



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Mecánica

**MODERNIZACIÓN DEL LABORATORIO DE
METROLOGÍA, CON UNA ORIENTACIÓN
PEDAGÓGICA Y
DE SERVICIOS DE CALIBRACIÓN**

**Seminario de Título presentado en
conformidad a los requisitos para
obtener el título de Ingeniero de
Ejecución en Mecánica.**

**Profesor Guía:
Sr. (Juan Carlos Figueroa Barra)**

**César Antonio Garrido Garrido
(2013)**

Tabla de contenidos

Tabla de contenidos	i
Índice de Figuras	iv
Índice de Tablas	iv
RESUMEN	v
Capítulo 1) INTRODUCCIÓN	1
Capítulo 2) OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo generales.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
Capítulo 3) METROLOGÍA	4
3.1. La metrología es la ciencia de la medida	4
3.2. Como definición ¿qué es la metrología?.....	5
3.3. La metrología y el desarrollo.....	7
3.4. División de la metrología	7
3.5. Metrología científica e industrial	8
3.5.1. Campos temáticos	8
3.5.2. Patrones de medida	8
3.5.3. Materiales de referencia certificados.....	11
3.5.4. Trazabilidad y calibración.....	11
3.5.5. La calibración	11
3.5.6. ¿Cuándo calibrar?	13
3.5.7. Ensayos	13
3.6. Metrología Legal.....	14
3.6.1. Legislación en las mediciones y ensayos	14
3.6.2. Buenas prácticas para ser consideradas en la medición legal.....	15
Capítulo 4) ORGANIZACIÓN DE LA METROLOGÍA	16
4.1. Infraestructura internacional	16
4.1.1. La convención del metro	16
4.1.2. ILAC	18

4.1.3.	OIML	18
4.1.4.	Institutos Nacionales de Metrología	18
4.1.5.	Instituto Nacional de Normalización y Red Nacional de Metrología	19
4.1.5.1.	Historia de la Red Nacional del Instituto Nacional (INN)	19
4.1.5.2.	Estructura de la Red Nacional de Metrología (RNM)	21
4.1.5.3.	Laboratorios Designados	24
4.2.	Beneficios de una estructura Nacional de la Calidad	26
Capitulo 5) SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI).		31
5.1.	Historia del SI	31
Capitulo 6) MODERNIZACIÓN DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DE LA UBB.		32
6.1.	Instrumentación actual.....	32
6.2.	Requerimientos para entregar servicio de calibración.	36
6.2.1.	Requisitos del Sistema de Gestión	36
6.2.2.	Requisitos Técnicos	38
6.2.3.	Inversiones en instrumentación de acuerdo al cumplimiento de requisitos técnicos.	42
6.2.4.	Evaluación económica de servicios de calibración.	47
a)	Beneficios cualitativos.....	51
b)	Beneficios cuantitativos.....	51
Conclusiones		52
Bibliografía		53
Anexo A - Planillas de evaluación económica		54
Anexo B Tablas de Unidades del SI		58
	Tabla 1-B: Unidades SI básicas.....	58
	Tabla 3-B: Unidades SI derivadas con nombres y símbolos especiales.....	60
	Tabla 4-B: Ejemplos de unidades SI derivadas.....	61
	Tabla 5-B: Unidades fuera del SI en uso o aceptadas en el SI	62
	Tabla 6-B: Unidades fuera del SI aceptadas para uso en áreas temáticas específicas	62
Anexo C Prefijos SI		63
	Reglas para el uso correcto de los prefijos	63
	Tabla 1-C: Prefijos SI.....	64

Símbolos de las unidades.....	65
Escritura del valor de una magnitud.....	65
Nombres de las unidades	66
Notación numérica.....	67
Anexo D - Información de metrología-enlaces	68
Anexo E - Términos metrológicos generales	70
Anexo F - Introducción a la incertidumbre	75
Expresión de la incertidumbre de medición.....	76
Error versus incertidumbre.....	77
¿Cómo calcular la incertidumbre de las mediciones?	80
Ejemplo: cálculo básico de la incertidumbre	81
Anexo G - Tablas de conversión.....	86
Anexo H - Certificado de Muestra (SRM).....	88
Anexo I - Publicidad de proyecto laboratorio	89
Volante de laboratorio:.....	89
Logo de laboratorio:.....	89
Anexo J - Cotización formal de instrumental Mahr	90
Anexo K - Especificaciones de instrumental Mahr	94

Índice de Figuras

Figura N° 1-1 Concepto de la trazabilidad y avance de la metrología.....	2
Figura N° 3-2 La cadena de trazabilidad.....	10
Figura N° 3-3 Esquemas de buenas prácticas.....	15
Figura N° 4-4 Organización de la Convención del Metro.....	17
Figura N° 4-5 Muestra la Organización de la Convención del Metro.....	17
Figura N° 4-6 Relación de la RNM.....	23
Figura N° 4-7 evidencia relación de los LD con el BIPM.....	25
Figura N° 4-8 Resultado de no disponer una Estructura Nacional de la Calidad. .	27
Figura N° 4- 9 Resultado de implementar una Estructura Nacional de la Calidad	27
Figura N° 4-10 Calidad v/s No Calidad.....	28
Figura N° 4-11 Tornillos Normalizados.....	28
Figura N° 4-12 Contenedores Normalizados.....	29
Figura N° 4-13 Infraestructura técnica Voluntaria u Obligatoria.....	30
Figura N° 4-14 Resumen esquemático de la importancia de la metrología.	30
Figura N° 6-15 Gráfico de estado de operación de instrumental del la UBB.....	33
Figura N° 6-16 Requisitos para la competencia de un laboratorio.....	36
Figura N° 6-17 Beneficios cualitativos.....	51

Índice de Tablas

Tabla N° 1 Relaciones Internacionales.....	21
Tabla N° 2 Laboratorios Designados de Chile.....	24
Tabla N° 3 Estado del Instrumental de la UBB.....	32

RESUMEN

Es motivo de agrado, presentar el siguiente documento que permite conocer de forma breve el desarrollo de la metrología en el mundo y en Chile. Además está destinado a proporcionar a los usuarios de la metrología y al público en general, una fuente de referencia sencilla, completa y comprensible sobre la materia. Es de esperar que el documento facilite la comprensión y el trabajo con aspectos técnicos y organizativos de la metrología.

Cada uno de los antecedentes son fundamentados con el conjunto de experiencias prácticas y teóricas desarrolladas en un laboratorio de calibración Acreditado, teniendo como base los requisitos técnicos de acuerdo a normas internacionales como son ISO 9001 “Sistemas de gestión de la Calidad-Requisitos” y NCh-ISO 17025 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”.

Además, se permite analizar los datos de la evaluación económica de un proyecto de implementación de un laboratorio de calibración en la Universidad del Bío-Bío. Dentro del marco de análisis se plantean requerimientos de inversión, infraestructura, requisitos técnicos del personal y los beneficios potenciales que se pueden generar.

Capítulo 1) INTRODUCCIÓN

1.1. La humanidad y las medidas

Los que olvidaban o descuidaban su deber de calibrar el patrón de longitud las noches de luna llena, se enfrentaban a la pena de muerte. Ese era el peligro que corrían el grupo de arquitectos reales, responsables de la construcción de templos y pirámides en el antiguo Egipto de los Faraones, 3000 años a.C. El primer codo real fue definido como la longitud del antebrazo del Faraón, desde el codo hasta el extremo del dedo medio, teniendo la mano extendida. La medida original fue transferida y materializada en granito negro. En los lugares de construcción, los trabajadores poseían copias en granito o madera, siendo responsabilidad de los arquitectos su mantenimiento.

Desde aquel entonces la Humanidad ha recorrido un largo camino, pero se mantiene la gran importancia de la exactitud de las mediciones. Más cerca de nuestra época, en 1799 en París, se estableció el Sistema Métrico, el antecesor de nuestro actual Sistema de Unidades, el Sistema SI, mediante el depósito de dos patrones de platino que representaban al metro y al kilogramo.

