice la coherencia necesaria entre las diversas actividades metrológicas del país.

Esto demanda una infraestructura metrológica que incluye información, educación, pericia, recursos materiales, facilidades de verificación y calibración. Una cierta infraestructura metrológica existe ya en diversos niveles de desarrollo en la mayoría de los países.

Los elementos básicos de esta infraestructura pueden ser:

- la adopción de un sistema de unidades a ser utilizado en todo el país,
- la puesta en funcionamiento de un instituto o laboratorio nacional de metrología para desarrollar, mantener y diseminar los patrones y para transferir a los usuarios las nuevas técnicas de medición,
- el funcionamiento de una entidad de metrología legal que asesore al Gobierno en aspectos legislativos y normativos, y que tenga a su cargo las tareas de supervisión metrológica; esta entidad puede eventualmente encontrarse en el laboratorio de metrología,
- el sistema de acreditación de laboratorios de pruebas y de mediciones que cumplan con criterios establecidos.

Tiene que existir una mejor comprensión por parte de los órganos de decisión acerca del papel que juega la metrología y la necesidad de asignarle los recursos apropiados, y en países en desarrollo esto implica definir las necesidades y las fuentes de financiamiento.

## Metrología legal

El laboratorio o instituto nacional de metrología, la entidad de metrología legal y el sistema de acreditación demandan una planificación con el objetivo de ofrecer los servicios esperados dentro de los recursos disponibles. Es necesario, por tanto, un cuidadoso inventario de las necesidades en todos los campos relacionados, no simplemente desde el punto de vista del tipo de instrumentos y de la precisión requerida, sino también en lo concerniente a la cantidad anual de verificaciones y su distribución geográfica tomando en cuenta que una gran cantidad de instrumentos que requieren una verificación regular no se pueden traer al laboratorio central. La cantidad de instrumentos sometidos a control legal tiene por consiguiente que estimarse para cada categoría.

Además, no hay que perder de vista que sea cual sea el costo inicial de puesta en marcha de un laboratorio de metrología, a la larga es el costo del personal calificado y de la operación el de mayor impacto desde el punto de vista económico.

Las inversiones que aseguran una buena práctica metrológica en grandes empresas son fácilmente amortizables; en pequeñas y medianas empresas, pueden resultar un importante componente de los costos. Esto es aún más marcado en aquellos países que aún no cuentan con una infraestructura metrológica y donde, por lo tanto, este costo puede incidir negativamente en la competitividad.

Para un país en desarrollo, se aconseja <sup>(77)</sup> que base su planificación de las facilidades metrológicas oficiales en un

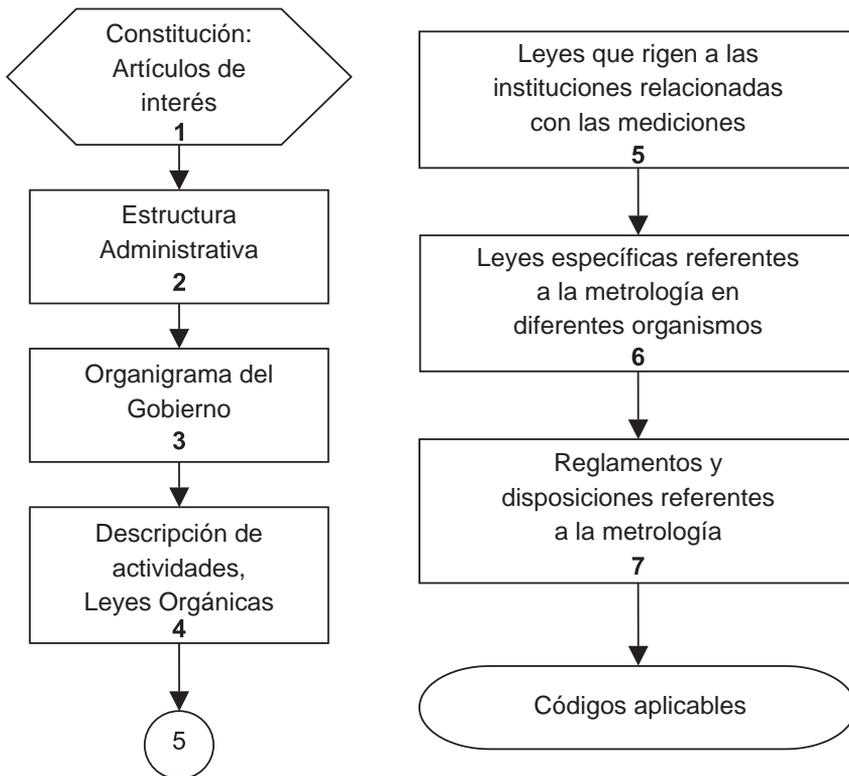
esquema que incluya la supervisión metrológica en una medida ligeramente mayor mediante la verificación de instrumentos que no serían sometidos a control regular en algunos países desarrollados.

### **1.5. Estudio de la situación de la metrología legal en el país**

Para analizar la situación y las necesidades de metrología legal, se pueden seguir dos rutas. En una se analiza el marco legal de la medición de magnitudes, en la otra el análisis se hace sobre todos aquellos elementos sujetos a medición de magnitud.

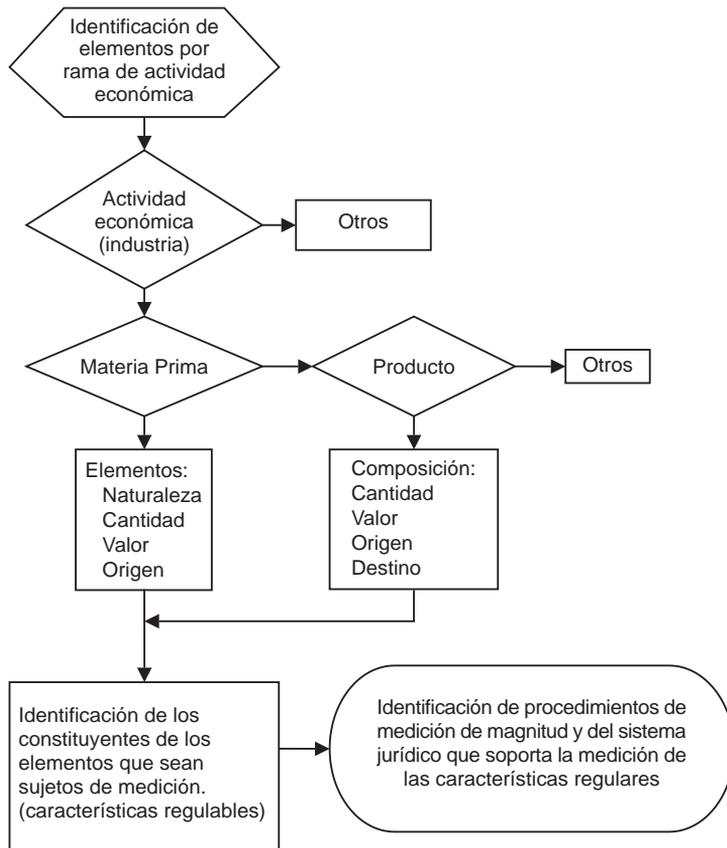
### 1.5.1. Examen del marco legal de la metrología.

En este caso se hace un estudio analítico de todos los elementos jurídicos aplicables a la medición de magnitudes, el cual puede basarse en el diagrama siguiente:



### 1.5.2. Identificación de elementos sujetos a medición de magnitud.

En esta segunda ruta, el análisis se hace sobre todos aquellos elementos sujetos a medición de magnitud, de acuerdo a las diversas ramas de actividad económica.





## 2. Conceptos básicos

En metrología legal se manejan elementos cuyo significado es necesario tener claro.

Estaremos empleando los siguientes:

- metrología,
- metrología legal,
- aprobación de modelos,
- verificación,
- certificación,
- acreditación,
- unidades SI,
- calibración,
- trazabilidad,
- intercomparaciones,
- penalizaciones,
- evaluación metrológica,
- mantenimiento,
- pruebas de conformidad,
- control de preempacados,
- control metrológico,
- vigilancia del mercado.

En metrología, al igual que en toda actividad humana donde a través de la comunicación se intercambia información, no sólo es necesario que las palabras empleadas sean conocidas por todos los interlocutores sino que también tengan el mismo

significado para cada uno de ellos. Dado que estamos en un campo nuevo, con sus técnicas propias y su propio vocabulario, consideramos conveniente revisar algunos de los términos que estaremos empleando aunque a lo largo del texto se entre en mayor detalle de cada uno. Más que simples definiciones, se trata de aclarar los términos empleados por los especialistas aunque siempre que ha sido posible, hemos utilizado las definiciones de aceptación internacional <sup>(33,103)</sup> o las de entidades reconocidas en el campo de la metrología.

### **2.1. Metrología**

Metrología es la ciencia de las mediciones.

La metrología incluye todos los aspectos tanto teóricos como prácticos relacionados con las mediciones, sea cual sea su incertidumbre y en cualesquiera campos de la ciencia o de la tecnología.

En particular se ocupa de:

- la teoría de las mediciones,
- las unidades de medida y su realización física,
- los métodos y procedimientos de medición,
- las características de los instrumentos de medición,
- las personas y entidades involucradas en las mediciones.

## 2.2. Metrología Legal

Existen diversas definiciones de la metrología legal, formales o informales, que no son contradictorias pese a diferir un poco:

La Organización Internacional de Metrología Legal, OIML, en su página de Internet, nos dice que: la metrología legal es el conjunto de procedimientos legislativos, administrativos y técnicos, establecidos por las autoridades públicas o en referencia a ellas y puestos en práctica en su nombre con el fin de especificar y asegurar, de forma reglamentaria o contractual, el nivel apropiado de calidad y de credibilidad de las mediciones relativas a los controles oficiales en el comercio, la sanidad, y el medioambiente.

El Vocabulario Internacional de Metrología Legal, publicado por la misma OIML <sup>(33)</sup>, define la metrología legal como aquella parte de la metrología relacionada con las actividades que resultan de exigencias reglamentarias y que se aplican a las mediciones, a las unidades de medida, a los instrumentos de medición y a los métodos de medición y que son efectuadas por organismos competentes.

La Academia de Ciencias del Institut de France <sup>(1)</sup>, establece que la metrología legal, forma moderna del control de pesas y medidas, es la actividad por medio de la cual el Estado decide intervenir por vía reglamentaria sobre ciertas categorías de instrumentos de medición (aquellos empleados para las transacciones comerciales) o sobre ciertas operaciones de

## Metrología legal

medición (salud pública, seguridad pública, protección del medio ambiente).

Para la Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB, de Alemania <sup>(23)</sup> : la metrología controlada y regulada por disposiciones del Estado es calificada de “metrología legal”. La metrología legal abarca los campos en los cuales existe un especial interés público en la corrección de los dispositivos de medición y las medidas indicadas. Estos campos abarcan todas las mediciones oficiales efectuadas, por ejemplo, para asuntos de aduana e impuestos o para la vigilancia del tráfico, y sobre todo en las transacciones comerciales que involucren balanzas, contadores eléctricos, instrumentos para medir líquidos, etc. También toma en consideración los aspectos de protección de la salud y del medio ambiente.

Para algunas personas, la metrología legal es aquella parte de la metrología que actúa cuando existe posibilidad de conflicto, particularmente cuando el afectado no tiene las posibilidades o la pericia para evaluar las mediciones.

### **2.3. Aprobación de modelos**

Lo que se conoce como la aprobación de modelos consiste básicamente en dictaminar si un determinado tipo o modelo de instrumento de medición es adecuado para cumplir con las acciones para las cuales ha sido diseñado y construido.

La aprobación de modelos puede ser aplicada a instrumentos que por ley requieran de verificación obligatoria o bien puede ser solicitada por el propio fabricante del instrumento.

El ensayo llevado a cabo tiene por objeto averiguar si los instrumentos probablemente cumplirán con los requisitos fijados para la corrección y fiabilidad durante el plazo de validez especificado para la verificación.

### **2.4. Verificación**

Los términos verificación y certificación no son empleados en forma homogénea en todos los países. En este documento nos basamos en el significado utilizado por PTB de Alemania por considerar que tiene mayor claridad.

La verificación de un instrumento o de una medida materializada consiste de las pruebas técnicas llevadas a cabo *por autoridad competente* de acuerdo a los reglamentos, junto con la marcación correspondiente.

En este contexto, entendemos por medida materializada un dispositivo que permite proveer o reproducir en forma permanente durante su empleo, uno más valores conocidos de una magnitud dada. Ejemplos de medidas materializadas pueden ser pesas, una resistencia eléctrica patrón, un material de referencia en química.

## Metrología legal

La verificación es una acción preventiva en la cual los instrumentos son examinados para ver si cumplen con las características de modelo aprobado y los límites de error prescritos.

Por medio de la verificación, son las autoridades metrológicamente competentes quienes garantizan que los instrumentos son adecuados y que las mediciones son correctas. Pone en juego la confianza en los exámenes independientes y supervisados así como la protección de manipulaciones de los instrumentos después de haber sido examinados. Es tarea central de la metrología legal mantener la confianza ciudadana en la corrección de los instrumentos de medición.

La duración de la validez de una verificación suele ser limitada por lo que los instrumentos deben ser marcados para indicar el año en que ésta expira.

Adicionalmente, se establecen sistemas de verificaciones subsiguientes a la verificación inicial, los cuales toman en consideración el tipo de instrumento en cuestión.

### **2.5. Certificación**

A diferencia de la verificación, en la certificación las pruebas oficiales son llevadas a cabo por un *centro o laboratorio acreditado*.

## **2.6. Acreditación**

Según la agrupación interamericana de acreditación conocida por sus siglas en inglés, IAAC (InterAmerican Accreditation Cooperation), la acreditación es el procedimiento por el cual una autoridad reconocida en la materia provee un reconocimiento formal a una persona o institución sobre su competencia para llevar a cabo tareas específicas.

Los centros acreditados pueden asociarse a fabricantes o a entidades de servicios públicos. En todo caso, estos centros son inspeccionados a intervalos regulares por las autoridades de acreditación.

Aún cuando se trate de entidades privadas, desde el momento en que se les delega ciertos poderes por parte del Estado, estas organizaciones representan los intereses del Estado.

## **2.7. Unidades SI**

Una unidad de medida es una magnitud particular, definida y adoptada por convención, con la cual se comparan las otras magnitudes de igual naturaleza para expresarlas cuantitativamente en relación a dicha magnitud.

En particular, las unidades del Sistema Internacional de Unidades, SI, son establecidas por la Conferencia General de Pesas y

## Metrología legal

Medidas, CGPM, entidad que agrupa a todos los países signatarios de la llamada Convención Internacional sobre el Tratado del Metro y que funciona desde 1875, actualmente con 51 Estados miembros y 16 asociados.

Es necesario que las mediciones sean expresadas en términos de unidades tales que los resultados sean repetibles a largo plazo y que sean coherentes con otras mediciones hechas en cualquier campo de la ciencia y la tecnología. Estos requerimientos han llevado a que las unidades de base (con la excepción del kilogramo) se basen no ya en artefactos sino en constantes físicas llamadas fundamentales.

En la actualidad, el sistema SI es usado casi universalmente en comercio, ciencia y tecnología. Aún en los Estados Unidos de Norteamérica, que podría verse como el último bastión del sistema libra-pie-segundo, se está dando el movimiento hacia la adopción gradual del sistema SI.

La aplicación práctica del SI, para la gran mayoría de usuarios que no cuenta con medios propios para una materialización directa de las unidades, se hace a través de un sistema nacional basado en unidades realizadas o mantenidas en un laboratorio nacional de metrología el cual es generalmente el encargado de la metrología científica a nivel nacional.