Hoy se mide y se pesa con un costo equivalente a más del 5.6% de nuestro PIB¹, por lo que la metrología supone una parte natural y vital de nuestra actividad diaria: el café y las planchas de madera se compran por peso o por tamaño; el agua, la electricidad o el calor se miden, y ello afecta a nuestras economías domésticas. Las balanzas de baño influyen sobre nuestro estado de ánimo, lo mismo que los radares de Carabineros con sus posibles consecuencias económicas. La cantidad de sustancias activas en medicina, el análisis de muestras de sangre o los efectos de la cirugía láser, tienen que tener la exactitud adecuada, para evitar poner en peligro la salud de los pacientes. Es prácticamente imposible describir cualquier cosa sin referirse a los pesos y medidas: horas de sol, tallas de prendas de vestir, porcentaje de alcohol, peso de las cartas, temperatura de recintos, presión de los

¹ Fuente de Banco Central de Chile, con fecha 18 de Marzo de 2013

neumáticos, etc. Sólo como curiosidad, trate el lector de mantener una conversación sin utilizar palabras que no estén relacionadas con pesar, medir o contar.

Así es que, el comercio, el mercado y las leyes que los regulan dependen de los pesos y las medidas. El piloto observa cuidadosamente su altitud, trayectoria, consumo de combustible y velocidad, el carabinero establece distintos procedimientos de acuerdo a su nivel de alcohol medido en el equipo de alcoholtest, el inspector de alimentos mide el contenido en bacterias, las autoridades marítimas miden la sustentación de los buques, las empresas adquieren materiales a granel pesándolos y midiéndolos, y especifican sus productos empleando unidades comunes. La regulación de los procesos y el establecimiento de sus alarmas también se basan en mediciones.

La medición sistemática, con una incertidumbre estimada, es una de las bases del control de calidad industrial y en general, en las industrias más modernas, el costo de las mediciones supone del 10% al 15% de los costos de producción. Las buenas mediciones pueden, sin embargo, aumentar significativamente el valor, la vigencia y la calidad del producto.

A continuación se muestra de forma ilustrada el concepto de trazabilidad:

Mediciones trazables		
	 Egipto antiguo	 Mundo moderno
Unidad:	cubo	metro (sistema – SI)
Patrón primario o medición de referencia:	cubo de granito	bloques de galga/ interferómetro láser
Patrones de trabajo:	cubo de madera	micrómetros, vernier, calibradores, etc.
Aplicación:	manufactura de bloques o piezas de piedra	control de dimensiones
Período de recalibración :	cada luna llena	de acuerdo con la frecuencia de uso
Trazabilidad:	local	internacional

Figura N° 1-1 Concepto de la trazabilidad y avance de la metrología.

Capítulo 2) OBJETIVOS

2.1. Objetivo generales

Incrementar y promover la real importancia del conocimiento y establecer un entendimiento común de la metrología dentro de la Universidad del Bío-Bío.

Conocer las potencialidades disponibles por la universidad del Bío-Bío, para la implementación de un laboratorio de calibración.

2.2. Objetivos específicos

Exponer la importancia de la aplicación de la metrología.

Análisis de la capacidad instrumental actual del laboratorio de metrología del Departamento de Ingeniería de la Universidad del Bío-Bío.

Formular lineamientos sobre los requisitos del sistema de gestión y requisitos técnicos para la implementación de un laboratorio de calibración.

Análisis de evaluación económica de la implementación del laboratorio de calibración en la Universidad del Bío-Bío.

Determinar los beneficios de la creación del laboratorio de calibración en el Departamento de Ingeniería de la Universidad del Bío-Bío.

Capítulo 3) METROLOGÍA

3.1. La metrología es la ciencia de la medida

La Metrología cubre tres actividades principales:

1. La **definición** de las unidades de medida internacionalmente aceptadas: por ejemplo el metro.
2. La **realización** de las unidades de medida por métodos científicos; por ejemplo, la realización del metro mediante el empleo de láseres estabilizados.
3. El establecimiento de las **cadena de trazabilidad**, determinando y documentando el valor y exactitud de las mediciones y disseminando dicho conocimiento; por ejemplo, la relación documentada existente entre un micrómetro de exteriores utilizado en una sala de ingeniería de precisión y el laboratorio primario en metrología óptica de longitudes.

3.2. Como definición ¿qué es la metrología?

La metrología es la ciencia que se ocupa de las mediciones, unidades de medida y de los equipos utilizados para efectuarlas, así como de su verificación y calibración periódica. Algunos la definen como “el arte de las mediciones correctas y confiables”.

Las mediciones son importantes en la mayoría de los procesos productivos e industriales. Prácticamente todas las empresas, sean grandes, medianas o pequeñas, tienen “necesidades metrológicas”, aunque no siempre las reconocen como tales. Empresarios y consumidores necesitan saber con precisión el contenido exacto de un producto. Por eso las empresas deben contar con buenos instrumentos para obtener medidas confiables y garantizar buenos resultados.

Una medición adecuada incide directamente en la calidad de los productos, que es un pilar de la competitividad internacional. De hecho, si una empresa quiere certificarse bajo las normas de la serie ISO 9000, debe cumplir con requerimientos de confirmación metrológica. La metrología es también una herramienta clave para el comercio exterior:

Un kilogramo o litro chileno debe ser el mismo que en Japón, Italia o Estados Unidos. Tiene, entonces, una gran importancia económica, ya que permite dar certeza respecto de las transacciones. La metrología está presente al realizar mediciones para la investigación en universidades y laboratorios; en la actividad de organismos reguladores; en la industria militar; en la producción y el comercio. Su aplicación abarca campos tan diversos como la ciencia, medicina e industria farmacéutica, construcción, metalurgia, minería, la actividad pesquera y alimenticia, los sectores del cuero y textiles, el rubro del plástico y de la madera, entre muchos otros.

Algunas estadísticas señalan que entre un 60% y 80% de las fallas en una fábrica están relacionadas directamente con la falta de un adecuado sistema de aseguramiento metrológico.

Este no solo se refiere al instrumento de medición, sino también al factor humano. Es decir, se puede tener el mejor equipo, verificado y calibrado, pero si el usuario

no está capacitado para manejarlo, no podrá interpretar adecuadamente sus valores.

Medir exige utilizar el instrumento y el procedimiento adecuado, además de saber “leer” los resultados. Pero también supone cuidar que los equipos de medición una regla, un termómetro, una pesa o una moderna balanza no sufran golpes ni se vean expuestos a condiciones ambientales que los puedan dañar. Si los instrumentos o equipos de medición no permiten mediciones confiables, es poco probable lograr buenos resultados en el proceso de fabricación de un producto.

Gracias a la metrología la empresa asegura:

- ✓ **Calidad**
- ✓ **Productividad**
- ✓ **Competitividad**

Medir bien sirve para:

- Disminuir fallas durante los proceso.
- Evidenciar Calidad en los proceso bajo normas Internacionales.
- Efectuar acciones de verificación sobre equipos y/o procesos.

Un sistema de aseguramiento metrológico está compuesto por:

- Un instrumento o equipo de medición verificado y calibrado.
- Personas con competencia evidenciada.
- Una formación técnica sobre la correcta interpretación de los resultados.
- Un sistema de análisis estadísticos que permita la estimación de incertidumbres de medición.
- Disponer del control de las condiciones ambientales que podrían influir en la calidad de los resultados

3.3. La metrología y el desarrollo...

La Metrología es esencial en la investigación científica, la cual constituye a su vez la base del desarrollo de la propia metrología. La Ciencia se mueve continuamente hacia los extremos de lo posible y la metrología fundamental se ocupa de los aspectos metrológicos de los nuevos descubrimientos. El contar con mejores herramientas metrológicas permite a los investigadores continuar con sus descubrimientos, y sólo aquellos campos de la metrología que aporten desarrollos, pueden seguir siendo colaboradores de la industria y de la investigación.

3.4. División de la metrología

La Metrología suele considerarse dividida en tres categorías, cada una de ellas con diferentes niveles de complejidad y exactitud:

1. **La Metrología Científica** se ocupa de la organización y el desarrollo de los patrones de medida y de su mantenimiento (el nivel más alto).

2. **La Metrología Industrial** debe asegurar el adecuado funcionamiento de los instrumentos de medida empleados en la industria, en los procesos de producción y verificación para asegurar la calidad de vida de los ciudadanos y para la investigación académica.

3. **La Metrología legal** se ocupa de aquellas mediciones que influyen sobre la transparencia de las transacciones económicas, particularmente cuando hay un requisito de verificación legal del instrumento de medida.

La Metrología Fundamental no tiene una definición internacional, pero supone el nivel más alto de exactitud dentro de un campo dado. La metrología fundamental puede considerarse como el nivel superior de la metrología científica.

3.5. Metrología científica e industrial

La metrología científica y la industrial son dos de las tres categorías de la metrología, descritas en el subcapítulo 3.4.

Las actividades metrológicas de calibración, medición y ensayo son fundamentales para garantizar la calidad de muchas actividades y procesos industriales así como de la calidad de vida. Ello supone la necesidad de contar con trazabilidad², lo que llega a ser tan importante como la propia medición. El Reconocimiento de la competencia metrológica en cada nivel de la cadena de trazabilidad puede establecerse mediante acuerdos de reconocimiento mutuo, como por ejemplo el del CIPM³ y el de ILAC⁴, así como mediante acreditación y revisión por pares.

3.5.1. Campos temáticos

La Metrología Científica está dividida en 9 campos técnicos por el BIPM⁵: Acústica, Cantidad de Sustancia, Electricidad y Magnetismo, Fotometría y Radiometría, Longitud, Masa, Radiaciones Ionizantes y Radioactividad, Termometría y Tiempo y Frecuencia.

3.5.2. Patrones de medida

Las siguientes definiciones, son aplicables para la comprensión y aplicación del concepto de trazabilidad de las mediciones. Las definiciones son extraídas textualmente de la norma NCh2450.Of2010. En este texto no se incluyen las notas, que pueden ser consultadas en el documento de referencia.

Patrón (patrón de medida)

Medida materializada, instrumento de medición, material de referencia o sistema de medición destinado a definir, materializar, conservar o reproducir una unidad o varios valores de una magnitud para que sirva de referencia.

² Propiedad del resultado de una medición o del valor de un patrón tal que pueda relacionarse con referencias establecidas.

³ El Comité Internacional de Pesos y Medidas (abreviado CIPM del francés Comité international des poids et mesures)

⁴ ILAC - The International Laboratory Accreditation Cooperation.

⁵ BIPM "Bureau international des Poids et Mesures"

Patrón internacional

Patrón reconocido por un acuerdo internacional para servir internacionalmente como referencia para la asignación de valores a otros patrones de la magnitud considerada.

Patrón nacional

Patrón reconocido por una decisión nacional, en un país, para servir como referencia para la asignación de valores a otros patrones de la magnitud considerada.

Patrón primario

Patrón que es designado o ampliamente reconocido como poseedor de las más altas cualidades metrológicas y cuyo valor se acepta sin referirse a otros patrones de la misma magnitud.

Patrón de referencia

Patrón, en general de la más alta calidad metrológica disponible en un lugar dado o en una organización determinada, del cual se derivan las medidas obtenidas en dicho lugar.

Patrón de trabajo

Patrón comúnmente calibrado con un patrón de referencia y que se utiliza corrientemente para calibrar o verificar medidas materializadas, instrumentos de medición o materiales de referencia.

La Figura N° 3-2 muestra los diferentes niveles en que se sitúan los patrones de medida, en la cadena de trazabilidad.

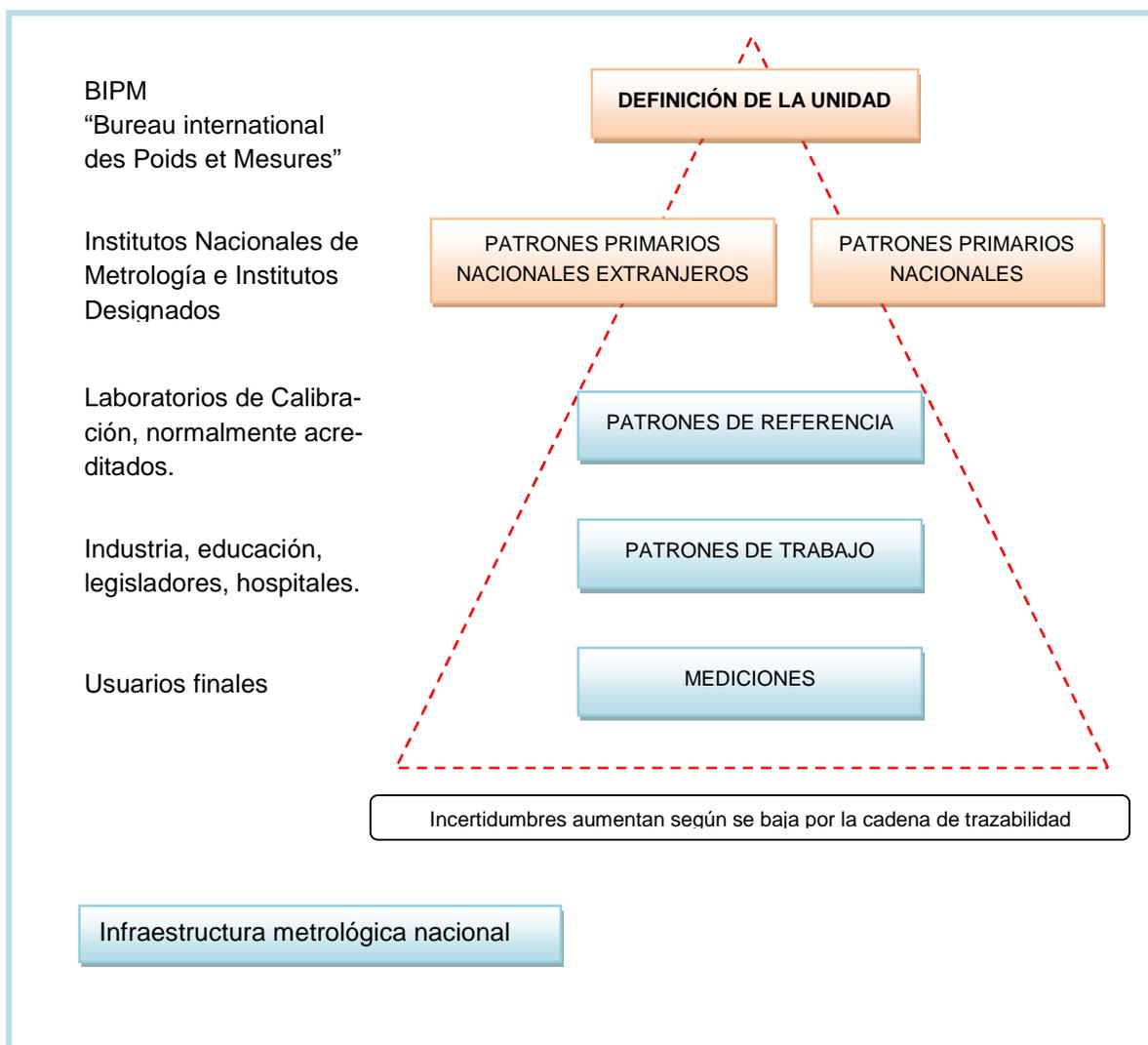


Figura N° 3-2 La cadena de trazabilidad

3.5.3. Materiales de referencia certificados

Un Material de Referencia Certificado (MRC) es un material de referencia donde una o más de sus propiedades están certificadas por un procedimiento que establece su trazabilidad a una realización de la unidad en la que se expresan los valores de la propiedad. Cada valor certificado viene acompañado de su incertidumbre para un nivel declarado de confianza. El término material de referencia patrón, en inglés SRM, también se utiliza en algunas partes del mundo como sinónimo de MRC.

Los MRC generalmente se preparan en lotes. Los valores de la propiedad se determinan dentro de los límites de las incertidumbres declaradas por medio de medidas, sobre muestras representativas del lote completo. (Se adjunta ejemplo, Certificado de Muestra, Anexo H)

3.5.4. Trazabilidad y calibración

Trazabilidad al SI

Una cadena de trazabilidad (ver Figura 3-2) es una cadena ininterrumpida de comparaciones, todas ellas con incertidumbres establecidas. Esto asegura que un resultado de medida o el valor de un patrón está relacionado con referencias de niveles superiores, hasta llegar al patrón primario.

En Química y Biología la trazabilidad a menudo se establece mediante el uso de MRC y procedimientos de referencia.

3.5.5. La calibración

Los “instrumentos de medición”, tal como lo indica su nombre, sirven para medir. Son, por ejemplo, una cinta métrica para la longitud, o un termómetro para la temperatura, entre otros.

Vienen a ser los “ojos” encargados de examinar el proceso de medición. Sin embargo, así como no existe ningún ojo perfecto, tampoco hay un instrumento de medición de resultados inequívocos. Es decir, todos están afectados por algún nivel de error.