## 2.8. Calibración

La calibración <sup>(103)</sup> es el grupo de operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre valores indicados por un medio de medición o por un sistema de medición, o valores representados por una medida materializada, y los correspondiente valores conocidos de una magnitud medida. Por “valores conocidos” se entiende, comúnmente, los valores (convencionales) verdaderos atribuidos a los patrones y equipos usados como referencias en la calibración.

El certificado de calibración incluye datos de los resultados de la calibración y garantiza que, cuando ello se especifica, el instrumento de medición calibrado puede ser trazado hacia los patrones nacionales.

## 2.9. Trazabilidad

Por trazabilidad<sup>1</sup> se entiende la propiedad de una medición o del valor de un patrón, de estar relacionado a referencias establecidas, generalmente patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena continua de comparaciones, todas ellas con incertidumbres establecidas.

<sup>1</sup> Nota de los autores: aunque opinamos que el término correcto es rastreabilidad y no trazabilidad, hemos conservado este último a lo largo del texto por ser el comúnmente empleado por los metrologos.

Dicho en forma simplista, los instrumentos de medición se evalúan contra ciertos patrones de trabajo para determinar que estén correctos dentro de límites aceptables; estos patrones de trabajo se evalúan contra patrones nacionales que son los determinantes a nivel nacional y que, a su vez, son evaluados contra patrones internacionales para asegurar que las mediciones tengan validez internacional. A lo largo de toda esta cadena se determinan y documentan las condiciones y características encontradas.

### **2.10. Intercomparaciones**

En particular aunque no exclusivamente en el campo de los análisis químicos o biológicos, se suelen llevar a cabo intercomparaciones. Los laboratorios involucrados llevan a cabo una misma determinación o reciben todos una muestra equivalente para su análisis, y los resultados obtenidos se comparan. Este sistema permite detectar errores comunes con una misma técnica, determinar aquellos laboratorios cuyos procedimientos de análisis dan consistentemente resultados coherentes y evaluar materiales de referencia. Cuando existen dificultades de calibración, por ejemplo en el campo de las telecomunicaciones <sup>(10)</sup>, las comparaciones interlaboratorios son una manera alterna de establecer sistemas de calibración.

Si la calibración de patrones y la verificación de instrumentos de medición conforman una estructura jerárquica vertical, las intercomparaciones equivalen en cierta forma a una estructura

horizontal que puede llegar a complementar o a substituir el uso de patrones nacionales. Es por medio de intercomparaciones que se llega al establecimiento de acuerdos o arreglos de reconocimiento mutuo – comúnmente llamados MRAs por sus siglas en inglés Mutual Recognition Agreements/Arrangements; éstos permiten que un instrumento, un procedimiento, un resultado de medición aceptados en uno de los países firmantes del acuerdo tengan la misma validez en los demás países con lo que se pueden evitar engorrosas y costosas repeticiones de pruebas cuando, por ejemplo, se establecen entre los países firmantes transacciones comerciales que requieren esas pruebas.

### **2.11. Penalizaciones**

Puesto que la metrología legal busca el cumplimiento de las leyes y reglamentos relacionados de alguna forma con las mediciones, también considera qué hacer en aquellos casos en que no se cumplan.

Este puede ser el caso de manipulaciones para falsear las lecturas de medidores, por ejemplo de electricidad y de agua, o bien alteraciones de registros, documentos, sellos, etiquetas de los instrumentos de medición.

También se considera una falta el que productos preempacados no declaren correctamente la cantidad de su contenido, no tengan el contenido declarado o que tengan una presentación o etiquetado que induzca a falsas interpretaciones.

Para casos como éstos se suele establecer un sistema de penalizaciones que desincentive estas prácticas.

### **2.12. Evaluación metrológica**

Se le llama evaluación metrológica a una verificación hecha ya sea por la autoridad de verificación o por un centro acreditado y bajo supervisión directa de su responsable, *a solicitud de una persona que tiene dudas fundadas acerca de la corrección de un instrumento de medición.*

Los casos de evaluación metrológica se dan más frecuentemente en medidores de electricidad, gas, calor y agua.

En algunos países, Alemania por ejemplo, si el instrumento resulta correcto, el solicitante debe cubrir los gastos de la evaluación. Si efectivamente el instrumento no funciona correctamente, el solicitante no está obligado a este pago y puede incluso reclamar compensación por daños y perjuicios.

### **2.13. Mantenimiento**

En algunos casos la corrección de los instrumentos de medición solamente puede ser garantizada si se les da un mantenimiento regular, por ejemplo reparaciones, cambio de componentes o unidades, ajustes. En estos casos el mantenimiento puede substituir a las verificaciones secundarias.

Para tener validez de verificación, este mantenimiento debe ser hecho por servicios de mantenimiento oficialmente reconocidos, autorizados y supervisados por las autoridades competentes, empleando patrones trazables a un patrón nacional.

### **2.14. Evaluación o pruebas de conformidad**

En países de la Unión Europea la responsabilidad por la corrección de los instrumentos de medición puede ser delegada por el Estado a los fabricantes mediante las pruebas o ensayos de conformidad, tanto en el campo regulado como en el no regulado.

De hecho, se vislumbra que la verificación por una autoridad competente será reemplazada cada vez más por el ensayo de conformidad ejecutado por el fabricante. El Estado ya no se dedicará tanto a los ensayos de los instrumentos de medición, sino sobre todo al control de los sistemas de calidad del fabricante de instrumentos de medición con el fin de que las pruebas de conformidad que éste ejecute puedan tener la validez legal necesaria.

### **2.15. Control de productos preempacados**

Cuando hablamos de productos preempacados, nos referimos a todos aquellos productos que no son sujetos a alguna medición al momento de la transacción. El caso más obvio es el de todos

## Metrología legal

aquellos productos ya empacados adquiridos en tiendas o supermercados: aceite embotellado, harina en bolsas, lácteos, sardinas enlatadas, cereales en cajas, jaleas, dentífricos, cosméticos, productos de limpieza, etc. Pero el término también es aplicable a medicamentos, pinturas, cemento, alambre espigado, fertilizantes, plaguicidas ... la lista podría ser muy larga.

En el caso de productos preempacados, los controles buscan garantizar al comprador que la cantidad especificada en el empaque es la que efectivamente está recibiendo, dentro de ciertos límites preestablecidos de acuerdo al producto y al tipo de empaque.

### **2.16. Control metrológico**

El control metrológico puede comprender:

- la aprobación del diseño y del modelo,
- la verificación inicial,
- la verificación después de reparación o modificación,
- la verificación periódica,
- la vigilancia e inspección.

El control metrológico se establece por parte del Estado con el fin de velar por la corrección y exactitud de las mediciones; colaborar, a través del control de los instrumentos biomédicos, a la protección de la salud y seguridad ciudadanas y evitar los

fraudes en perjuicio de los consumidores, con especial atención al control metrológico de los productos preenvasados.

### **2.17. Vigilancia del mercado**

Para algunos, la vigilancia del mercado se enfoca no ya a los modelos y tipos de instrumentos sino a una inspección de instrumentos individuales de medición que se encuentran en uso en el mercado.



### 3. **Ámbito de acción de la metrología legal**

La metrología legal contiene toda la normativa oficial y actúa a través de los organismos adecuados para que se cumplan las leyes relacionadas con mediciones. En particular, debe asegurar que:

- las unidades que se empleen sean de uso común, acorde a las disposiciones nacionales e internacionales,
- se mantengan los patrones correspondientes,
- los tipos de instrumentos de medición empleados sean los oficialmente aprobados,
- los instrumentos de medición sean verificados en los períodos establecidos,
- los organismos encargados de acciones de control estén debidamente acreditados y hagan su trabajo con una supervisión adecuada,
- los aparatos e instrumentos de medición en uso en el país cumplan las disposiciones legales vigentes,
- los productos que se venden en el mercado previamente empacados, cumplan las disposiciones de cantidad o número de contenido.

El impacto de la metrología legal se hace sentir en el comercio, la salud y seguridad de las personas, la conservación del ambiente y en el actuar de los entes productores de bienes y servicios.

## Metrología legal

El accionar de la metrología legal está dirigido a asegurar la calidad de las mediciones por medio del control de los instrumentos y de los procedimientos de medición.

Se originó de la necesidad de asegurar un comercio justo pero luego evolucionó hacia otras aplicaciones de la metrología, particularmente en lo tocante a salud, seguridad y protección del ambiente. En muchos países también están regulados otros aspectos de la metrología, como por ejemplo la trazabilidad a patrones nacionales, y por ello estos aspectos caen también dentro del ámbito de la metrología legal.

Normalmente, la metrología legal es implementada por medio de reglamentaciones de aplicación general aunque también puede aparecer en contratos firmados por un número limitado de partes.

Se aplica principalmente a los instrumentos de medición al especificar los requerimientos de desempeño que deben cumplir y los procedimientos para usarlos y comprobarlos. También puede aplicarse a resultados de mediciones al especificar requerimientos de exactitud y de aceptabilidad.

Cabe destacar que no existe un modelo único de aplicación de la metrología legal; depende del ordenamiento político y jurídico de cada país, de sus condiciones económico sociales, del entorno en que se encuentra. Por ejemplo, en los últimos años los países de la Unión Europea han debido modificar su legislación y administración de la metrología legal a la luz de las directivas de

la Unión Europea. Más adelante hablaremos un poco más de esto.

La metrología legal es una forma moderna y ampliada del control de pesas y medidas. Es la actividad por la cual el Estado interviene por vía reglamentaria sobre ciertas categorías de instrumentos de medición (principalmente los empleados para transacciones comerciales) o sobre ciertas operaciones de medición (relacionadas con salud pública, seguridad pública, protección del ambiente).

Extiende su acción en varias direcciones:

- la calidad de los instrumentos empleados en transacciones comerciales con el fin de asegurar la fiabilidad de las mediciones y evitar fraudes; es una herramienta de reglamentación económica,
- trabaja también en función del Estado asegurando que los controles estatales sean seguros, equitativos y eficaces,
- tiene impacto sobre el sector empresarial ayudando a las empresas a que cuenten con instrumentos de medición adaptados a sus necesidades.

Vale aclarar que el término “instrumentos de medición empleados en las transacciones comerciales” tiene hoy en día un significado muy amplio al incluir aspectos como la reglamentación de tránsito (radares en las carreteras, tacómetros en camiones y transportes colectivos) o la salud pública (termómetros, balanzas y medidores de presión para uso médico).

## Metrología legal

En general se puede hablar de tres situaciones en las cuales se lleva a cabo el control:

- al momento del diseño de un instrumento de medición, por la aprobación de modelo,
- al momento de su fabricación y puesta en uso, por las pruebas de conformidad o la verificación primaria,
- durante su utilización, por las verificaciones periódicas.

Podemos también distinguir dos tipos de actividades metrológicas. La primera trata de la fiscalización y la verificación de los equipos empleados en mediciones comerciales y puede clasificarse como actividad mecánica de la metrología. La segunda trata de la forma de uso de estos equipos y abarca todas las actividades de supervisión.

En las actividades mecánicas, es deber del metrólogo inspeccionar y comparar con los patrones, a intervalos regulares, todos los instrumentos o dispositivos de medición empleados en transacciones comerciales dentro de su jurisdicción.

En el aspecto de supervisión se incluyen actividades tales como la verificación de mercaderías que estén almacenadas para venta o previamente acondicionadas, verificación de carga de productos comercializados a granel (combustibles, arena, piedrín y otros), investigación de denuncias de prácticas desleales, educación de los compradores en cuanto a sus derechos y obligaciones de conformidad con la legislación metrológica.

Normalmente la llamada actividad mecánica debe tener precedencia sobre la supervisión puesto que sin equipo apropiado y correcto no se puede exigir a un comerciante que haga uso correcto del instrumento. Sin embargo, es desaconsejable obviar todo trabajo de supervisión en favor de las actividades mecánicas<sup>(45)</sup>.

Ello no significa que la entidad responsable de la metrología legal deba ser la responsable de la totalidad de estas tareas.

De hecho en muchos países existen ministerios o secretarías con responsabilidades directas en comercio, salud, justicia, aduanas, ambiente, etc. en los cuales se llevan a cabo actividades que caen dentro del campo de acción de la metrología legal sin que muchas veces este hecho sea percibido claramente y sin la necesaria coordinación entre los entes involucrados lo cual no favorece un desarrollo sano y coherente de la metrología legal.

### **3.1. Normativas oficiales**

Idealmente, un estudio del marco legal de la Metrología debe iniciarse con la lectura de la Carta Fundamental o Constitución del Estado bajo examen puesto que los títulos o capítulos indicarán cuáles son los organismos de gobierno y las leyes que regulan el funcionamiento de cada uno de ellos.

En el texto de las leyes se encontrarán las instituciones encargadas de tareas específicas así como la indicación de los

## Metrología legal

reglamentos que hacen operativas las leyes y las instituciones en cuestión.

Por su parte, la revisión de leyes y reglamentos mostrará la estructura general del gobierno y a partir de este conocimiento se infieren las subestructuras normativas de las actividades que involucren mediciones.

Como interesa hacer el perfil institucional y operativo de la metrología, en la revisión se identifican las instituciones de gobierno que se encargan de los distintos aspectos de las mediciones.

Con la identificación de las instituciones y leyes relacionadas con la metrología, se obtiene un mapa general. Para exponer en forma coherente el marco legal de la metrología, es preciso clasificar por temas la información contenida en el mapa.

Por ejemplo, supongamos que la Constitución establece que el tema salud está a cargo del Organismo Ejecutivo y que éste lo atiende a través del Ministerio o Secretaría de Salud Pública; éste a su vez se rige por una ley y sus reglamentos. En las leyes complementarias y sus reglamentos se especifican actividades entre las que podrían por ejemplo estar la atención hospitalaria, el control de alimentos, los controles epidemiológicos, etc. y el examen señalará qué instituciones deben llevar a cabo las actividades específicas, qué mediciones deben hacerse, en qué bienes y servicios y en qué forma. La reglamentación involucrada comprenderá normas, patrones, procedimientos, convenios, etc.

Para mayor claridad veamos otro caso, el de Comunicaciones y Construcción que, de acuerdo a la Carta Fundamental, esté a cargo de un Ministerio o Secretaría de Comunicaciones. Dentro del mapa de actividades derivado de la ley constitutiva de dicho Ministerio, su reglamento, leyes complementarias y sus reglamentos, se encontrarán actividades relacionadas con vías de comunicación (carreteras, vehículos de transporte, líneas férreas, puertos marítimos y fluviales, aeropuertos, etc.), otras relacionadas con la construcción (localización, diseños, materiales tales como cemento y acero, etc.), otras más en el campo de las telecomunicaciones. Cada actividad posiblemente esté regida por leyes específicas y sus reglamentos que impliquen, implícita o explícitamente, mediciones y su control. Es el caso de las telecomunicaciones para las cuales se viene discutiendo, a nivel hemisférico, la armonización de una serie de aspectos de normalización, procesos de certificación y acuerdos de reconocimiento mutuo <sup>(10)</sup>.

El papel del gobierno en el área de metrología puede definirse como la obligación de asegurar la existencia y la correcta operación de un sistema nacional que básicamente incluya:

- la aceptación y definición de unidades de medida para evitar el uso de incompatibles,
- el mantenimiento de patrones nacionales para las unidades de base, asegurando su trazabilidad con los patrones internacionales,

## Metrología legal

- la organización de la cadena de trazabilidad entre los procedimientos de medición y los patrones nacionales e internacionales,
- el establecimiento de la metrología legal con sus diversas actividades,
- el establecimiento de sistemas de acreditación para laboratorios de metrología,
- la participación en la investigación, capacitación e información relacionadas con la metrología.