La calibración es el procedimiento metrológico que determina con suficiente exactitud cuál es el valor de los errores de los instrumentos de medición, además es una herramienta fundamental para asegurar la trazabilidad de una medida. La calibración determina las características metrológicas de un instrumento, sistema o material de referencia. Esto se logra mediante comparación directa con patrones de medida o materiales de referencia certificados. Se emite un certificado de calibración y, en la mayoría de los casos, se adhiere una etiqueta al instrumento calibrado.

Solo a través de la calibración de los equipos de medición respecto de patrones con trazabilidad internacional, las empresas pueden asegurar la validez de sus mediciones. Por eso, todos los instrumentos de medición que afectan la calidad del producto final deben ser sometidos a calibración, labor que debe realizar un laboratorio especializado y de forma ideal un laboratorio acreditado ante algún sistema de acreditación reconocido internacionalmente.

Hay cuatro razones principales para tener calibrado un instrumento:

- 1. Para establecer y demostrar su trazabilidad.*
- 2. Para garantizar que las lecturas del instrumento son compatibles con otras mediciones.*
- 3. Para determinar la exactitud de las lecturas del instrumento.*
- 4. Para establecer la fiabilidad del instrumento, es decir que se puede confiar en sus indicaciones.*

3.5.6. ¿Cuándo calibrar?

La frecuencia de calibración de cualquier instrumento de medición depende básicamente de su robustez frente a las condiciones de uso a las cuales está sometido, lo que solo puede ser definido por el usuario. En términos generales, estas frecuencias fluctúan entre los 6 y 24 meses.

Tener un instrumento calibrado no significa que funcione “bien”: solo quiere decir que conocemos la diferencia entre lo que el instrumento indica y “lo que debiera indicar”, lo que queda establecido en el certificado de calibración.

Este certificado puede ser entregado por laboratorios de calibración que cuenten con:

- *Trazabilidad*
- *Capacidad de medida*
- *Personal competente*

3.5.7. Ensayos

Los ensayos consisten en determinar las características de un producto, proceso o servicio, de acuerdo con ciertos procedimientos, metodologías o requisitos.

El objetivo o finalidad de los ensayos puede ser comprobar si un producto cumple las especificaciones (evaluación de la conformidad), tales como requisitos de seguridad o características relevantes para el comercio. Existe una gran variedad de ensayos que cubren muchos campos, se realizan a distintos niveles y con distintos requisitos de exactitud. Los ensayos son realizados por laboratorios que pueden ser primera, segunda o tercera parte. Los laboratorios de primera parte son los laboratorios de los fabricantes, los de segunda parte son los laboratorios del cliente, mientras que los laboratorios de tercera parte son independientes tanto del fabricante como del cliente

La Metrología proporciona las bases para la comparabilidad de los resultados de ensayo, por ejemplo a través de la definición de las unidades de medida o proporcionando la trazabilidad, y la incertidumbre asociada a los resultados de las mediciones.

3.6. Metrología Legal

La Metrología legal es la tercera categoría de la metrología (véase capítulo 3.4). La metrología legal tiene su origen en la necesidad de garantizar el comercio leal, especialmente en el área de las pesas y las medidas. La metrología legal se ocupa principalmente de los instrumentos de medida que están controlados legalmente, y su principal objetivo es garantizar a los ciudadanos que los resultados de medida sean correctos, cuando éstos se utilizan en las transacciones oficiales y comerciales.

La OIML es la *Organización Internacional de Metrología Legal* (véase capítulo 4.1.3).

Existen muchas otras áreas de legislación, aparte de la metrología legal, donde también son necesarias las mediciones para evaluar la conformidad con reglamentaciones o regulaciones; por ej., en los campos de la aviación, la asistencia sanitaria, los productos de construcción, el medio ambiente y el control de la contaminación.

3.6.1. Legislación en las mediciones y ensayos

La economía mundial y la calidad de nuestra vida diaria dependen de mediciones y ensayos fiables, que gocen de confianza, sean aceptados internacionalmente y no supongan una barrera al comercio. Además de aquellas regulaciones que requieren de instrumentos verificados legalmente, muchas otras áreas reguladas requieren de mediciones y ensayos para evaluar la conformidad con reglamentaciones o documentos normativos obligatorios; es el caso, por ejemplo, de las normas de aviación, de los ensayos de seguridad de los automóviles, de sanidad, del control del medio ambiente y de la contaminación ambiental o de la seguridad de los juguetes de los niños. La calidad de los datos, mediciones y ensayos es parte importante de muchas regulaciones.

3.6.2. Buenas prácticas para ser consideradas en la medición legal

La medición puede ser necesaria en cualquiera de las fases de un proceso reglamentario. Las buenas regulaciones requieren una aproximación adecuada a las mediciones y los ensayos para:

- Establecer los fundamentos de la legislación,
- Redactar la regulación o reglamento y establecer los límites técnicos,
- Realizar la vigilancia de mercado.



Figura N° 3-3 Esquemas de buenas prácticas

Capítulo 4) ORGANIZACIÓN DE LA METROLOGÍA

4.1. Infraestructura internacional

4.1.1. La convención del metro

A mediados del siglo XIX se vio clara la necesidad de contar con un sistema métrico decimal universal, en particular durante las primeras exposiciones industriales universales. En 1875, tuvo lugar en París una conferencia diplomática sobre el metro, en la que 17 gobiernos, entre ellos 4 de lengua hispana, el español, el argentino, el peruano y el venezolano, firmaron el tratado diplomático conocido como "La Convención del Metro". Los firmantes decidieron crear y financiar una Institución Científica de carácter permanente, el "Bureau International de Poids et Mesures" (**BIPM**). En 1921, la Convención del Metro fue modificada ligeramente.

Los representantes de los Gobiernos de los Estados miembros se reúnen cada cuatro años en la "Conferencia General de Pesas y Medidas" **CGPM**. La CGPM discute y examina el trabajo realizado por los Institutos Nacionales de Metrología y el BIPM, y emite recomendaciones sobre nuevas determinaciones metrológicas fundamentales y sobre cuestiones importantes relativas al propio BIPM.

En el 2013, la Convención del Metro está formada por 55 estados miembros, y 37 estados y economías asociados a la CGPM, con derecho a enviar un observador a la CGPM.

La CGPM elige hasta 18 representantes para el "Comité International des Poids et Mesures" **CIPM**, que se reúne anualmente. El CIPM supervisa al BIPM en nombre de la CGPM y coopera con otras organizaciones internacionales de metrología. El CIPM lleva a cabo la preparación de los trabajos preliminares para las decisiones técnicas a adoptar por la CGPM. El CIPM se apoya en 10 comités consultivos. El presidente de cada comité consultivo suele ser un miembro del CIPM. Los otros miembros de los comités consultivos son representantes de los Institutos Nacionales de Metrología.

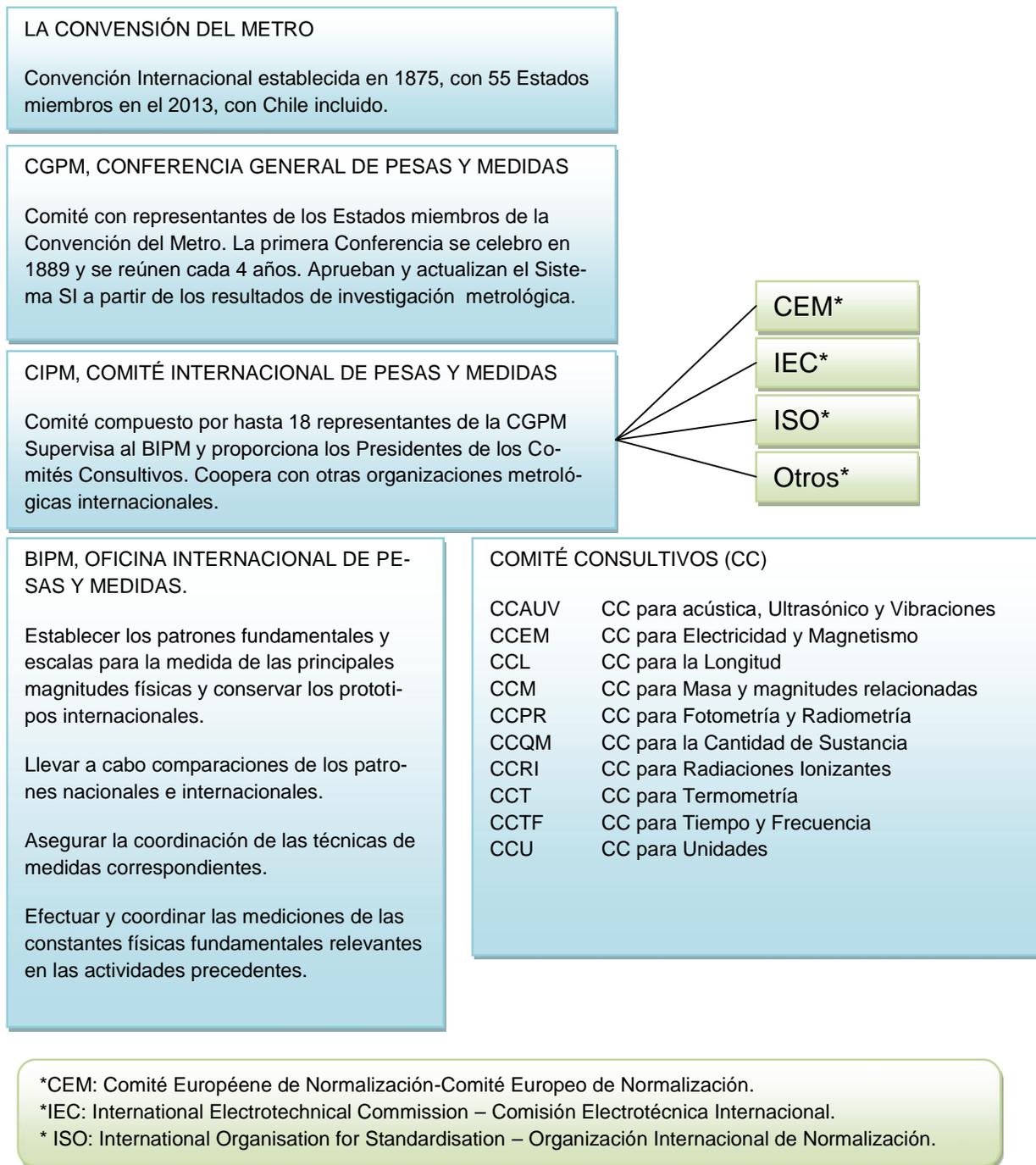


Figura N° 4-4 Organización de la Convención del Metro

4.1.2. ILAC

La *Cooperación Internacional para la Acreditación de Laboratorios (International Laboratory Accreditation Cooperation)* ILAC es una organización dedicada a la cooperación internacional entre los distintos esquemas de acreditación de laboratorios que operan en el mundo.

4.1.3. OIML

La *Organización Internacional de Metrología Legal* OIML es una Organización intergubernamental fundada en 1955 bajo un tratado basado en una convención, que fue modificado en 1968. La finalidad de la OIML es promover la armonización global de los procedimientos de la metrología legal. En el 2013 la OIML contaba con 58 países miembros y 65 países en calidad de miembros correspondientes, que participan en la OIML como observadores.

4.1.4. Institutos Nacionales de Metrología

Se define a un Instituto Nacional de Metrología (INM) como aquella organización designada por decisión oficial de carácter nacional para desarrollar y mantener los patrones nacionales de medida, de una o más magnitudes. El INM representa internacionalmente al país ante los institutos metroológicos nacionales de otros países, las Organizaciones Metroológicas Regionales, el BIPM y otras de carácter internacional.

La Red Nacional de Metrología, RNM, es el Instituto Nacional de Metrología de Chile y a través de los Institutos Designados, garantiza y disemina la trazabilidad de las mediciones del país y logra su reconocimiento internacional. Estos *Institutos Designados* proveen servicios de calibración de patrones a los Laboratorios de Calibración, y Material de Referencia Certificando a los Laboratorios de Ensayos. Además, actúan como Laboratorios Pilotos en los Ensayos de Aptitud (Proficiency Testing) que se organizan a nivel nacional.

La finalidad esencial de contar con una Red Nacional de Metrología, es la de implementar la base para la Infraestructura Nacional de Calidad, INC, y asegurar así

la calidad de los productos, su intercambiabilidad y los derechos de los consumidores.

4.1.5. Instituto Nacional de Normalización y Red Nacional de Metrología



La Red de Metrología Chilena está vinculada con el sistema metrológico mundial, es decir, interactúa y se relaciona activamente con otras redes internacionales. A nivel regional, Chile forma parte del Sistema Interamericano de Metrología (SIM), que es el resultado de los acuerdos logrados por 34 países miembros de la Organización de Estados Americanos (OEA) en cuanto a metrología. El SIM está compuesto por cinco subregiones: NORAMET, CARIMET, CAMET, ANDIMET y SURAMET. Esta última está conformada por Chile, Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay. Adicionalmente, Chile integra la Oficina Internacional de Pesos y Medidas (BIPM). Con sede en Francia, esta entidad asegura la uniformidad de medidas y su trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades (SI).

4.1.5.1. Historia de la Red Nacional del Instituto Nacional (INN)

En Chile a mediados de 1996, se inició el estudio de oferta y demanda de servicios metrológicos, generándose el Primer Modelo de Evaluación del Impacto económico de la Metrología en Chile. Con apoyo alemán, se definieron los patrones nacionales para iniciar el sistema. El mismo año, se creó la División de Metrología, quedando establecida la Red Nacional de Metrología, donde se logró el apoyo de CORFO para la compra de patrones e infraestructura de los laboratorios designados de patrones nacionales.

En otra área, y gracias a la puesta en funcionamiento del Sistema Nacional de Acreditación, el INN incorporó la función de acreditar a los organismos de certificación, laboratorios de ensayo y calibración, y entes de inspección.

Pero el avance del INN no se detuvo: en 1999 Chile se reincorpora a la Convención del Metro; en octubre de 2000, firmó el Acuerdo de Reconocimiento mutuo de la Conferencia Internacional de Pesas y Medidas (CIPM), que permitió que los países miembros del CIPM aceptaran las mediciones efectuadas en Chile. El 2001, inició el Diplomado en Gestión de la Calidad y el 2002 la Octava Asamblea del Sistema Interamericano de Metrología (SIM).

A partir del año 2004, el Instituto empezó a tener una fuerte presencia nacional en promoción de los componentes de calidad, junto a CORFO y ChileCalidad.

El 2005 se creó la División de Desarrollo, a objeto de dotar al INN de capacidades internas que permitieran mejorar la gestión de los proyectos ejecutados y generar nuevos programas y actividades de servicios, como el Registro de Consultores.

El año 2006, la División de Acreditación del INN inició su proceso para ser signatario de los Acuerdos de Reconocimiento Multilateral, MRA de IAAC, ILAC e IAF, obteniendo el 22 de marzo de 2010 el reconocimiento como Organismo de Acreditación de Laboratorios de Calibración, Ensayos y Clínicos Médicos.

Finalmente, el 12 de febrero de 2010, se publicó en el Diario Oficial el Decreto Supremo 215 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción que reconoce al Instituto Nacional de Normalización como organismo coordinador y supervisor de los laboratorios que componen la Red Nacional de Metrología chilena.

Tabla N° 1 Relaciones Internacionales

Organismo Internacional	Año de Firma	Objeto
Reconocimiento del Sistema Interamericano de Metrología (SIM)	1995	Convenio
Convención del Metro	1998	Convenio
Bureau International des Poids et Mesures (BIMP)	1999	Membresía
Subregión del Sistema Interamericano de Medidas SIM (Suramet)	2000	Memorando de entendimiento
Subregión del Sistema Interamericano de Medidas SIM (Suramet)	2000	Acuerdo de entendimiento
Centro Nacional de Metrología de México (Cenam)	2000	Memorando de entendimiento
Comité Internacional de Pesos y Medidas (CIPM)	2000	Acuerdo de Reconocimiento Mutuo
Centro Español de Metrología	2001	Memorando de entendimiento
Bureau National de Métrologie de Francia (BNM).	2001	Memorando de entendimiento

4.1.5.2. Estructura de la Red Nacional de Metrología (RNM)

a. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo

Es la autoridad nacional, para todos los efectos, de administración de la RNM. Este Ministerio ha asumido la responsabilidad de designar a los laboratorios integrantes de la Red Nacional de Metrología, conforme han obtenido el reconocimiento exigido a nivel internacional, respecto del área específica de la metrología que ellos han asumido.

b. INN / División Metrología

El Instituto Nacional de Normalización es en la actualidad el organismo responsable del desarrollo y administración de la Red Nacional de Metrología, por lo que ha asumido además la administración de los recursos públicos que se le transfieren para su fortalecimiento, desarrollando una función análoga a la de un Instituto Nacional de Metrología, conforme a los parámetros internacionales.