En el caso particular de la metrología legal, el control legal se ejerce sobre todos aquellos artefactos que miden magnitudes en transacciones comerciales o en aspectos que inciden en la salud y seguridad de la población y en el ambiente. Estos artefactos pueden ser inspeccionados ya sea en forma individual o por análisis estadístico sobre muestras tomadas de lotes homogéneos.

En metrología legal, se considera que un instrumento de medición cumple con los reglamentos legales si el valor que indica es menor o igual al error máximo permisible cuando la prueba de verificación es llevada a cabo por una entidad de verificación bajo condiciones estándar y la incertidumbre a un nivel de probabilidad del 95% es pequeña comparada con el límite de error prescrito.

Cabe hacer notar que, si en la metrología científica se busca lograr una medición *tan exacta como sea posible*, en la metrología legal lo que se persigue es una medición *tan exacta como sea necesario*.

### **3.1.1. Mantenimiento de patrones y transferencia de unidades**

Por lo general, los patrones nacionales se ven sometidos a una calibración inicial, en el laboratorio nacional de metrología del país de fabricación u ocasionalmente en el BIPM (Bureau International des Poids et Mesures).

La entidad responsable por el mantenimiento de los patrones debe asegurar que éstos se conserven y utilicen de forma correcta.

La necesidad de recalibración está determinada por:

- la exactitud requerida a nivel nacional,
- los posibles cambios del valor del patrón con el tiempo bajo las condiciones atmosféricas locales,
- los cambios posibles o sospechados del valor del patrón debido a su uso.

La entidad rectora de la metrología legal tiene asimismo la responsabilidad de la transferencia de las unidades, materializadas en los patrones nacionales, hacia toda la cadena de patrones de referencia y patrones de trabajo, de forma que toda medición pueda ser trazada hacia el patrón nacional correspondiente y, por ende, a los patrones internacionales.

### **3.1.2. Aprobación de modelos,**

La aprobación de modelos para instrumentos de medición se aplica tanto a los instrumentos producidos nacionalmente como a los importados. Es una primera medida preventiva tomada por el Gobierno para proteger a los ciudadanos de los efectos del empleo de instrumentos incorrectos de medición.

La aprobación de modelo es un acto administrativo por medio del cual los instrumentos de medición sujetos a la verificación obligatoria son aprobados para verificación nacional (o en su caso para una verificación regional primitiva) a petición del fabricante.

Normalmente están sujetos a verificación obligatoria los instrumentos de medición relacionados con actividades comerciales, asuntos oficiales, tránsito, manufactura y análisis de medicamentos, seguridad ocupacional y ambiental, mediciones médicas.

El ensayo sirve para determinar si se puede esperar que los instrumentos cumplan con los requisitos fijados para la exactitud y la fiabilidad durante el plazo de validez especificado para la verificación. Un criterio importante de los ensayos es la resistencia de los instrumentos de medición a influencias del ambiente tales como temperatura, humedad, vibraciones y campos electromagnéticos. Además, los instrumentos de medición deben estar suficientemente protegidos contra una falsificación de los valores de medición por errores de manejo o por manipulaciones.

En el caso de una terminación exitosa de los ensayos de aprobación, el solicitante recibe un certificado de aprobación con una marca de aprobación que debe ser aplicada sobre todos los instrumentos de medición del modelo en cuestión, en un lugar bien visible.

La aprobación otorgada significa una comprobación de la calidad y un requisito importante para la venta de los instrumentos.

Actualmente en Europa, los instrumentos de modelo aprobado que hayan sido verificados en uno de los países de la Unión Europea pueden ser vendidos y utilizados en los demás países de la Unión sin necesidad de ser nuevamente examinados.

También en Europa, cuando existe una Directiva de la Unión Europea para una categoría de instrumentos, esta Directiva debe ser convertida en ley nacional.

Por su parte, la OIML estableció en 1991 un Sistema de Certificados por medio del cual se asigna un certificado a los tipos de instrumentos que cumplen los requerimientos de las Recomendaciones OIML pertinentes y que han pasado las pruebas, de conformidad con los procedimientos establecidos en dichas Recomendaciones.

Puede también darse lo que podríamos llamar una “desaprobación” de modelos, cuando se prohíbe por ley el uso de determinado tipo de instrumentos de medición. A título de ejemplo, un decreto publicado en el Uruguay en 1994 prohíbe el

uso, a partir del año 1995, de balanzas tipo “báscula de pilón” facultando a las autoridades correspondientes a incautar y destruir tales instrumentos.

### **3.1.3. Controles (verificaciones, certificaciones, pruebas de conformidad, etc.)**

Cuando ha sido aprobado un modelo, los instrumentos pueden ser ya puestos a disposición de los usuarios. Los instrumentos individuales del modelo aprobado, son verificados por las autoridades de verificación o tomando la forma de una certificación por delegación de esta tarea a entidades acreditadas.

Se examina si el instrumento de medición presentado está conforme con los reglamentos u ordenanzas correspondientes y si cumple los requisitos y la aprobación del modelo. El criterio más importante suele ser la observación de errores máximos permitidos fijados en el reglamento.

La exactitud de un instrumento de medición puede cambiar con el tiempo, p.e. debido a desgaste o envejecimiento. Por esta razón, el plazo de validez de la verificación es limitado y depende del tipo de instrumento. En Alemania, por ejemplo, los taxímetros tienen un plazo de validez de la verificación de un año, las balanzas de mostrador y los surtidores de estaciones de gasolina de dos años, los contadores de agua y los contadores eléctricos tienen un plazo de 6 y de 16 años respectivamente, ambos eventualmente prolongables.

En el caso de instrumentos de medición instalados en gran número, tales como contadores de gas, contadores de agua, contadores eléctricos, para prolongar el plazo de validez de la verificación se puede hacer un ensayo por muestreo en lugar de la verificación posterior. Con estos métodos se logra reducir considerablemente los gastos de ensayo para las empresas de suministro.

Siempre en Alemania, para los medidores de gas, agua, electricidad y calor, la verificación es hecha en los centros de ensayo reconocidos por el Estado. La mayoría de estos centros están instalados en las empresas de suministro de agua y energía y en algunas casas constructoras de estos instrumentos. La corrección de los ensayos se garantiza a través del empleo de dispositivos de medición ensayados a su vez por el PTB y del control metrológico de los centros de ensayo realizado a intervalos regulares por las autoridades de verificación.

Todos estos servicios están sujetos a tarifas específicas.

Cuando la verificación es hecha por el propio fabricante del instrumento de medición, hablamos de declaración de conformidad o pruebas de conformidad. En este caso, el fabricante mismo certifica que sus instrumentos de medición corresponden a la aprobación de modelo. Usualmente, la empresa debe contar con un sistema de calidad que cumpla con los requisitos de las normas regionales o internacionales y el sistema de calidad será supervisado a intervalos regulares.

## Metrología legal

La verificación posterior puede ser substituida por el mantenimiento o por mediciones comparativas ejecutadas por personas instruídas en la materia.

En Europa, se está empleando este procedimiento, para trasladar cada vez más al fabricante la responsabilidad por la justeza de los instrumentos de medición.

### **3.1.4. Supervisión o vigilancia de organismos encargados de acciones específicas**

Las formas concretas de supervisión metrológica deben tomar en consideración las características propias del país tales como su sistema económico, la organización de su sistema legal, su organización territorial, etc.

Por otra parte, el uso actual de instrumentos de medición controlados por computadora cuyas funciones están en gran parte determinadas por el logicial, demandará nuevos procedimientos de verificación inicial y periódica.

Es probable que en el futuro, sean cada vez más comunes las pruebas de conformidad efectuadas por el fabricante de los instrumentos de medición. Ello significará un cambio de énfasis en las tareas de las autoridades de metrología; deberán llevar a cabo un número menor de pruebas pero las actividades de supervisión serán mayores.

En algunos países, como es el caso de Colombia <sup>(96)</sup>, se “plantea la obligatoriedad de contar con laboratorios de calibración acreditados por la Superintendencia de Industria y Comercio en todas las empresas que presten servicios públicos domiciliarios en los cuales sea obligatoria la medición para facturar el servicio, estas empresas igualmente se les obligará a la calificación periódica de sus instrumentos de medición.”

Ahora bien, pueden presentarse conflictos de interés cuando un proveedor o fabricante tiene a su cargo las tareas de verificación y por ello se hace necesaria una fuerte y efectiva supervisión.

El determinar si un instrumento de medición funciona correctamente no es necesariamente función del usuario. Las pruebas de verificación posteriores siguen siendo responsabilidad de las autoridades de metrología como lo es también la supervisión de las entidades certificadoras o de las de mantenimiento y reparación con la subsiguiente certificación.

### **3.1.5. Acreditaciones,**

La acreditación es el reconocimiento formal de que un organismo de certificación, de inspección, un laboratorio de ensayo o de metrología, tiene la competencia técnica y la idoneidad requeridas para ejecutar aquellas funciones específicas para las cuales le ha sido concedida la acreditación.

## Metrología legal

La acreditación es una garantía para el usuario de que el ente acreditado es independiente y competente y que sus servicios son proporcionados en forma efectiva en términos de tiempo y costo.

Las entidades de acreditación están sujetas por su parte a una vigilancia regular por un cuerpo con la autoridad necesaria, a menudo de tipo gubernamental.

La acreditación de laboratorios es una forma de determinar que un laboratorio tiene la competencia para llevar a cabo tipos específicos de pruebas, mediciones y calibraciones. Permite que quien necesite chequear o calibrar un producto, material o instrumento, pueda encontrar un servicio confiable para ello. También le permite al propio laboratorio determinar si está trabajando correctamente bajo las normas apropiadas. Las empresas manufactureras pueden asimismo emplear la acreditación de laboratorio para asegurar que las pruebas hechas internamente a sus productos están siendo correctas.

La adopción de una guía internacional, la ISO/IEC 17025, asegura un enfoque uniforme al determinar la competencia de un laboratorio y permite establecer acuerdos internacionales de reconocimiento para los sistemas de acreditación.

### **3.1.6. Vigilancia del mercado**

Por vigilancia del mercado entendemos la determinación del cumplimiento generalizado, a nivel individual, de los reglamentos pertinentes a los instrumentos de medición.

En la Unión Europea <sup>(14)</sup>, se considera que la finalidad de la vigilancia del mercado consiste en garantizar el cumplimiento de las disposiciones de las directivas aplicables en toda la Comunidad. Los ciudadanos tienen derecho a un nivel equivalente de protección en todo el Mercado Único, independientemente del origen del producto. Asimismo, la vigilancia del mercado es importante para el interés de los agentes económicos, debido a que ayuda a eliminar la competencia desleal.

Para los europeos, la vigilancia del mercado comprende dos fases principales:

- las autoridades nacionales de vigilancia deben supervisar que los productos comercializados cumplan las disposiciones de la legislación nacional aplicable que transpone las directivas del Nuevo Enfoque, y
- posteriormente, y en su caso, deben adoptar medidas para asegurar la conformidad.

Desde el punto de vista de la metrología legal, las medidas de vigilancia ejercidas sobre fabricantes, importadores, comerciantes, servicios de mantenimiento, reparadores y usuarios tienen como finalidad garantizar que los instrumentos de medición

## Metrología legal

cumplen con los requerimientos, que se les hacen las pruebas y se les marca de acuerdo a los reglamentos, y que se utilizan en forma adecuada.

La ignorancia de la ley no es una excusa aceptable para el no cumplimiento. Responsabilidad del dueño del instrumento es obtener un servicio regular para hacer que el instrumento se pruebe de manera periódica para que conserve su capacidad de operación dentro de la tolerancia prescrita y en cumplimiento de las especificaciones aplicables.

De manera similar, un empacador debe utilizar patrones exactos para ajustar las máquinas que llenan los paquetes y tener un sistema de control de calidad que mantenga la variación individual de los paquetes dentro de un límite aceptable para que el peso promedio del producto cumpla con la declaración de cantidad.

La vigilancia de mercado debería asegurar que todos los instrumentos de medición sujetos a verificación se verifican y ésto debe hacerse bajo la supervisión directa de las autoridades<sup>(99)</sup>.

Hay que recordar que la tarea fundamental de la metrología legal no consiste en obtener ganancias. Abarca aspectos técnicos y de vigilancia y generalmente el cobro por servicios técnicos aporta fondos para cubrir los gastos del ejercicio de la vigilancia; lo cual es considerado por algunos como un argumento en contra de una privatización total de los servicios de metrología legal.

### **3.1.7. Control de productos preempacados.**

En metrología legal se entiende por productos preempacados (o premedidos, o acondicionados) aquellos productos en empaques de diferentes tipos, formas y tamaños que son empacados y cerrados previo a ponerse a disposición del consumidor. En estos empaques, la cantidad de producto contenido no puede variar sin que el empaque sea abierto o alterado de forma considerable.

Los preempacados deben tener algún tipo de etiquetado con indicaciones claramente legibles sobre su contenido en términos de cantidad ya sea en masa, volumen, longitud, área o número de unidades. Los empaques deben ser diseñados de forma que no parezcan tener un contenido de producto mayor del real.

A medida que los instrumentos de medición van siendo menos usados en la venta directa al consumidor, la verificación de mercaderías preempacadas se torna más importante.

Los reglamentos técnicos relacionados con el etiquetado de los preempacados suelen establecer requerimientos para que aparezcan claramente cuando menos:

- la identidad del producto,
- el nombre y dirección del fabricante, empacador, distribuidor o importador,
- la cantidad neta de producto de acuerdo al tipo de producto y su presentación,

## Metrología legal

- los tipos y tamaños de letras y numerales para indicar el contenido.

Esto no obvia otros requerimientos de etiquetado como puede ser el caso del contenido nutricional en productos alimenticios o las advertencias en caso de productos que puedan representar algún riesgo.

Por razones técnicas, es ahora muy frecuente que la verificación se haga en los propios paquetes, empleando métodos estadísticos de muestreo, substituyendo a la verificación de los equipos y unidades de empaçado.

Para ello, se suelen hacer pruebas, con base en muestreos estadísticos, usualmente en las propias plantas empaçadoras. Se aplican criterios del tipo siguiente:

- el contenido promedio del preempaçado debe ser igual o mayor que el contenido nominal,
- solamente un 2% de los preempaçados verificados puede estar por debajo del primer límite de tolerancia, LT1,
- ningún preempaçado debe estar por debajo del segundo límite de tolerancia, LT2.

Este control puede ser llevado a cabo en las propias instalaciones donde se empaça el producto o por toma de muestras en los diferentes expendios.

## 4. La metrología legal dentro del sistema jurídico de un país

Las leyes de metrología no son idénticas en todos los países ya que deben responder a la estructura legal propia. En el caso de la metrología legal los actores involucrados, con responsabilidades específicas, agrupados o no, son:

- la autoridad normativa,
- los responsables de la infraestructura metrológica,
- la autoridad ejecutora,
- la autoridad supervisora,
- la autoridad de sanciones.

Se puede tener una ley general que cubra todos los aspectos de la metrología y/o leyes relacionadas con aspectos específicos, tales como una ley sobre metrología legal.

La OIML tiene actualmente en preparación y discusión un documento con los elementos esenciales de una ley de metrología, documento del cual se recogen varios aspectos en este capítulo.