Para efectos de operación de la RNM, el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo actúa a través de la División Metrología del Instituto Nacional de Normalización. Ésta última tiene por función supervisar, coordinar, y administrar a los miembros de la RNM.

c. Institutos/Laboratorios Designados

Es aquel laboratorio que, por sí o como parte de una entidad mayor, ha sido reconocido como responsable del todo o parte de un área de la metrología acorde a la definición del Bureau Internacional de Pesas y Medidas y sus servicios asociados y de conformidad con los requisitos establecidos en el CIPM MRA, a través de un Decreto Supremo emanado del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

A continuación se muestra de forma esquemática la relación de las entidades de la RNM:

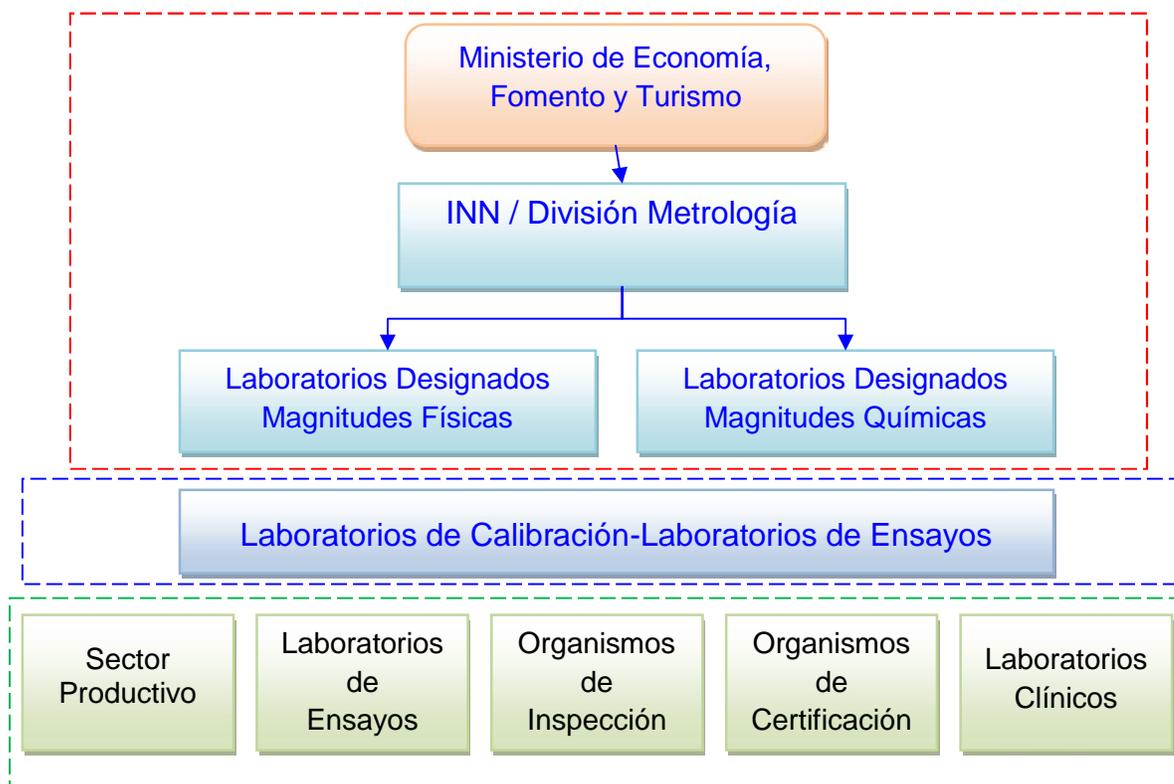


Figura N° 4-6 Estructura de Relación de la RNM

4.1.5.3. Laboratorios Designados

Los Laboratorios Designados (LD) son instituciones de reconocido prestigio, dotadas de capacidades técnicas y equipos de última generación, que a su vez son los responsables de mantener la trazabilidad de los patrones nacionales y diseminar la magnitud respectiva a través de servicios de calibración a patrones de laboratorios de calibración.

Son los encargados de administrar las mediciones que materializan las unidades de siete magnitudes del Sistema Internacional de Unidades.

Tabla N° 2 Laboratorios Designados de Chile

Área	Laboratorio Designado	Decretos Supremos
Masa	Centro de Estudios, Medición y Certificación de Calidad (CESMEC)	N° 775, del 30 de diciembre de 1999, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción
Temperatura	Centro de Estudios, Medición y Certificación de Calidad (CESMEC)	N° 775, del 30 de diciembre de 1999, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción
Fuerza	Instituto de Investigación y Control (IDIC)	N° 487, del 22 de septiembre de 2000, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción
Longitud	DICTUC S.A.	N° 96, del 09 de febrero de 2001, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción
Presión	Empresa Nacional de Aeronáutica (ENAER)	N° 76, del 21 de Abril de 2003, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción

Se destaca que los LD, están dentro del selecto grupo de entidades que se encuentran acreditados y son reconocidos a nivel internacional.

The screenshot shows the BIPM website interface. At the top left is the BIPM logo and the text 'Bureau International des Poids et Mesures'. A search facility is located at the top right. Below the logo is a navigation bar with tabs for 'METRE CONVENTION', 'CIPM MRA', 'COMMITTEES', 'BIPM', 'SCIENTIFIC WORK', 'SI', 'PUBLICATIONS', and 'DATABASES'. A breadcrumb trail indicates the current location: '> You are here: [Metre Convention](#) > [Member States and Associates](#) > [Chile](#) > info.'

The main content area is titled 'The Republic of Chile'. On the left side, there are several sidebar menus:

- 'Other Member States' with a dropdown menu to 'Select a country'.
- 'Related articles' listing:
 - CIPM MRA
 - Signatories of the MRA
 - KCDB
 - Participation in key [MRA](#) and [supplementary comparisons](#)
 - Number of CMCs published per domain
- 'Restricted access for Directors of...' with a link to 'NMI's of MEMBER STATES'.
- 'Direct access' with links to:
 - BIPM METROLOGY PORTAL
 - USEFUL LINKS
 - ACRONYMS
 - CIPM MRA
 - KCDB
 - JCTLM DATABASE

The main content area has four tabs: 'General info.', 'CIPM MRA', 'BIPM services', and 'Links'. The 'General info.' tab is active, showing:

- 'Metrology institutes' with a list of institutions:
 - INN** (Instituto Nacional de Normalización)
 - ISP* (Instituto de Salud Pública)
 - CESMEC Ltda.* (Centro de Estudios, Medición y Certificación de Calidad)
 - CISA* (Calibraciones Industriales S.A.)
 - CMQ* (Chemical Metrology Center for Water and Foodstuffs, Foundation Chile)
 - CODELCO* (Chemical Laboratory of CODELCO Norte Division)
 - DICTUC S.A.* (Laboratorio Custodio de Patrones Nacionales de Longitud, Pontificia Universidad Católica de Chile)
 - ENAER* (Empresa Nacional de Aeronáutica)
 - IDIC* (Instituto de Investigaciones y Control)
 - UDEC* (Universidad de Concepción)
 - RNM (Red Nacional de Metrología de Chile)
- 'National accreditation bodies' with a link to 'Instituto Nacional de Normalización (INN)'
- 'National standards bodies' with a link to 'Instituto Nacional de Normalización (INN)'

At the bottom of the main content area, there is a note: '** Signatory of the CIPM MRA ; * Also participating in the CIPM MRA.'

Figura N° 4-7 evidencia relación de los LD con el BIPM.

4.2. Beneficios de una estructura Nacional de la Calidad

Los países industrializados descansan en gran número de normas y reglamentos técnicos para sus actividades relacionadas con el comercio. Si los países en vías de desarrollo buscan ingresar al mercado globalizado, deben poder contar con recursos relacionados con las normas tales como: acceso a normas y reglamentos técnicos, metrología, servicios de ensayos, evaluación de calidad, certificación y acreditación.

Para que los países en desarrollo como el nuestro, puedan atraer inversión extranjera, deben tomar en consideración el hecho de que una infraestructura adecuada, y ello incluye la infraestructura de la calidad, es uno de los factores clave que es tomado en cuenta por posibles inversionistas.

Cuando se trata de una infraestructura nacional de la calidad deben, cuando menos, asegurar el acceso a normas y reglamentos técnicos internacionales, garantizar mediciones confiables, y establecer un sistema que permita la acreditación de sus entidades de ensayos y de certificación de tal forma que los resultados de esas entidades sean aceptados internacionalmente. Una **IC**⁶ también es un elemento de apoyo a los empresarios locales y a los consumidores.

Para que sean correctas las mediciones y los ensayos en actividades relacionadas con producción, calidad y certificación, las mediciones deben ser confiables y trazables a patrones internacionales. Ello requiere de laboratorios para patrones de medición física y materiales certificados de referencia en el campo de la química, así como de metrología industrial y legal, y de un sistema de calibración.

El sistema de producción industrial basado en la división del trabajo y el intercambio internacional de bienes demanda que los materiales, componentes y procesos de manufactura sean conformes a una calidad dada especificada.

⁶ Infraestructura Nacional de Calidad

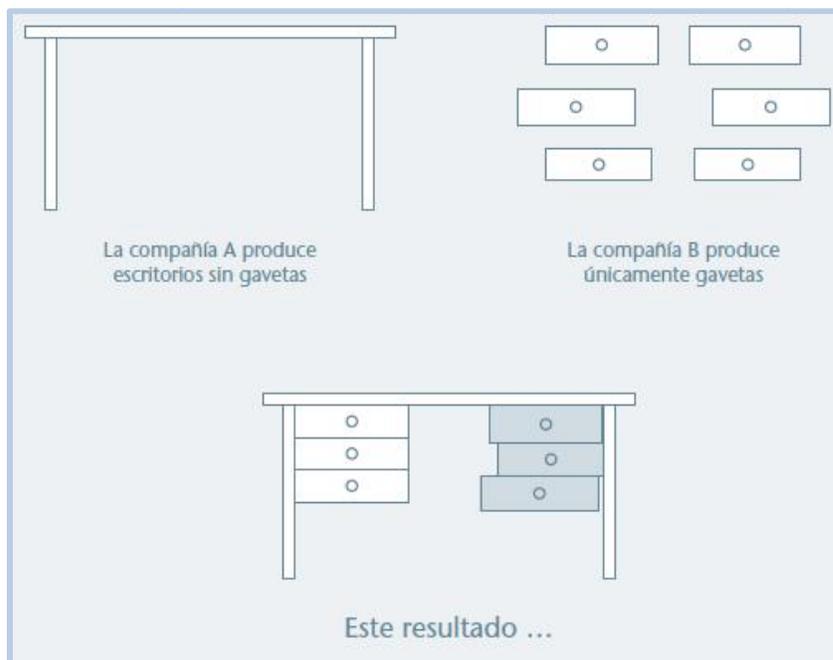


Figura N° 4-8 Resultado de no disponer una Estructura Nacional de la Calidad.

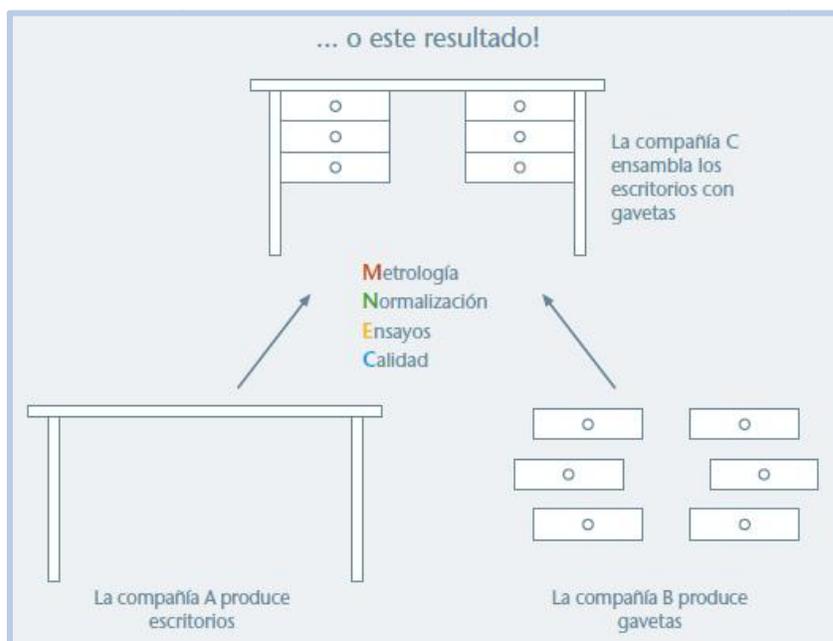


Figura N° 4-9 Resultado de implementar una Estructura Nacional de la Calidad

Una norma define propiedades, en el ejemplo anterior éstas podrían ser las dimensiones y tolerancias del escritorio y de sus gavetas. Durante la manufactura de los escritorios, también deben cumplirse los reglamentos de seguridad y protección de los trabajadores. Posiblemente existan reglamentos en vigor para el

uso de ciertos materiales; así, si los escritorios son de madera, podría estar prohibido el uso de madera de especies en peligro de extinción. La metrología garantiza que las mediciones son exactas y confiables para que todas las partes se ajusten de forma adecuada. Por medio de ensayos, es posible analizar y demostrar tales propiedades y otras características tales como la calidad de los materiales y de los acabados.

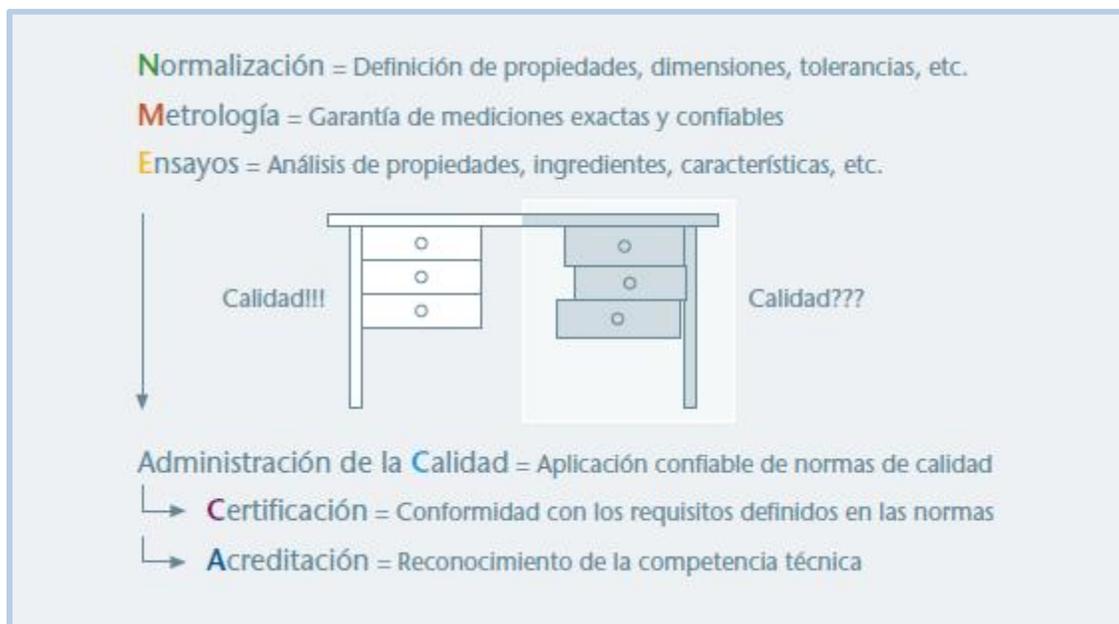


Figura N° 4-10 Calidad v/s No Calidad

Ejemplos prácticos que podemos ver, en la industria y en la vida diaria:

N° 1, La normalización de los tornillos resuelve lo que era un fuerte dolor de cabeza para productores y para usuarios de los productos en diversos países.



Figura N° 4-11 Tornillos Normalizados

Nº 2, Sin las dimensiones normalizadas de los contenedores de carga, el comercio internacional sería más lento y más costoso.