Ya mencionamos anteriormente la importancia que tiene analizar la Carta Fundamental o Constitución del Estado para conocer claramente los diferentes organismos de gobierno del país y las leyes que rigen a cada uno de ellos.

## Metrología legal

Es a través del estudio de las leyes que se pueden determinar las instituciones encargadas de tareas específicas y por los reglamentos correspondientes se pueden conocer las actividades que involucren mediciones y por lo tanto los campos en que deberá ejercer su acción la metrología legal dentro del marco legal del país, siempre tomando en consideración que las metas de protección universal de la metrología legal se logran por medio de mediciones tanto preventivas como punitivas.

Hay también que tomar en cuenta que el Derecho está en evolución; podemos poner como ejemplos aspectos como el de las sociedades unipersonales, la existencia de condominios, las nuevas técnicas de pago usando particularmente medios electrónicos, las nuevas técnicas de reproducción con el impacto que están teniendo en los derechos de propiedad industrial, etc.

En el caso de la metrología legal los actores involucrados, con responsabilidades específicas, son:

- la autoridad normativa,
- los responsables de la infraestructura metrológica,
- la autoridad ejecutora,
- la autoridad supervisora,
- la autoridad de sanciones.

Según la estructura legal de cada país, estas responsabilidades pueden estar concentradas en una misma entidad o bien pueden estar parcial o totalmente descentralizadas. Uno de los problemas que se plantea es que la descentralización puede llevar a una

desvinculación dando por resultado que cada quien trata de cumplir con sus responsabilidades al margen de las de las otras entidades.

Trataremos de ser más claros en torno a este punto que es crucial.

Cuando, por ejemplo, la autoridad normativa es diferente de la autoridad ejecutora, pueden darse requerimientos que por circunstancias técnicas o locales no se puedan cumplir. Es el caso de algunas normas ambientales relacionadas con el contenido máximo permisible de dioxina, contenido cuya correcta determinación analítica demanda una exactitud que no se puede obtener en la mayor parte de los laboratorios. Si no podemos llevar a cabo las determinaciones para un supervisión efectiva, qué objeto tiene la inversión en establecer las normas que demandan esas determinaciones?

Otro caso es aquél en el que los responsables de la infraestructura metrológica no tienen por ley en sus manos la aplicación de sanciones. Podrán existir leyes que establezcan las unidades de medida oficiales y los instrumentos de medición aprobados pero, si no existe un sistema adecuado de supervisión y de sanciones a quienes transgredan esas leyes, éstas nunca pasarán de ser letra muerta.

Los autores conocen un caso en que, por ley, el Sistema Internacional, SI, es el sistema legal de unidades de medida. Ahora bien, el agua domiciliar es facturada en metros cúbicos pero los combustibles se despachan en galones. Las distancias

en carreteras están dadas en kilómetros pero los solares para construcción se venden usualmente en varas cuadradas, las extensiones para siembra se expresan en manzanas o caballerías y para algunos cultivos se usan las cuerdas mientras que las telas son compradas por yarda pero los cables eléctricos lo son en metros. Las cebollas y los tomates se venden al menudeo por libra ... y así podrían multiplicarse los ejemplos.

### **4.1. La ley de metrología, leyes y otras disposiciones conexas**

Como es lógico esperar, las leyes de metrología no son idénticas en todos los países ya que deben responder a la estructura legal propia.

Veamos unos pocos casos. La ley en México <sup>(44)</sup> abarca normalización, acreditación, certificación, vigilancia, sanciones y recursos.

En España <sup>(52)</sup>, por mandato constitucional, se asigna al Estado competencia exclusiva para legislar en el ámbito de las pesas y medidas (el antiguo concepto de “pesas y medidas” ha sido subsituido en las nuevas legislaciones por el de “metrología”), así como para la determinación de la hora oficial en España.

En los Estados Unidos de Norteamérica <sup>(100)</sup> no existe una ley nacional de metrología como tal pero los Estados han adoptado, entre otras, una ley común de pesas y medidas.

En general, podemos decir que, ya se trate de una sola ley que englobe todos los aspectos o de varias leyes conexas, deben referirse cuando menos a:

- las unidades de medición legales y autorizadas, su representación física y su campo de aplicación,
- la entidad nacional que tendrá la custodia de los patrones o la realización de las unidades,
- las propiedades de los instrumentos de medición,
- el tipo de actividad para el cual se requiere un control legal de mediciones e instrumentos de medición,
- los aspectos de fabricación, venta, reparación y mantenimiento de los instrumentos de medición,
- el tipo de actividad para el cual se requiere el control metrológico de cantidad de producto (los productos preempacados por ejemplo),
- las entidades nacionales a cargo del control metrológico,
- la forma de operación del control legal (aprobación de modelos, sellos o marcas de verificación, poderes legales),
- tratamiento de las ofensas y procedimientos legales.

Estas leyes y reglamentos están dirigidas al público en general y a las cortes y por ello deben formularse y redactarse en el lenguaje que sea el aceptado por las autoridades legales del país.

Puesto que suele transcurrir un tiempo considerable entre la formulación de las leyes y su puesta en vigor, se recomienda que el texto no contenga elementos técnicos sujetos a cambios. Por ejemplo, es recomendable no incorporarle las definiciones

científicas de las unidades de base las cuales pueden ir con mayor propiedad en un anexo, junto a las tablas de conversión, mientras que las unidades derivadas aceptadas estarán mejor ubicadas en el reglamento de la ley.

En lo concerniente a la legislación específica sobre las diversas categorías de instrumentos de medición, se pueden seguir las Recomendaciones Internacionales de la OIML, que son reglamentos modelo sobre una base acordada internacionalmente.

### 4.2. El modelo de Ley de Metrología de la OIML

La OIML publicó en 1975 un modelo de ley de metrología; este documento está actualmente siendo revisado y actualizado y ha sido puesto a discusión a nivel internacional con el título **Elementos para una ley de metrología** <sup>(61)</sup>. Pese a que no se trata aún de un documento considerado definitivo y a que se refiere a la metrología en general y no exclusivamente a la metrología legal, por ser emanado de la entidad internacional de metrología legal por excelencia, sus consideraciones han servido de base, a veces *verbatim*, para el resto de esta sección.

Las leyes a las cuales se refiere el documento pueden ser una ley general que cubra todos los aspectos de la metrología así como leyes relacionadas con aspectos específicos, tales como una ley sobre unidades legales, una ley sobre trazabilidad, una

ley sobre metrología legal, etc., o leyes más generales tales como una sobre protección al consumidor o una sobre evaluación de conformidad.

Las responsabilidades regulatorias de un gobierno incluyen la salud, la seguridad y las leyes ambientales. Estas funciones son dispares en su naturaleza pero tienen en común el hecho de que el cumplimiento de la ley depende de resultados de mediciones. Por ello, el proceso de medición es de interés directo para el Gobierno. Son por lo tanto esenciales para que el Gobierno cumpla su papel, la disponibilidad de leyes y reglamentos, el control de las mediciones por medio de la supervisión o vigilancia del mercado y el desarrollo de una infraestructura que soporte la exactitud de las mediciones (por ejemplo por medio de la trazabilidad).

La importancia de resultados de medición correctos y confiables es cada vez mayor frente a los rápidos desarrollos tecnológicos y a la emergencia de la sociedad de la información. Los consumidores se ven llamados a tomar diariamente decisiones, basadas en resultados de mediciones, que afectan su bienestar personal y económico, así como para juzgar las acciones y eficiencia de las autoridades públicas.

Dado que los productores y vendedores de la mayor parte de bienes son quienes controlan el proceso de medición empleado en el comercio, los compradores, tanto a nivel personal como de empresas, están en desventaja potencial en lo concerniente a

## Metrología legal

resultados de medición y su interpretación. Esto coloca al comprador en una posición débil y riesgosa.

La comunidad internacional ha adoptado sistemas de unidades, patrones de medición y requerimientos para instrumentos de medición a través de tratados (por ejemplo la Convención del Metro y la OIML). Adicionalmente, las organizaciones regionales de metrología están buscando la armonización de sus requerimientos con la intención de facilitar el comercio y el intercambio de resultados de mediciones. Los documentos y recomendaciones publicados por tales organizaciones son una fuente primaria para estructurar una infraestructura metrológica.

La adopción de un documento, como podría ser una ley de metrología legal, puede darse por:

- la adopción por referencia a una edición específica,
- la adopción por inclusión verbatim del texto en los reglamentos,
- la adopción por inclusión de requerimientos idénticos aunque no de texto idéntico,
- la adopción por inclusión de requerimientos compatibles aunque no idénticos.

Las propuestas deben ser consideradas, seleccionadas y adaptadas por cada país de acuerdo a sus propias necesidades y luego incluídas entre las leyes, decretos gubernamentales, decretos ministeriales, etc. de acuerdo a la constitución de cada

país. Por ejemplo, los temas pertinentes pueden ser distribuidos en una ley sobre unidades legales, una ley sobre evaluación de conformidad, y una ley sobre metrología legal.

Son varios los aspectos recomendados por la OIML para ser tomados en cuenta en una ley de metrología.

La política metrológica debe incluir:

- definición de las unidades de medida,
- desarrollo, mantenimiento y diseminación de los patrones oficiales de medida, asegurando la compatibilidad internacional,
- apoyo al desarrollo de la infraestructura metrológica,
  - desarrollo científico y tecnológico,
  - desarrollo económico,
  - protección de los consumidores y en general de los ciudadanos,
- dirección y financiamiento de las actividades de investigación metrológica,
- desarrollo de la educación y la capacitación de metrólogos, de la industria y del público,
- desarrollo y adopción de reglamentos metrológicos,
- puesta en vigor de reglamentos metrológicos,
- evaluación de conformidad con los requerimientos legales metrológicos,
- información al público sobre temas metrológicos.

## Metrología legal

La infraestructura metrológica requiere de laboratorios, entidades de certificación, centros de capacitación, centros de documentación, consultorías, reglamentos y acciones de puesta en vigor, etc. para poder proveer los servicios necesarios.

En lo concerniente a las unidades legales de medida, su definición, múltiplos y submúltiplos, y notación deben quedar establecidos en normas nacionales. Para facilitar su actualización conforme se dan nuevos desarrollos a nivel mundial y para evitar un exceso de detalles en los documentos puestos a consideración de las entidades legislativas, se recomienda que estas definiciones estén dadas en documentos al nivel más apropiado que permita su actualización.

La ley no solamente determina las unidades legales de medida, sino su materialización y la obligatoriedad de su utilización.

Pueden ser autorizadas otras unidades que no sean las establecidas por la ley, siempre que estén especificadas en normas prácticas y su uso se justifique:

- por las necesidades del comercio internacional,
- cuando son las empleadas en normas internacionales,
- para usos específicos tales como la navegación aérea o marítima,
- para la salud humana,
- para propósitos no comerciales, caseros o de uso común.

Los patrones nacionales deben ser trazables a patrones internacionales o a otros patrones nacionales o bien ser la materialización de la definición de las unidades legales. La trazabilidad puede ser establecida por medio de un sistema nacional de acreditación o por el reconocimiento de trazabilidad a otros signatarios del CIPM MRA (Comité International des Poids et Mesures – Mutual Recognition Agreement).

Cuando se establezca por ley un instituto nacional de metrología éste debe tener los siguientes objetivos:

- establecer el sistema nacional de unidades,
- custodiar y mantener los patrones nacionales de medida,
- llevar a cabo intercomparaciones apropiadas para asegurar la coherencia internacional,
- dirigir los trabajos de investigación para mejorar los patrones nacionales de medida,
- organizar la transferencia de tecnología desde los equipos de investigación hacia la industria,
- estudiar las necesidades de la sociedad para mejorar y diseminar los patrones de medida,
- ser la referencia nacional para el sistema nacional de acreditación de laboratorios de calibración, en lo concerniente a competencia y patrones de medida.
- proveer servicios apropiados de calibración y medición para llenar las necesidades de los usuarios,
- asesorar al gobierno en temas técnicos de metrología,
- participar en trabajos regionales e internacionales,

## Metrología legal

- prestar asesoría a las entidades pertinentes y al público sobre temas metrológicos y la importancia de las mediciones,
- proveer y organizar la capacitación de capacitadores en metrología, la educación y la mejora de las entidades de capacitación,
- otras misiones coherentes con las intenciones de la Ley.

Un instituto nacional de metrología debe ser imparcial y sus recursos operativos pueden tener diversos orígenes:

- subsidios del gobierno para temas de interés general,
- contratos con el gobierno para tareas identificadas por el mismo,
- honorarios por verificación en actividades legales de control,
- servicios comerciales,
- donativos de diversas organizaciones.

Se recomienda que el instituto nacional de metrología - ya sea éste público, privado o una agencia pública de coordinación – reúna las actividades de investigación metrológica y las actividades técnicas de metrología legal, en particular el estudio de requisitos técnicos para nuevos reglamentos y las pruebas y aprobación de modelos.

Este instituto puede asimismo dirigir el trabajo técnico para la puesta en vigor de la metrología legal por medio de:

- el estudio y las propuestas para requisitos técnicos reglamentarios de diferentes categorías de instrumentos de medición,
- la emisión de certificados, nacionales y OIML, para aprobación de modelos,
- la definición de los equipos recomendados y los procedimientos técnicos a ser aplicados por las autoridades metrológicas locales,
- la organización de la capacitación técnica para el personal de la autoridad central y las autoridades locales de metrología,
- la capacitación de funcionarios de metrología legal y el establecimiento de los requisitos mínimos de capacitación y desempeño que deberán ser cumplidos por todos los funcionarios de metrología legal,
- el desarrollo y diseminación de programas de educación pública para apoyar la puesta en marcha de las responsabilidades asignadas.

En el caso particular de la metrología legal que es el que más nos interesa, el propósito de los reglamentos debe ser:

- la protección de los intereses de las personas y de las empresas,
- la protección de los intereses de la Nación,
- la protección de la salud y seguridad públicas,
- la protección del ambiente.
- la reglamentación de mediciones, como por ejemplo:
  - la venta de productos por peso,

## Metrología legal

- las conversiones de temperatura para las transacciones de derivados del petróleo,
  - las mediciones del poder calorífico real del gas natural,
  - las mediciones de áreas para propiedades puestas a la venta,
  - las mediciones y la información sobre el desempeño de productos industriales (consumo de combustible o de corriente eléctrica, niveles de ruido, etc.)
  - la medición y datos de etiqueta sobre la composición de alimentos,
  - etc.
- los reglamentos de productos preempacados,
  - los reglamentos de instrumentos de medición.

Para la puesta en vigor de la metrología legal se deben tomar en consideración:

- ofensas punibles,
- obligaciones de las personas y entidades y violaciones,
- pruebas para la acusación.

La ley de metrología debe enfocar asimismo los aspectos financieros, es decir los diversos orígenes de los fondos y su administración.

En algunas regiones, los tratados existentes le dan preeminencia a los textos regionales sobre las leyes y reglamentos nacionales. Ejemplo de ello, en la Unión Europea son los Reglamentos y las Directivas Europeas los que tienen una jerarquía mayor que la

de los textos nacionales. Los nuevos Estados miembros están obligados a poner en vigor las medidas que sean necesarias para cumplir, desde el momento de la adhesión, las disposiciones de las directivas y decisiones europeas.

Estos textos regionales pueden ser de aplicación directa cuando no es necesaria su transcripción directa a leyes nacionales, o de aplicación indirecta cuando deben ser transcritos en textos nacionales.

Tal aplicación puede a su vez ser total cuando la reglamentación nacional debe ser estrictamente idéntica al texto regional, o de aplicación facultativa cuando es diferente aunque compatible.

Desde el punto de vista de las autoridades de metrología, en aquellos países en los cuales existen institutos ajenos a la administración pública y con la competencia adecuada, las tareas de la administración pueden limitarse a las acciones esenciales de monitoreo. Si por el contrario, la competencia técnica se encuentra dentro de la administración, ésta tendrá que ser quien dirija las actividades técnicas.

El nivel de centralización o descentralización depende de la organización política del país. La ley de metrología lo definirá de acuerdo con los textos fundamentales (la Constitución, por ejemplo), la organización política y administrativa y el sistema general del país. Son estos principios los que deberán guiar la delegación entre las autoridades centrales y las locales de los poderes y de las misiones de la metrología legal.

## Metrología legal

La política metrológica debe ser administrada o al menos coordinada por una única autoridad metrológica central (AMC) en el país. Esta coordinará el establecimiento de la reglamentación para la puesta en vigor de la ley de metrología y será quien organice las relaciones internacionales.

Las autoridades locales de metrología, por su parte, pueden ser:

- oficinas locales de ministerios, bajo la autoridad de la AMC,
- en las organizaciones federales, los servicios de los estados o bien los servicios que dependan de autoridades electas localmente.

Su misión debe estar claramente definida y cuando no estén directamente bajo la autoridad de la AMC, la ley debe incluir provisiones para la coordinación por parte de esta autoridad central.

Hay que tomar en cuenta que existirán leyes, decretos, reglamentos, resoluciones y disposiciones conexos a la ley de metrología. Ejemplos podrían ser aspectos específicos de verificación, de calibración, de acreditación, los reglamentos técnicos, las normas.

La ley general se puede centrar principalmente en: las unidades de medida, los órganos de metrología, los patrones, los instrumentos, las infracciones. Otras leyes, reglamentos, manuales de procedimiento conexos podrían enfocar: balanzas,

pesas y sus verificaciones, medidas de capacidad, surtidores de flujo continuo (bombas de gasolina), medidores de longitud, medidores de energía eléctrica, etilómetros, electrocardiógrafos, emisiones de gases de combustión, termómetros clínicos digitales, esfignomanómetros digitales, manómetros neumáticos, etiquetado, preenvasados o premedidos, rotulación/etiquetado de productos alimenticios, cilindros de gas licuado, productos de tocador incluso aerosoles, aceite, queroseno, botellas, registros de fabricantes, de importadores y de reparadores de instrumentos de medición, verificaciones periódicas, tasas y tarifas para la aprobación de modelo y para las verificaciones primarias y periódicas, procedimientos técnico/administrativos.



## 5. Aspectos administrativos

El accionar de la metrología legal se encuentra usualmente repartido entre varias entidades, tanto oficiales como semiprivadas o privadas y para ello cada país sigue su propio modelo de acuerdo a su estructura político-administrativa.

Se mencionan aspectos de esta organización para algunos países de Europa y América así como a grandes rasgos las atribuciones de cada tipo de entidad involucrada.

Siguen algunas consideraciones sobre los procedimientos administrativos y sobre aspectos financieros incluyendo los cobros por honorarios y multas.

La mayor parte de los gobiernos tiene establecida una entidad nacional de metrología legal pero con frecuencia gran parte de la responsabilidad está delegada en los estados o municipalidades, y está prácticamente limitada a aspectos comerciales. En la mayoría de las islas del Caribe, la legislación de las mediciones y algunos patrones de verificación estaban originalmente en la policía local y, para el control de mercaderías de importación, en los servicios de aduanas.

## Metrología legal

Independientemente de su estructura político-administrativa (estados federados, provincias, prefecturas, departamentos, cantones, municipalidades) en algunos países la metrología legal está centralizada y no existen oficinas locales de verificación. Éste es el caso, por ejemplo de Barbados, Costa Rica, Ecuador, Holanda, Jordania, Perú, Singapur <sup>(41,42)</sup>.

Muchos otros entes gubernamentales resultan involucrados en la metrología legal, a menudo en forma no explícita, en áreas tales como protección al consumidor, salud, ambiente, comunicaciones, agricultura.

Se perfila actualmente una tendencia hacia la privatización y desregulación de la metrología legal. Esto puede traer consigo un incremento en el número de entidades que lleven a cabo acciones del ámbito de la metrología legal y llevar a substituir los reglamentos por otro tipo de condiciones con el riesgo de crear con ello nuevas barreras no arancelarias al comercio. Este enfoque, de llegar a ser dominante, demandará una armonización internacional muy marcada.

### **5.1. Autoridades públicas involucradas en la metrología legal - algunos modelos**

Aquí no se trata de un estudio sobre la situación de la metrología legal en varios países; los mencionados se dan únicamente para mostrar algunas diferencias y similitudes de la administración de

la metrología legal en países con distintos ordenamientos políticos y jurídicos.

### Alemania:

En Alemania, las reglamentaciones legales incluyen el Acta de Metrología y Verificación (Eichgesetz), que viene a ser equivalente a una ley nacional de metrología, ordenanzas tales como la de verificación y la de productos preempacados, y las Directivas de la Unión Europea.

Las responsabilidades por las acciones de metrología legal están distribuidas entre la Federación y los Estados Federados. La puesta en vigor de las reglamentaciones es responsabilidad de los Estados Federados (Länder) siendo la Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB, la entidad federal rectora de la metrología en Alemania.

### La PTB:

- elabora los principios básicos de la metrología científica, técnica y legal,
- ejerce funciones de supervisión en la armonización de la metrología y en seguridad,
- tiene a su cargo la materialización de las unidades metrológicas legales,
- lleva a cabo pruebas de los instrumentos y equipos de medición,

## Metrología legal

- coopera con los entes técnicos y legislativos en asuntos de mediciones, normalización y pruebas, aseguramiento de la calidad y seguridad,
- lleva a cabo trabajos de investigación y desarrollo en metrología.

En Alemania existe un Comité de los Estados Federados que es el encargado de asesorar al Ministerio Federal de Economía acerca de asuntos de verificación con implicaciones legales, económicas y políticas.

La Academia Alemana de Metrología tiene a su cargo la capacitación de quienes tendrán a su cargo las tareas de verificación.

Muchos centros de pruebas para medidores de electricidad, agua, gas y calor, son centros privados, acreditados por las organizaciones de gobierno y con base en los requisitos ISO.

### Brasil:

En Brasil, el Instituto de Metrología, INMETRO, es la entidad responsable de proponer políticas y directrices, coordinar y supervisar las actividades de metrología legal en el país y de los institutos de pesas y medidas - órganos estatales que son responsables de la fiscalización del cumplimiento de la reglamentación técnica metrológica.

### Canadá:

Measurement Canada, MC, de Industry Canada es la organización nacional para la metrología legal y mantiene la verificación regional y local. El National Research Council, NRC, tiene la custodia de los patrones nacionales de medición y tiene la responsabilidad de mantener patrones de referencias. Ambas entidades tienen sistemas de calibración y evaluación de instrumentos de medición.

### Chile:

En Chile, es el Servicio Nacional del Consumidor quien tiene a su cargo:

- la definición de las unidades de medida, empleadas en el país y su campo de aplicación,
- los organismos encargados de aprobar y verificar los instrumentos de medición (y los patrones de referencia),
- la definición de los procedimientos legales en el caso de incumplimiento de lo establecido por la ley,
- la nominación de las instituciones encargadas de la realización, custodia y diseminación de los patrones nacionales,
- la definición de los mecanismos de acreditación,
- la especificación de los mecanismos de control metrológico y control de los productos preenvasados.

## Metrología legal

### España:

El Centro Español de Metrología, CEM, creado en 1985, se transforma por ley, en 1990, en organismo autónomo de carácter comercial e industrial, con las siguientes competencias:

- custodia y conservación de los patrones nacionales de medida,
- establecimiento y desarrollo de las cadenas oficiales de calibración,
- ejercicio de las funciones de la administración del Estado en el control metrológico del Estado y de la Comunidad Europea,
- habilitación oficial de laboratorios de verificación metrológica,
- mantenimiento del registro de control metrológico,
- ejecución de proyectos de investigación y desarrollo en materia metrológica,
- formación de especialistas en metrología.

Es depositario de los patrones nacionales de las unidades de base de masa, longitud, intensidad de corriente eléctrica y temperatura termodinámica y de las unidades derivadas de presión, fuerza, volumen, ángulo plano y densidad de sólidos.

En España se ha iniciado la constitución de una red limitada de Laboratorios Asociados que, una vez cumplidos los requisitos técnicos que se establecen para cada caso, son declarados oficialmente depositarios de algún patrón nacional, y Laboratorios Asociados al Centro Español de Metrología.

Por medio de convenios con la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) garantiza la trazabilidad de los laboratorios de calibración acreditados o en vías de acreditación y coordina las comparaciones nacionales que se consideran necesarias para constatar la capacidad técnica de los laboratorios de calibración acreditados.

En metrología legal se ha producido una reordenación de competencias, mediante la cual el CEM retiene la capacidad legislativa en exclusiva, el mantenimiento del Registro de Control Metrológico y la representación del país ante las instituciones comunitarias e internacionales, mientras que la ejecución del control metrológico ha sido transferida a las distintas Comunidades Autónomas.

Dado que algunas de estas Comunidades no disponen de laboratorios adecuados para efectuar los ensayos, el CEM viene actuando como laboratorio técnico soporte de los distintos servicios regionales.

Desarrolla actividades que pueden considerarse como puramente comerciales:

- verificación de etilómetros, cinemómetros y opacímetros,
- realización de los ensayos en los instrumentos médicos de medición,
- la calibración de instrumentos de medición en general,
- la emisión de Certificados de conformidad a norma, de ensayos y de la OIML,

## Metrología legal

- la ejecución de los contratos de aseguramiento de medida.

Específicamente en metrología legal realiza los ensayos en contadores de gas y de control metrológico del Estado a los instrumentos o sistemas de medición de fluidos distintos del agua, así como los de caracterización y certificación de compatibilidad electromagnética, EMC.

### Estados Unidos de Norteamérica:

En los Estados Unidos, casi toda la autoridad acerca de la metrología legal recae en los Estados por medio de las oficinas de Pesas y Medidas.

Diferentes agencias tienen autoridad sobre clases específicas de productos. Por ejemplo, en pocos casos se inspeccionan las medicinas ya que hay otras dependencias gubernamentales con jurisdicción sobre seguridad de medicinas que incluye exactitud de cantidad y dosis subsecuente; no se aplica a instrumentos de medición que utilizan las compañías de servicios – medidores eléctricos, de agua, de gas natural – regulados por otras dependencias a nivel estatal.

Para promover que haya leyes, reglamentos y normas uniformes (procedimientos de prueba y tolerancias para instrumentos de medición y los procedimientos para la inspección de empaques), el National Institute for Science and Technology, NIST, patrocina la Conferencia Nacional para Pesas y Medidas (NCWM, por sus siglas en inglés).

Los 50 Estados han adoptado el Manual NIST Handbook 44 “Specifications, tolerances and other technical requirements for weighing and measuring devices” recomendado por la NCWM, como su código legal en lo relacionado con artefactos de pesaje y medición.

Aunque aún existen diferentes leyes y reglamentos a través del país, el manual NIST Handbook 130 “Uniform laws and regulations” proporciona una guía general para el tipo de leyes y de reglamentos a poner en vigor.

La necesidad de uniformidad en las pesas y medidas se hizo patente en la segunda reunión de la NCWM en 1906. Al año siguiente se desarrolló un esquema básico de ley modelo y la primera ley moderna como tal fue formalmente adoptada por la Conferencia en 1911.

La Ley de Pesas y Medidas es automáticamente actualizada y adoptada en forma anual por todos los Estados con una sola excepción, convirtiéndose así, de hecho, en ley nacional. No es el caso para otras leyes conexas que no necesariamente son idénticas entre Estados.

La meta de la NCWM en relación a estas leyes y reglamentaciones uniformes es lograr su aceptación en todos los Estados y jurisdicciones locales que tengan autoridad sobre estos asuntos. Su propósito es lograr lo más posible una normalización entre los varios Estados y las jurisdicciones locales con el fin de facilitar el comercio entre Estados, permitir una competencia justa entre

## Metrología legal

empresas y dar una protección adecuada a todos los consumidores.

Para tener una base de medición técnica sólida para estas actividades, el NIST administra el Programa de Laboratorios Estatales para que se observen las normas nacionales e internacionales.

### Francia:

La Oficina nacional de metrología (Bureau national de métrologie, BNM), creada en 1969, se constituyó a finales de 1994 como una agrupación de interés público, que asoció los cinco laboratorios primarios y los dos departamentos ministeriales relacionados (Ministerios de Industria y de Investigación y Enseñanza Superior).

Las cinco entidades de las cuales dependen los cinco laboratorios nacionales que detienen los patrones o los aparatos para materializar las unidades son:

- el Instituto Nacional de Metrología (BNM-INM) que depende del Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM); para masas (hasta un kilogramo), longitudes, temperatura, acústica, espectroradiometría, fotometría y algunas unidades derivadas;
- el Laboratorio Nacional de Ensayos (BNM-LNE) cuyas actividades primarias se relacionan con cantidad de materia,

- diversas unidades mecánicas, masas por arriba de un kilogramo y sus derivadas, temperatura, radiometría, acústica
- el Laboratorio Primario de Electricidad y Magnetismo (BNM-LCIE) en los campos de electricidad, magnetismo, y rayos X;
  - el Laboratorio Primario de las Radiaciones Ionizantes (BNM-LPRI) para la medición de actividad de radionuclídeos y la dosimetría de radiaciones ionizantes;
  - el Laboratorio Primario del Tiempo y de las Frecuencias (BNM-LPTF) cuya actividad fundamental se sitúa en el campo de las frecuencias y del tiempo.

Las cadenas de patrones son administradas por el Comité Français d'Accréditation, COFRAC, con tres niveles de trazabilidad: los laboratorios primarios, los centros de patrones autorizados, y los servicios de metrología habilitados.

A decir de los propios franceses <sup>(1)</sup> esta dispersión del sistema de metrología provoca una falta de visibilidad, más en el caso de la metrología legal disgregada entre las veinticuatro direcciones regionales de industria e investigación (Directions régionales de l'industrie et de la recherche, DRIRE) y ello agravado por el hecho de que no todas ellas interpretan los textos de igual forma y que el interlocutor no siempre sabe claramente a dónde dirigirse.

Además, en Francia, la metrología legal es totalmente independiente de la Oficina nacional de metrología, BNM, lo que no se da en otros países.

## Metrología legal

Por ello, consideran que la metrología es uno de los campos en el cual es preferible que se dé una centralización razonable, factor reconocido incluso por países de estructura federal como es el caso de Alemania o los Estados Unidos de Norteamérica.

La metrología legal en Francia es dirigida por la Subdirección de Metrología, dentro del Ministerio a cargo de la industria. Esta Subdirección tiene atribuciones varias:

- elaborar la política nacional de metrología legal,
- mantener la capacidad necesaria para ejercer las atribuciones y velar por su transmisión a los entes encargados de la aplicación,
- elaborar los reglamentos relacionados a los instrumentos de medición,
- representar la metrología legal francesa en las diversas instancias internacionales,
- coordinar y dirigir el conjunto de actividades relacionadas con la metrología legal.

Por su parte, las veinticuatro DRIRE deben asumir la responsabilidad del control y vigilancia de los fabricantes, reparadores, instaladores y usuarios de los instrumentos de medición en sus respectivas regiones y deben dirigir las actividades de aquellos organismos regionales en quienes se deleguen tareas de metrología legal. Tienen además la responsabilidad de asegurar la coherencia y complementariedad de las actividades de metrología legal con el conjunto de actividades en particular de control técnico y desarrollo industrial.

Algunas instancias en Francia <sup>(1)</sup> son de opinión que, en Europa, se va hacia un debilitamiento del papel de las metrologías legales nacionales que llevará a la puesta en vigor de una metrología legal europea.

### **5.2. Atribuciones**

Es esencial una total armonía y coordinación entre el Laboratorio o Instituto Nacional de Metrología y el ente de metrología legal cuando éstos no estén fundidos en una única organización. Al irse expandiendo la metrología legal irá demandando nuevas capacidades técnicas que aún no existan pero para las cuales el Laboratorio Nacional de Metrología puede estar preparado. Ejemplos son la capacidad de mediciones de microondas para evaluar interferencias y compatibilidades en instrumentos de medición y las nuevas aplicaciones de las altas frecuencias. Por su parte, el ente de metrología legal puede ayudar al Laboratorio Nacional de Metrología a identificar y resolver temas legales que tengan relación con la promoción de mediciones uniformes en el país.

La inspección y verificación no son fáciles de concentrar a nivel nacional pero las entidades privadas, cuando son las que tienen estas acciones a su cargo, deben ser vigiladas por un ente independiente.

La metrología legal es global y por ello no está normalmente limitada a un único Ministerio, Este puede ser el caso de lo

## Metrología legal

relacionado con salud o con ambiente que dependerán del Ministerio respectivo.

El aspecto de normalización puede asimismo estar desvinculado de la metrología legal y en estos casos se requiere buscar una fuerte armonización entre ambos.

Veamos de nuevo algunos ejemplos en diversos países:

### Alemania:

Las atribuciones de las autoridades supervisoras de la verificación incluyen:

- la verificación, evaluación metrológica y exámenes especiales de instrumentos de medición,
- la acreditación y la supervisión de los centros de pruebas acreditados para instrumentos de medición de: electricidad, gas, agua y calor, así como el examen de la competencia técnica del personal de dichos centros,
- la supervisión de productos preempacados y de los contenedores comerciales con licencia,
- el nombramiento y examen de la competencia técnica de los encargados de máquinas públicas de pesaje,
- el reconocimiento de empresas de reparación y de servicios de mantenimiento de instrumentos de medición,
- la supervisión de los fabricantes que efectúen pruebas de conformidad,
- la inspección de los dueños de instrumentos de medición.

El sistema de centros de pruebas se ha extendido de los instrumentos de medición de electricidad a los de gas, agua y calor. La acreditación de un centro requiere que cuente con instalaciones y equipo aprobados por PTB. En Alemania se juzga <sup>(47)</sup> que, dados los reglamentos legales en vigor, no existe necesidad de una confirmación adicional de terceros sobre la capacidad de las autoridades de verificación.

Las actividades de calibración se confían a laboratorios competentes, acreditados también por PTB, quienes realizan los trabajos bajo su propia responsabilidad.

### Brasil:

Se esperan cambios durante los próximos años, particularmente por revisión de la ley de creación del Sistema de Metrología así como en las formas de ejecución del control metrológico y una nueva forma de relación con los organismos delegados

Actualmente el control metrológico a cargo de INMETRO se ejerce por medio de:

- reglamentos,
- normas de procedimiento,
- apreciación técnica y aprobación de modelos.

## Metrología legal

Los organismos delegados tienen a su cargo:

- las verificaciones, inicial y siguientes,
- el control de productos preempacados,
- la fiscalización.

### Canadá:

Las atribuciones de Measurement Canada son:

- asegurar la equidad en el comercio de bienes y servicios,
- definir las unidades de medida,
- calibrar y certificar los patrones,
- examinar y aprobar los instrumentos de medición,
- verificar la exactitud y el uso adecuado de los instrumentos de medición empleados en el comercio,
- verificar la cantidad neta de productos,
- resolver las quejas de los consumidores.

Las organizaciones acreditadas están sujetas a auditorías de vigilancia por parte de Measurement Canada.

### España:

Ya mencionamos anteriormente las responsabilidades principales del CEM.

Además, el CEM ostenta la representación de España ante diversos organismos regionales e internacionales: la Convención

del Metro, la OIML, EUROMET, WELMEC, la Comisión Europea, IMEKO. Ha firmado, en el marco de la Convención del Metro, el Acuerdo de Reconocimiento Mutuo mediante el cual y en condiciones establecidas, se reconocen los patrones nacionales y los certificados de calibración establecidos por los países miembros.

Da cursos con el objetivo de acercar la metrología a las distintas empresas y agentes económicos que en la actualidad y debido a la implantación de las normas de la serie ISO 9000, requieren unos conocimientos básicos en materias metrológicas.

La acreditación de centros de pruebas está cargo de una Entidad Nacional de Acreditación (ENAC).

Aunque las Comunidades Autónomas tienen a su cargo el control metrológico, los municipios hacen ciertos controles de acuerdo a ordenanzas municipales y otros controles, como por ejemplo para asuntos de tránsito, están a cargo de la Policía.

### Francia:

La coordinación de los trabajos de metrología fue confiada, en 1969, al Bureau National de Métrologie (BNM) quien aseguraba el financiamiento de los laboratorios de metrología primaria y la organización de las cadenas de patrones en el país. Esta última responsabilidad le corresponde ahora, desde 1994, al COFRAC (Comité Français d'Accréditation), siendo que el BNM conserva la responsabilidad científica de las comisiones de acreditación.

## Metrología legal

Las tareas del primer nivel (instrumentos de medición) se delegan cada vez más a nivel privado. Sin embargo, es el Estado quien supervisa los organismos privados (aseguramiento de calidad 9001, acreditación COFRAC) de los cuales se calcula existen unos 3000 <sup>(13)</sup>. Cada dos años se les somete a una visita en profundidad además de una visita inesperada durante este período. Los organismos privados deben cubrir los gastos de esta supervisión.

### 5.3. Procedimientos administrativos

Algunos países, México y Brasil para mencionar solamente dos, cuentan con manuales de procedimiento en los cuales se detallan, entre otros:

- las reglamentaciones,
- las tareas del personal,
- la fiscalización,
- el pago de servicios metrológicos (tablas de precios),
- la documentación (formatos),
- el aforamiento para cada tipo de medida,
- las unidades de medida,
- la indicación de cantidades en empaques,
- la responsabilidad por defecto de cantidad,
- qué son defectos de cantidad,
- cuánto puede costar un defecto de cantidad,
- mercaderías medidas fuera de la presencia del comprador,
- fiscalización de preempacados,

- las infracciones y penalizaciones,
- etc.

A título de ejemplo del detalle de estos manuales de procedimientos veamos porciones del contenido de algunas secciones de un manual de Brasil<sup>(54)</sup>:

“Las mercaderías cuyo empleo principal dependa de su extensión lineal, deben ser comercializadas en unidades legales (SI) de longitud; las que dependen de su superficie, en unidades de área; las que a 20 ° C son sólidas o granuladas, en unidades de masa; las que a 20 ° C son líquidas o pastosas en unidades de volumen; las comercializadas en unidades, en número efectivo de unidades.

“Los embalajes o contenedores deben tener obligatoriamente la indicación de su cantidad neta.

“Todos los agentes que toman parte en la cadena de circulación hasta que la mercadería llegue al consumidor son responsables por fallas de cantidades. Se considera falla de cantidad si el contenido neto o la cantidad es menor que el indicado. La cantidad neta se refiere al producto principal puesto a la venta.

“No se admite la inclusión de mercadería (aún ofertas) que no sea aquella para la cual se destina el empaque.

“Todos los envases de vidrio fabricados para la venta de bebidas deben traer la indicación de su capacidad expresada en litros”.

#### **5.4. Honorarios, multas, aspectos financieros**

La entidad de metrología legal difícilmente puede ser autofinanciable puesto que cumple una serie de tareas de inspección y asesoría por las que no se suele cobrar. Además, a menudo los honorarios efectuados van al presupuesto general de la Nación y no le son directamente reconocidos a la entidad de metrología legal. Aún en países altamente industrializados, las autoridades de verificación logran recuperar únicamente alrededor de un 80% de sus costos de operación.

Usualmente se cobran honorarios por la aprobación de modelos, la verificación tanto inicial como subsiguiente, la acreditación de centros de pruebas y de servicios de mantenimiento, y por la supervisión.

También se cobran multas por infracciones; éstas pueden ser:

- uso de unidades de medida no autorizadas,
- uso de instrumentos cuya verificación haya caducado,
- rotura, violación o inutilización de marcas, señales o precintos de control,
- venta de productos preempacados cuyo contenido neto esté por debajo de las tolerancias legales o de lo indicado en el etiquetado,
- utilización de envases para la venta de preempacados que no indiquen el contenido neto o utilicen para ello unidades no autorizadas legalmente,

- utilización de aparatos e instrumentos que sobrepasen en perjuicio ajeno los errores máximos tolerados,
- incumplimiento de disposiciones sobre instalaciones de aparatos contadores o medidores,
- inutilización de aparatos contadores o medidores

La ley correspondiente o su reglamento establecen las sanciones para cada tipo de infracción.

Dado que no se cuenta con recursos para inspeccionar los instrumentos y los negocios con la frecuencia ideal, los inspectores y los funcionarios estatales llevan registros de la corrección de los instrumentos individuales y de la historia de cumplimiento de un negocio. Los negocios que tienen un mal historial en mantener la corrección de sus instrumentos de medición o en cumplir con los requerimientos de contenido neto para sus paquetes son los que tienen más visitas de inspección. El violar continuamente estas disposiciones los expone a multas muy fuertes.

En particular las empresas e instrumentos que tienen un historial de incorrección se visitan con mucho mayor frecuencia, hasta dos o más veces al año. En Alemania por ejemplo, algunos Estados tienen la política de que si algún instrumento se rechaza por inexacto, el inspector debe realizar otra inspección del instrumento dentro de un tiempo especificado.

Toda actividad contraria a los reglamentos se considera una ofensa administrativa. Por ejemplo, el pretender que un

## Metrología legal

instrumento ha estado sujeto a verificación o certificación cuando no es así, se considera una ofensa administrativa. Por ello se debe ser cuidadoso en la terminología aplicada a las pruebas metrológicas.

## 6. Aspectos técnicos

Entre los aspectos técnicos que se deben considerar se puede mencionar todo lo relacionado con el establecimiento y funcionamiento de las facilidades físicas que permiten llevar a cabo las acciones de metrología legal.

En adición, se requiere contar con manuales de procedimientos que detallen los protocolos, normas y recomendaciones a ser aplicados, y la capacitación científica y técnica del personal para garantizar la calidad y la credibilidad de todo lo relacionado con la metrología legal.

Existe gran cantidad de documentos que establecen recomendaciones y criterios técnicos para todos los aspectos técnicos de la aplicación de la metrología legal.

Hay toda una serie de aspectos técnicos que deben ser tomados en cuenta al diseñar y echar a andar un sistema nacional de metrología.

Los conocimientos científicos y los aspectos técnicos abarcan las características de los laboratorios para el mantenimiento de las condiciones requeridas por los patrones, las técnicas de materialización de unidades y las técnicas de verificación, e incluyen, entre otros: ubicación de edificios, estabilidad de los terrenos, tipos de construcción, estimados de espacios necesarios

## Metrología legal

según tipo de actividad, acondicionamiento de aire, suministro eléctrico, equipamientos, instalación, actividades de ensayo, accesorios <sup>(77)</sup>.

Existen documentos que sirven de guía para la selección del equipo para las pruebas más usuales de verificación <sup>(68)</sup> relacionadas por ejemplo con masa, volumen, longitud, ángulos, temperatura, mediciones eléctricas, mediciones de presión, mediciones físicoquímicas varias. Aunque los avances en instrumentación obligan a actualizar constantemente la selección de equipos, es de todo interés guiarse hasta dónde sea posible por recomendaciones internacionales o de institutos nacionales de metrología de reconocida capacidad científica y técnica.

También deben quedar establecidas las formas de trabajo que usualmente son detalladas en manuales de procedimientos y que abarcan los protocolos y normas para la verificación de instrumentos y la aplicación técnica de reglamentos, la selección de muestras para verificaciones por muestreo estadístico, los protocolos a seguir en las intercomparaciones, etc.

Por ejemplo, la Organización Internacional de Metrología Legal tiene elaboradas Recomendaciones Internacionales (cuyo listado completo puede consultarse en su portal en Internet y de las cuales algunas se listan en la Bibliografía) con detalles técnicos para aspectos tales como:

- la clasificación de instrumentos de medición de acuerdo a su exactitud,

- las características físicas y requerimientos metroológicos que deben tener las diferentes clases de pesas,
- los procedimientos para la verificación de pesas comerciales,
- las exigencias metroológicas y técnicas para termómetros de líquidos en vidrio,
- las pruebas para aprobación de modelo y verificación primaria de contadores de energía térmica,
- las formas de reportar las pruebas hechas a audiómetros,
- los requisitos de etiquetado para productos preempacados,
- etc.

Documentos similares son editados por laboratorios nacionales de metrología como el CENAM en México, el NIST en los Estados Unidos de Norteamérica, INMETRO en Brasil.

En un esfuerzo conjunto de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, BIPM, la Comisión Electrotécnica Internacional, CEI, la Federación Internacional de Química Clínica, FICC, la Organización Internacional de Normalización, ISO, la Organización Internacional de Metrología Legal, OIML, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, UICPA, y la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada UIPPA, se elaboró una Guía que establece reglas generales para la evaluación y expresión de la incertidumbre en las mediciones, aplicable en muchos y diversos campos.

Las actividades de tipo técnico demandan disponer de un personal con la preparación y capacitación adecuadas y éste es un campo en el que no se puede improvisar.

## Metrología legal

Por esta razón se vienen dando esfuerzos a nivel mundial para establecer recomendaciones para las calificaciones de los ingenieros en metrología, de los técnicos en metrología legal, de contenidos de programas de estudio, y divulgar ampliamente la existencia de posibilidades de estudio y capacitación y de la bibliografía existente.

Sea cual sea su organización, el sistema nacional de metrología legal debe poder garantizar la calidad y credibilidad de las mediciones que lleve a cabo. La calidad de las mediciones depende, como ya señalamos, de contar con los equipos adecuados, en condiciones adecuadas, manejados por personal competente. Para su reconocimiento internacional debe poderse garantizar la trazabilidad de los patrones.

La credibilidad del sistema vendrá adicionalmente de su imparcialidad, del que no haga distinciones entre comerciantes, empresarios, consumidores o entes de gobierno.

Entre otros, la acreditación de los laboratorios busca asegurar que las pruebas y mediciones que éstos llevan a cabo, dentro del alcance de su acreditación, son exactas y confiables en los rangos requeridos por el usuario.

Ahora bien, la confianza no se da por legislación y son todas las personas involucradas en los procesos de metrología legal quienes deben trabajar de forma que se genere y mantenga la confianza en el sistema.

## **7. La metrología legal a nivel regional e internacional**

La Organización Internacional de Metrología Legal, OIML, es la que establece los principios generales y la armonización a nivel internacional de la metrología legal. Da a conocer sus trabajos principalmente por medio de los llamados Documentos Internacionales, de sus Recomendaciones que tienen carácter normativo, y de su Sistema de Certificados.

Existen agrupaciones similares como la Cooperación Europea en Metrología Legal, WELMEC, y el Sistema Interamericano de Metrología, SIM, con su Grupo de Trabajo en Metrología Legal, que buscan asimismo la armonización y coordinación de la metrología legal a nivel regional.

En Europa, tienen actualmente mucha relevancia el llamado “Nuevo Enfoque” a la reglamentación de los productos y el “Enfoque Global” de la evaluación de la conformidad.

### **7.1. La Organización Internacional de Metrología Legal, OIML.**

La principal entidad internacional en el campo de metrología legal es la Organización Internacional de Metrología Legal, OIML, con sede en Paris, Francia.

## Metrología legal

Una de las tareas de la OIML es el establecimiento de los principios generales de la metrología legal. La OIML aconseja a los gobiernos acerca de las formas más convenientes de desarrollar sanas políticas de metrología, integradas en infraestructuras de amplia cobertura. Considera que su papel no es interferir en las prerrogativas de los gobiernos sino más bien asegurar que las políticas nacionales y regionales se ajusten a guías armonizadas a nivel internacional.

La armonización tiene dos objetivos:

- eliminar las barreras técnicas al comercio de los instrumentos de medición,
- facilitar el comercio de bienes y servicios cuyo valor comercial se basa en mediciones.

Los Documentos Internacionales de OIML se preparan con el objetivo de guiar a los servicios nacionales de metrología en sus actividades. Las Recomendaciones Internacionales de OIML por su parte son consideradas como *normas internacionales* y se enfocan al desempeño metrológico y a los procedimientos de prueba, no al diseño o construcción de instrumentos de medición.

Debido a la gran variedad existente de instrumentos de medición, OIML desarrolla Recomendaciones *orientadas a los instrumentos* las cuales especifican los requerimientos de desempeño y los métodos de prueba para instrumentos específicos, así como Recomendaciones *orientadas a resultados* que se ocupan de la evaluación de los resultados de mediciones.

Los países miembros de OIML están moralmente obligados a transferir las recomendaciones internacionales a sus reglamentos nacionales, en la medida en que el contenido de las Recomendaciones se refiera a su esfera metrológica legalmente regulada.

Las Recomendaciones Internacionales de la OIML son la base de las Directivas de la Unión Europea y por lo tanto, para los países de la Unión, esta obligación moral se convierte en una obligación legal.

La OIML ha establecido un sistema de Certificados que se aplica en forma voluntaria y se refiere a los modelos o tipos de instrumentos, no a los instrumentos individuales fabricados de conformidad con dichos modelos.

Cada vez son más los países cuyos servicios nacionales de metrología aceptan acelerar la concesión de aprobaciones nacionales o regionales sobre la base de los certificados OIML y los informes asociados de pruebas.

Para los países en desarrollo, el Sistema de Certificados OIML es de importancia vital. Aquellos países que no cuentan con las facilidades para llevar a cabo las evaluaciones de modelo pueden reemplazar estas evaluaciones por la aceptación de los certificados OIML y solamente tienen que resolver el problema de las verificaciones iniciales de instrumentos individuales.

## Metrología legal

En relación a los países en desarrollo, el Consejo de Desarrollo de la OIML cuenta con una actividad específica que incluye la identificación de la necesaria asistencia técnica y financiera y de expertos para las actividades de desarrollo de la metrología legal.

La Secretaría específica (SP25 Países en Desarrollo) cuenta con 5 subsecretarías:

- principios, asuntos legales y administrativos de la metrología legal,
- estructura y operación de un servicio nacional de metrología legal,
- equipo necesario para la operación de un servicio nacional de metrología legal,
- recomendaciones desde el punto de vista de países en desarrollo,
- enseñanza de la metrología legal.

La OIML tiene un directorio <sup>(41,42)</sup>, actualizado en línea, con la siguiente información acerca de sus 58 estados miembros y 51 miembros corresponsales:

1. leyes de metrología,
2. unidades legales de medida,
3. instrumentos sujetos a control legal,
4. control metrológico de cantidades
5. servicios responsables por la metrología,
  - 5.1. servicio nacional de metrología legal,
  - 5.2. servicios locales de verificación,

- 5.3. laboratorios responsables por el mantenimiento de los patrones nacionales de medida,
- 5.4. sistemas de calibración y evaluación de instrumentos,
- 6. sistemas de acreditación y certificación,
  - 6.1. sistemas de acreditación para metrología legal, laboratorios de calibración y pruebas, trazabilidad a patrones nacionales, regionales, internacionales o extranjeros,
  - 6.2. actividades de metrología legal y aplicada en la certificación de productos,
  - 6.3. actividades de metrología legal y aplicada en sistemas ISO 9000 de la calidad.

A nivel regional, existen esfuerzos de coordinación por grandes bloques: Europa, Europa central y oriental, Pacífico asiático, Commonwealth, hemisferio occidental, de los cuales trataremos brevemente dos: el europeo y el americano.

## **7.2. Europa**

### **7.2.1. Las entidades regionales en Europa**

Los miembros de WELMEC, (Western European Legal Metrology Cooperation) actualmente llamada European Cooperation in Legal Metrology, consideran que su tarea más importante consiste en armonizar y coordinar las actividades nacionales y regionales

## Metrología legal

relacionadas con los problemas técnicos de la metrología legal con la finalidad de facilitar el libre comercio dentro de Europa.

Por lo tanto su objetivo principal consiste en establecer un enfoque coherente y armonizado a la luz de los importantes desarrollos siguientes:

- la Directiva sobre la experiencia acumulada en la operación de instrumentos de medición no automáticos,
- la prolongada discusión acerca de una Directiva para instrumentos de medición,
- el progreso de varios países que han aplicado para ser miembros de la Unión Europea,
- el aumento del comercio internacional de instrumentos de medición y de bienes medidos,
- la diferente cobertura de la metrología legal en varios países.

### **7.2.2. El Nuevo Enfoque y el Enfoque Global en Europa**

El Mercado Único europeo es un espacio económico que se caracteriza por una libre circulación de mercancías, servicios, capitales y trabajadores <sup>(14)</sup>. La Unión Europea ha desarrollado instrumentos para eliminar las barreras a la libre circulación de mercancías la cual se considera una de las piedras angulares del Mercado Único. En particular destacan:

- el llamado *Nuevo Enfoque* a las reglamentaciones sobre productos,
- el *Enfoque Global* a la evaluación de la conformidad.

Los mecanismos del *Nuevo Enfoque* se basan en:

- evitar nuevas barreras al comercio, por ejemplo impidiendo la adopción de normas y reglamentos técnicos nacionales divergentes,
- el mutuo reconocimiento, que tiene como elementos clave:
  - los productos fabricados o comercializados en un estado miembro pueden en principio circular libremente por toda la Comunidad si cumplen con los niveles de protección establecidos,
  - en ausencia de medidas comunitarias, los Estados miembros son libres de legislar sobre su territorio,
  - los obstáculos comerciales derivados de las diferencias entre las legislaciones nacionales sólo pueden aceptarse si las medidas nacionales:
    - son necesarias para satisfacer necesidades ineludibles,
    - sirven a un propósito legítimo,
    - pueden justificarse a la vista del propósito legítimo y son proporcionales a sus objetivos,
- la armonización técnica descansa sobre los siguientes principios:
  - la armonización legislativa se limita a los requisitos esenciales,

## Metrología legal

- las especificaciones técnicas de los productos se fijan en normas armonizadas,
- la aplicación de normas europeas armonizadas es voluntaria y el fabricante puede aplicar otras especificaciones para cumplir con los requisitos,
- los productos fabricados en cumplimiento de las normas armonizadas gozan de la presunción de conformidad con los requisitos esenciales.

El *Enfoque Global* de la evaluación de la conformidad establece a su vez los siguientes principios operativos aplicables tanto al campo regulado como al no regulado:

- la creación de módulos para las distintas fases de los procedimientos de evaluación de la conformidad y el establecimiento de criterios para dichos procedimientos,
- la generalización del uso de normas europeas relativas al aseguramiento de la calidad (serie EN ISO 9000) y de los requisitos a cumplir por los organismos de evaluación de la conformidad,
- el fomento del establecimiento de sistemas de acreditación y el uso de técnicas de comparación entre los Estados miembros,
- la promoción de acuerdos de reconocimiento mutuo de los ensayos y la certificación en la esfera no reglamentaria,
- la minimización de las diferencias de las actuales infraestructuras de la calidad,
- el fomento del comercio internacional mediante acuerdos de reconocimiento mutuo.

La evaluación de la conformidad se basa en:

- el diseño y las actividades internas de control de la producción del fabricante,
- el examen de tipo realizado por un tercero, combinado con las actividades internas de control de la producción del fabricante,
- el examen de tipo o de diseño por un tercero, combinado con la homologación por un tercero del producto o de los sistemas de aseguramiento de la calidad de la producción o de la verificación del producto por un tercero,
- la verificación unitaria por un tercero del diseño o la producción,
- la homologación por un tercero de sistemas integrales de aseguramiento de la calidad.

Antes de comercializar un producto en el mercado comunitario, el fabricante debe someter su producto a un procedimiento de evaluación de la conformidad establecido en la directiva aplicable, con miras a colocar el marcado CE.

Por otra parte, los Estados miembros deben presuponer que los productos que llevan el marcado CE cumplen todas las disposiciones de las directivas aplicables que regulan su colocación. Por ello, los Estados miembros no pueden prohibir, restringir o impedir la comercialización y puesta en servicio en su territorio de los productos que lleven el marcado CE a menos que las disposiciones se hayan aplicado de forma incorrecta.

## Metrología legal

Las directivas de *Nuevo Enfoque* son de armonización total y por ello los Estados miembros deben revocar toda legislación nacional contradictoria. Las directivas son vinculantes por lo que respecta al resultado a obtenerse pero deja libertad a los Estados miembros para elegir la forma y el método.

Resumiendo, podemos decir que en el Mercado Único europeo, la responsabilidad es trasladada paso a paso al fabricante de los instrumentos de medición, siempre que disponga de un sistema de calidad reconocido por una autoridad de certificación (organismo notificado) designado por el estado miembro, y sea supervisado por éste a intervalos regulares.

En el caso de los instrumentos de medición, con el *Nuevo Enfoque*, las Directrices de la Unión Europea establecerán solamente los requisitos esenciales que garanticen la certidumbre de medición de los instrumentos y estos requisitos estarán basados en las actividades de la OIML. Los requisitos técnicos que deben cumplir los instrumentos de medición quedarán plasmados en las normas europeas pertinentes (CEN y CENELEC).

Sin embargo, no puede darse una libre circulación de bienes y un acceso liberalizado a los mercados sin un control apropiado de mediciones y éste se logra con la llamada vigilancia del mercado, dictada por las directivas de Comunidad Europea.

### 7.3. América

En el hemisferio occidental se ha creado el Sistema Interamericano de Metrología, SIM, como un instrumento para promover la metrología en América.

El SIM agrupa a los países en cinco grandes regiones: NORAMET para los países de América del Norte, CAMET para los de América Central, ANDIMET los países andinos, SURAMET los países de América del Sur y CARIMET los del Caribe.

Dentro del SIM existe un Grupo de Trabajo sobre Metrología Legal con dos subgrupos de trabajo. Ambos tienen como objetivo la armonización de los requerimientos y actividades de la metrología legal en las Américas, tomando en consideración las Recomendaciones y documentos de OIML.

El subgrupo I está enfocado a *Leyes y reglamentos* y busca contribuir a desarrollar y mantener la mutua confianza entre los servicios de metrología legal por medio de:

- la armonización de los elementos de los reglamentos de metrología legal,
- la promoción de una interpretación y aplicación coherentes de los reglamentos de metrología legal.

El subgrupo II, *Control metrológico de instrumentos de medición y productos preempacados*, busca minimizar las barreras al comercio por medio de:

## Metrología legal

- promover la confianza en los instrumentos de medición bajo control metrológico legal que se emplean para llevar a cabo mediciones que aseguren la equidad en el comercio, la salud y seguridad pública y de los trabajadores, y la protección ambiental,
- desarrollar un arreglo de aceptación mutua regional para aceptar y utilizar la evaluación de modelos,
- proveer los medios y procedimientos armonizados para verificación y pruebas.

Por ejemplo, a raíz de una encuesta reciente entre los miembros del SIM, se detectó que aún no existe uniformidad en la aplicación de requisitos para el control metrológico de productos preempacados y que, en particular, no todos los servicios de metrología legal están aplicando los requisitos de la Recomendación OIML correspondiente; actualmente, los miembros de SIM están trabajando activamente para modificar esta situación y llegar a una mayor armonización regional.

## 8. El futuro de la metrología legal

El avance tecnológico y los progresos técnicos están originando cambios profundos en el quehacer de la metrología legal lo cual le está planteando nuevos retos para los que debe prepararse.

En el mes de septiembre del 2002 se llevó a cabo un seminario internacional patrocinado por la OIML cuyo tema fue: *Cómo será la metrología legal en el año 2020?* En este seminario se hizo una revisión de los cambios que la metrología legal está enfrentando y de las perspectivas a largo plazo en cuyo contexto deberán alcanzarse las metas de la metrología legal.

Algunos de los puntos destacados en el informe final de conclusiones <sup>(62)</sup> son:

“En un futuro no muy distante es probable que todos los progresos técnicos y todas las nuevas tecnologías de instrumentos de medición emanen de un número limitado de fabricantes multinacionales y que sean utilizados a nivel mundial, a menudo con un costo menor que el de las tecnologías tradicionales. Los fabricantes nacionales posiblemente limiten su actividad a adaptar estos productos internacionales a las necesidades locales específicas.

## Metrología legal

“La metrología se considera a menudo como una necesidad para la industria, que debería ser financiada por el sector privado, y la metrología legal se considera demasiado a menudo como una tarea regulatoria anticuada que podría ser reemplazada por la normalización y la promoción de la calidad, ambas en forma voluntaria. Sin embargo, algunas organizaciones internacionales, esencialmente la OMC y ONUDI, han comprendido que una infraestructura metrológica adecuada es necesaria para el desarrollo.

“Los instrumentos individuales cederán el paso a sistemas integrados en redes los cuales llevarán a cabo funciones complejas, asociarán diversos tipos de mediciones y administrarán numerosos resultados de mediciones. Los elementos de estos sistemas no serán instrumentos completos sino sensores, módulos de instrumentos y de sistemas procesadores de datos, todos los cuales interactuarán entre sí.

“Los instrumentos y sistemas estarán en capacidad de llevar a cabo tareas que actualmente están reservadas a los entes de metrología u otros especializados: la autoverificación, la autocalibración, la asistencia para el mantenimiento y adaptación de su comportamiento a condiciones ambientales o de medición. Los futuros instrumentos y sistemas estarán incluso en capacidad de desarrollar comportamientos fraudulentos relativamente inteligentes y evitar que estos comportamientos sean detectados por las autoridades metrológicas.

“El alcance de los sistemas de medición será considerablemente mayor. Cubrirán una gran variedad de mediciones y magnitudes en prácticamente todos los campos de actividad humana. La integración de artefactos de medición en redes globales, a menudo usando el Internet, requerirá que la metrología enfoque la totalidad de estas redes.

“A nivel nacional, las autoridades de metrología legal deberán enfrentar retos nuevos y considerablemente mayores. Deberán llevar a cabo sus tareas con recursos parciales o limitados y sin embargo enfrentar una mayor cobertura de mediciones y tecnologías avanzadas. Necesitarán nuevas pericias para enfrentar estos nuevos campos y tecnologías, y probablemente con menos personal. Tendrán que demostrar la utilidad de la metrología legal a políticos llamados a tomar decisiones con un conocimiento muy bajo de los temas técnicos y sus implicaciones.

“La armonización internacional, la confianza mutua y el reconocimiento mutuo entre los entes y las autoridades de metrología legal son no solamente una necesidad para facilitar el comercio sino también para cumplir con la misión de la metrología legal a nivel nacional. El trabajo de metrología legal deberá ser globalizado si no quiere perder efectividad.

“La OIML debe con urgencia iniciar el estudio de la estructura general de los procedimientos para la evaluación de conformidad, para adaptarlos a las nuevas tecnologías, a la nueva estructura de los sistemas de medición y a la de producción y mantenimiento.

## Metrología legal

Debe producirse un documento OIML que sirva de guía acerca de las nuevas pericias requeridas por las autoridades de cumplimiento y los entes de evaluación de conformidad. Estas pericias son necesarias para las autoridades de metrología legal, los funcionarios de verificación de cumplimiento y los de evaluación de conformidad, debido a la evolución de las tecnologías.”

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Académie des Sciences – Comité des Applications de l'Académie des Sciences, CADAS, **Quelle place pour la métrologie en France à l'aube du XXI<sup>e</sup> siècle?** Rapport commun n°5, avril 1996. Paris, Tec&Doc., ISBN 2-7430-0108-9.
2. **Actualización de normas (y reglamentos) de metrología legal**, diversos ejemplares del Diario Oficial de la República Oriental del Uruguay.
3. Andersen, Ross (NY State). **NIST Handbook 130, Uniformity of laws and regulations: weights and measures law.** No ref.
4. Becerril Vilchis, Arturo. **Vocabulario de términos fundamentales y generales en metrología**, Seminario Internacional de Metrología, Querétaro, México, CENAM, 1997.
5. BIPM/CEI/ISO/OIML, **Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure.** Genève, ISO, 1995.
6. Brickenkamp, C.S., **Legal metrology in the United States**, no ref.
7. Carpenter, Steve. **Round table discussion: assistance in the establishing of metrological infrastructures by national, regional and international donor organizations**, in: Seiler,

## Metrología legal

Eberhard, ed. *The Role of metrology in economic and social development. Lectures and summary of the discussions of a seminar*, June 1-18, 1998. Braunschweig, PTB, Oct. 1998. p. 191

8. CENAM, <http://www.cenam.mx>
9. Centro Español de Metrología. **Metrología** (folleto descriptivo) s.f.
10. CITEL, Comisión Interamericana de Telecomunicaciones. II<sup>a</sup> Reunión del Comité Consultivo Permanente I: **Normalización de Telecomunicaciones**, Guatemala, 7-10 abril de 2003.
11. Comité international des poids et mesures (CIPM). **Procès-verbaux de la 90<sup>e</sup> session** (octobre 2001), Tome 69. Sèvres, BIPM, 2002.
12. Comité international des poids et mesures, CIPM, **Besoins nationaux et internationaux dans le domaine de la métrologie**. Sèvres, BIPM, 1998.
13. Comunicaciones personales.
14. Comunidad Europea, **Guía para la aplicación de las directivas basadas en el Nuevo Enfoque y en el Enfoque Global**. Bruselas, septiembre 1999.

15. De Colubi, Ramón. **Fiscalización metrológica**, publicación divulgativa D-3. Caracas, Fondo de Desarrollo Metrológico, Servicio Nacional de Metrología Legal, 1978.
16. De Colubi, Ramón. **Metrología**, publicación divulgativa D-1. Caracas, Fondo de Desarrollo Metrológico, Servicio Nacional de Metrología Legal, 1978.
17. De Lima Guimarães, Roberto Luiz. **A Metrologia Legal no Brasil**, Workshop on Legal Metrology for the Americas, 1998.
18. Delegatura para la Protección del Consumidor, **Normas técnicas y control de productos importados**. Bogotá, Superintendencia de Industria y Comercio, s.f.
19. Departamento de Alimentos y Biotecnología, Facultad de Química, UNAM. **Seminarios sobre etiquetado de alimentos. I. Ámbito legal de etiquetas de alimentos, II. Etiquetado de alimentos transgénicos**. México, UNAM, 2000.
20. **Directiva 90/384/CEE del Consejo, de 20 de junio de 1990, sobre la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros relativas a los instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático**. *Diario Oficial n° L 189 de 20/07/1990 p. 0001 – 0016*.
21. **Documentation for measurement standards and calibration devices**, International document #5. Paris, OIML, 1983.

22. **École Supérieure de Métrologie, document de présentation**, édition 2002. École des Mines de Douai, ESM, 2002.
23. **El Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Informe breve**. Braunschweig, PTB, octubre 1991.
24. EOTC European Organisation for Conformity Assessment, [www.eotc.be](http://www.eotc.be)
25. **Explosion protection**. Braunschweig, PTB, 1999.
26. Faber, G.J.- **The International Organization of Legal Metrology**, no ref.
27. Faber, Gérald J., **The OIML and its programme**, in: Seiler, Eberhard, ed. *The Role of metrology in economic and social development. Lectures and summary of the discussions of a seminar*, June 1-18, 1998. Braunschweig, PTB, Oct. 1998. p.47.
28. Gilmour, John A. **Metrology and accreditation: the ILAC and its programme**, in: Seiler, Eberhard, ed. *The Role of metrology in economic and social development. Lectures and summary of the discussions of a seminar*, June 1-18, 1998. Braunschweig, PTB, Oct. 1998. p.73.
29. **Guía de calibración**. Paris, OIML, 1989.
30. Gupta, S.V. **Verification of commercial weights**, OIML, discussion document, 2002.

31. International Accreditation Forum, [www.iaf.org](http://www.iaf.org)
32. International Laboratory Accreditation, [www.ilac.org](http://www.ilac.org)
33. **International Vocabulary in Legal Metrology – Vocabulaire International des Termes de Métrologie légale**. Paris, OIML, 2000.
34. **Introduction and implementation of the Inter-american MRA**. CCP.I-TEL/doc.100/03, CITELE, Comisión Interamericana de Telecomunicaciones. IIª Reunión del Comité Consultivo Permanente I: Normalización de Telecomunicaciones, Guatemala, 7-10 abril de 2003.
35. Kind, Dieter and Terry Quinn. **Metrology: Quo vadis?** Physics Today (American Institute of Physics), August 1999, BG13-15.
36. Klenovsky, Pavel. **Organisation of the Czech Metrology System – an example from a country in transition**. in: Seiler, Eberhard, ed. *The Role of metrology in economic and social development. Lectures and summary of the discussions of a seminar*, June 1-18, 1998. Braunschweig, PTB, Oct. 1998. p.251.
37. **La Metrología legal en el campo de la protección de los consumidores**. Braunschweig, PTB, 1999.
38. **Labelling requirements for prepackaged products**. OIML International Recommendation R79. Paris, OIML, 1997.

## Metrología legal

39. **Law on Metrology**, Paris, OIML, 1975.
40. **Legal metrology and the OIML**, [www.oiml.org](http://www.oiml.org) 2002.
41. **Legal Metrology in OIML Corresponding Members**. Paris, OIML, Oct. 1996.
42. **Legal Metrology in OIML Members States**. Paris, OIML, Jan., 1996.
43. **Legal qualification of measuring instruments**, International document #3. Paris, OIML, 1979.
44. **Ley federal sobre metrología y normalización**, Cuadernos SECOFI serie jurídica, México, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial SECOFI, 1992.
45. **Man-Mel, Manual de metrología legal**. Rio de Janeiro (?), Instituto Nacional de Pesos e Medidas, 1977?
46. Marbán, Rocío y Julio Pellecer. **Metrología para no-metrólogos**. Segunda edición, OEA/SIM, 2002.
47. **Market surveillance by the verification authorities in Germany**. Darmstadt, Arbeits-gemeinschaft Mess- und Eichwesen (AG ME), 2000.
48. Martinelli Réche, Mauricio. **Leis e Regulamentos no Brasil**, Workshop on Legal Metrology for the Americas, 1998.

49. Martínez González, Rafael. **Procedimientos de evaluación de unidades de verificación**. Seminario Internacional de Metrología, Querétaro, México, CENAM, 1997.
50. Measurement Canada, **An Overview of Legal Metrology in Canada**, Workshop on Legal Metrology for the Americas, 1998.
51. Memorandum para miembros del Grupo de Trabajo de Metrología Legal (LMWG) del SIM; **Encuesta sobre etiquetado de paquetes de los miembros del LMGW**, septiembre 2002.
52. **Metrología – Disposiciones legales**. CEM, 1998.
53. **Metrología legal y protección al consumidor**. Santiago de Chile, Servicio Nacional del Consumidor, 29 octubre 2002.
54. **Metrología Legal**, cuadernos IEL volume 4. Rio de Janeiro, Instituto Euvaldo Lodi, 1992.
55. **Metrología; actividades técnicas y científicas del CEM, año 2000**.
56. **Metrology and verification in Germany**. München, Deutsche Akademie für Metrologie, 2001.
57. **Metrology for Environmental Protection**. Braunschweig, PTB, 1994.
58. **Metrology for industry**. Braunschweig, PTB, 1995.

## Metrología legal

59. **Metrology in Chemistry** – a new challenge for the Americas, Proceedings of the First Inter American Workshop on Metrology in Chemistry, Rio de Janeiro, 1997. SIM/INMETRO, 1998.
60. **Net content in packages**, OIML International Recommendation R87. Paris, OIML, 1989.
61. OIML D-1 (first draft revision) **Elements for a law on metrology**. Paris, OIML, 24 June 2002.
62. OIML Seminar, **What will Legal Metrology be in the Year 2020**, September 2002, Conclusions and Report. Paris, OIML, 2002.
63. OIML, **Accuracy classes of measuring instruments**. International Recommendation #34. Paris, BIML, 1979.
64. OIML, **Compteurs d'énergie thermique, partie 2: essais d'approbation de types et essais de vérification primitive**. Recommandation internationale 75-2, Paris, OIML, 2002.
65. OIML, **Formation en métrologie – synthèse sur les possibilités et bibliographie**. Paris, BIML, Mars 1987.
66. OIML, **Thermomètres à liquide en verre**. Recommandation internationale R133, Paris, OIML, 2002.
67. OIML, **Training of legal metrology personnel – Qualification – Training programmes**. International Document 14. Paris, OIML, 1989.

68. OIML, **Verification equipment for national metrology services**, Paris, BIML, March 1986.
69. OIML, **Weights of classes E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>**. International Recommendation R111, Paris, OIML, 1994.
70. OIML/BIML. **6<sup>th</sup> International Conference of Legal Metrology**, Washington, June 1980; C6-1980 Point 7 Developing countries.
71. OIML/BIML. OIML Policy- Module 2: **OIML today**, 1994.06.20.
72. OIML/BIML. OIML Policy- Module 3: **Strategy**, 1994.06.20.
73. OIML/BIML. OIML Policy-Module 1: **Metrology**, 1994.06.20.
74. Oppermann, Henry. **Aplicación de pesas y medidas para las bombas distribuidoras de combustible para motores al menudeo**. Seminario Internacional de Metrología, Querétaro, México, CENAM, 1997.
75. Oppermann, Henry. **El Sistema de metrología legal de los Estados Unidos**. Seminario Internacional de Metrología, Querétaro, México, CENAM, 1997.
76. Physikalisch-Technische-Bundesanstalt <http://www.ptb.de>
77. **Planificación de los laboratorios de metrología y ensayo**. Paris, OIML, 1986.

## Metrología legal

78. **Principles concerning choice, official recognition, use and conservation of measurement standards**, International document #8. Paris, OIML, 1984.
79. **Principles for the establishment of hierarchy schemes for measuring instruments**, International document #5. Paris, OIML, 1982.
80. **Principles of assurance of metrological control**, International document #16. Paris, OIML, 1986.
81. **Principles of metrological supervision**, International document #9. Paris, OIML, 1984.
82. **Principles of selection of characteristics for the examination of (ordinary) measuring instruments**, International document #15. Paris, OIML, 1986.
83. Procuraduría Federal del Consumidor. **Programa Nacional de Metrología**. Seminario Internacional de Metrología, Querétaro, México, CENAM, 1997.
84. **Propuesta de directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a los instrumentos de medida.** /\* COM/2000/0566 final - COD 2000/0233 \*/ *Diario Oficial n° C 062 E de 27/02/2001 p. 0001 – 0078.*
85. **Propuesta modificada de directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a los instrumentos de medida** (presentada por la Comisión con arreglo al apartado 2 del

artículo 250 del Tratado CE). /\* COM/2002/0037 final - COD 2000/0233 \*/ *Diario Oficial n° C 126 E de 28/05/2002 p. 0368 – 0387.*

86. **Pure-tone audiometers, Annex F: Test report format.** International Recommendation 104 Annex F, Paris, OIML, 1997.
87. **Quality Manual Template**, developed for State Legal Metrology Laboratories (NISTIR 5802). Gaithersburg, NIST, March 1996.
88. Quinn, T.J. **Metrology, its role in today's world.** BIPM, Rapport BIMP-94/5, May 1994. (revised text of a lecture given in Tokyo on 14 October 1993 to the Japanese Instrument Manufacturers Association).
89. **Recopilación general de leyes y decretos de metrología (del Uruguay)**, Montevideo, Dirección General de Metrología Legal DINAMEL, 1994.
90. Schneider, Carlos Alberto y Gunther Pfeiffer. **Metrological support to small and medium sized industries**, in: Seiler, Eberhard, ed. *The Role of metrology in economic and social development. Lectures and summary of the discussions of a seminar*, June 1-18, 1998. Braunschweig, PTB, Oct. 1998. p. 361.
91. Schulz, Wilfried , **Legal metrology in the Federal Republic of Germany.** PTB-Bericht TWD-36e. Braunschweig, PTB, Jan. 1992

## Metrología legal

92. Seiler, Eberhard, ed. **The Role of metrology in economic and social development**. Lectures and summary of the discussions of a seminar, June 1-18, 1998. Braunschweig, PTB, Oct. 1998.
93. **SIM Legal Metrology Working Group**, tomado de la página web del SIM
94. Sistema Interamericano de Metrología, SIM. <http://www.sim.org>
95. Starck, B. - H. Roland- L. Boyer. **Introduction au Droit**, 5ème ed., Paris, Litec, 2000.
96. Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia, **El Sistema nacional de normalización, certificación y metrología**, Santafé de Bogotá, Ministerio de Desarrollo Económico, s.f.
97. Thulin, S.A. **Guidelines for the establishment of simplified metrology regulations**. Paris, OIML, May 1992
98. Tovar, Antonio; **Historia del Antiguo Oriente**, Barcelona, Montaner y Simón, 1967 ; Babilonia bajo los Kassi: el imperio medio asirio; la civilización asiria bajo Tiglatpileser I, (1116-1076) hijo de Assureshishi (p.185).
99. Ullrich, Dieter. Mess- und Eichwesen Niedersachsen, comentarios personales.

100. **Uniform laws and regulations in the areas of legal metrology and engine fuel quality**. NIST Handbook 130. Washington, USGPO, 1998.
101. Unión Europea <http://europa.eu.int>
102. **Utilisation des matériaux de référence certifiés dans les domaines couverts par le contrôle métrologique exercé par les services nationaux de métrologie légale. Principes de base**. OIML D18, édition 2002.
103. **VIM, Vocabulaire International des Termes Fondamentaux et Généraux de Métrologie**. Genève, ISO, 1993.
104. WELMEC, European cooperation in legal metrology. **WELMEC – an introduction**, WELMEC 1, issue, June 2000.
105. WELMEC, <http://www.welmec.org>
106. Yoshito Mitani Nakanishi, comunicaciones personales, 2000.