Figura N° 4-12
Contenedores Normalizados

Es necesario que funcione un sistema de servicios de calidad para la diversificación de la producción y para una creación duradera de valor agregado así como para asegurar la competitividad y los derechos de las empresas. Esto se aplica en particular a las empresas pequeñas y medianas que se ven obligadas a recurrir al apoyo de servicios de calibración y certificación de productos.

Las reglas y guías ayudan a asegurar:

- productos más seguros, sanos, seguros para el ambiente,
- mejor calidad y confiabilidad,
- mayor compatibilidad operativa entre productos,
- mayor consistencia en la entrega de servicios,
- mejor acceso y mayor selección de bienes y servicios,
- mejor información sobre productos,
- productos adecuados para poblaciones vulnerables,
- costos menores y mayor competitividad, por lo tanto precios más bajos a los consumidores

Por definición, los Reglamentos Técnicos y la Metrología Legal son obligatorios; sin embargo, los componentes obligatorios deben también referirse a sus contrapartes voluntarias y utilizar su infraestructura técnica disponible.



Figura N° 4-13 Infraestructura técnica Voluntaria u Obligatoria

Como conclusión del capítulo, podemos afirmar que el esquema siguiente adquiere sentido de acuerdo a las disposiciones internacionales vigentes.



Figura N° 4-14 Resumen esquemático de la importancia de la metrología.

Capítulo 5) SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI).

5.1. Historia del SI

La idea inicial del sistema métrico, como un sistema de unidades basado en el metro y el kilogramo, surgió durante la Revolución Francesa, cuando se construyeron dos artefactos patrones de referencia de platino, para el metro y el kilogramo, y se depositaron en el Archivo Nacional Francés de París en 1799 - más tarde serían conocidos como el Metro de los Archivos y el Kilogramo de los Archivos. La Academia Francesa de Ciencias fue la encargada, por la Asamblea Nacional, de diseñar un nuevo sistema de unidades para ser usado en todo el mundo y, en 1946, el *sistema MKSA* (metro, kilogramo, segundo, amperio) fue aceptado por los países de la Convención del Metro. En 1954, el sistema MKSA se amplió para incluir el kelvin y la candela. El sistema asumió entonces el nombre de Sistema Internacional de Unidades, SI (Le Système International d'Unités).

El **Sistema SI** fue establecido en 1960 por la 11^a Conferencia General de Pesas y Medidas, CGPM:

"El Sistema Internacional de Unidades, SI, es el sistema coherente de unidades adoptado y recomendado por la CGPM".

En la 14^a CGPM, en 1971, el SI fue ampliado de nuevo al añadir el mol como unidad básica para la cantidad de sustancia. El sistema SI está compuesto en la actualidad por siete unidades básicas que, junto con las unidades derivadas, forma un sistema coherente de unidades. Además, otras unidades fuera del sistema SI se aceptan para su uso con unidades del SI.

Capítulo 6) MODERNIZACIÓN DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DE LA UBB.

6.1. Instrumentación actual

El laboratorio de metrología cuenta con un set de instrumental el cual está dispuesto para ser utilizado en actividades prácticas de metrología.

Con el objeto de facilitar la interpretación y análisis del estado⁷ del instrumental con el que actualmente cuenta el laboratorio, se presenta la siguiente tabla con el detalle de: Descripción, Estado y Total general de instrumental.

Tabla N° 3 Estado del Instrumental de la UBB

Cuenta de Descripción	Estado			Total general
	malo	operativo	regular	
Accesorios de Bloques		1		1
Base de acero			1	1
Base de micrómetro		1		1
Base desplazable	3			3
Base magnética	1			1
Dentímetro	1			1
Dentímetro	1			1
Escuadra de Control	1	1		2
Escuadra de control	2			2
Escuadra Universal		1		1
Goniómetro	2			2
Goniómetro Digital		1		1
Mármol de Granito		2		2
Mesa de Seno		1	1	2
Micrómetro cilindros		1		1
Micrómetro de Cilindros			1	1
Micrómetro de Disco			1	1
Micrómetro de roscas	1			1
Micrómetro de tope de bola	1			1
Micrómetro Exterior	3	15	2	20
Micrómetro Exterior	2	1		3
Micrómetro exterior con reloj			1	1
Micrómetro exterior de cilindros	1			1
Micrómetro exterior de roscas			1	1
Micrómetro Exterior Rosca		3		3
Micrómetro forma de "U"		2		2
Micrómetro Interior		5		5
Micrómetro Profundímetro	2		1	3

⁷ estado: condición metrológica y nivel de funcionalidad para efectuar mediciones.

Nivel de Burbuja			2	2
Nivel de cuadro (DIN 877)		1	1	2
Pie de Metro		1		1
Pie de Metro	4	3	7	14
Pie de Metro	1			1
Pie de Metro con reloj	1			1
Pie de metro profundimetro			2	2
Puntas de roscas			1	1
Puntas de roscas 55°			1	1
Reloj Calibre			1	1
Reloj Comparador	2	6	2	10
Reloj Comparador de palanca	1			1
Reloj de Palanca		1		1
Reloj Palanca	1			1
Reloj Semicuadrante			2	2
Set de Bloques 112		1		1
Set de Bloques Acero	1			1
Set de micrómetros exteriores		1		1
Set de tornillos micrométricos		1		1
Set micrómetro interior 2 contactos			1	1
Verificador de Interiores	1			1
Verificador de Interiores con reloj	3			3
Total general	36	50	29	115

Notas:

- estado **regular**, permite que al realizar un proceso de reparación menor y/o mantención el instrumento puede quedar en condición de ser utilizado.
- las cajas de protección de aproximado el 50 % de los instrumentos se encuentran dañadas, se recomienda recuperar. Objeto asegurar la protección del instrumental.
- gráfico representa en unidad de porcentaje el estado del instrumental.



Figura N° 6-15 Gráfico de estado de operación de instrumental del la UBB.

De acuerdo a la calidad del instrumental producto a su procedencia de fabricación, almacenamiento y al buen cuidado de estos, es posible utilizar varios instrumentos en procesos de metrología y calibración de instrumentos.

Tabla N° 4 Instrumental del la UBB, cual puede ser utilizada para fines metrológicos y de Calibración

<p>Set de Bloques rectangulares</p> <p>Unidad: milímetros. Rango: (0.5 a 100) mm Exactitud: <i>Grado 1</i> (ISO 3650)</p> <p>Notas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La determinación del <i>Grado de exactitud</i>, se efectuó en el Laboratorio Designado de DICTUC de la Universidad Católica de Chile. - Para poder utilizar el <i>Set de Bloques</i>, se debe necesariamente enviar a calibrar a un laboratorio externo de calibración. 	
<p>Accesorios de bloques rectangulares</p> <p>Rango: (0 a 300) mm</p> <p>Permiten la utilización de bloques mediante la unión de éstos, con diferentes combinaciones que facilitan entre otras cosas, la calibración de anillos patrones, calibración de pie de metros, ajuste de cero de verificadores de interiores, entre otros.</p>	
<p>Soporte de micrómetro</p> <p>Permite tener el mínimo contacto con el cuerpo del micrómetro, reduciendo la transferencia de calor de nuestras manos.</p> <p>Se puede utilizar en la calibración de micrómetros de rangos de (0 a 100) mm.</p> <p>De mecanismo de gran funcionalidad en proceso de calibración de instrumentos.</p>	
<p>Mármoles (bases de trabajo)</p> <p>Tamaño: 8 x 12 pulgada Exactitud: 0.005 mm de planitud</p> <p>Mármoles que pueden ser utilizados como bases de medición de instrumentos.</p>	

Niveles de burbuja

Resolución: 4 segundos.

Permiten ejecutar procedimientos de nivelaciones de bases, mármoles de trabajo, instalación de máquinas, entre otros.



Pie de metro

Rango: (0 a 150) mm

Resolución: 0.02 mm

Puede ser utilizado en las actividades prácticas de metrología y además en el control dimensional de piezas y partes.



Relojes comparadores

Rango: (0 a 10) mm

Resolución: 0.01 mm

Aplicaciones de uso en taller (trabajos de centrado de piezas) y en actividades prácticas de metrología.



6.2. Requerimientos para entregar servicio de calibración.

La capacidad operativa y técnica que debe ser cumplida por un laboratorio de calibración, está condicionada al cumplimiento de requerimientos que se indican a continuación:

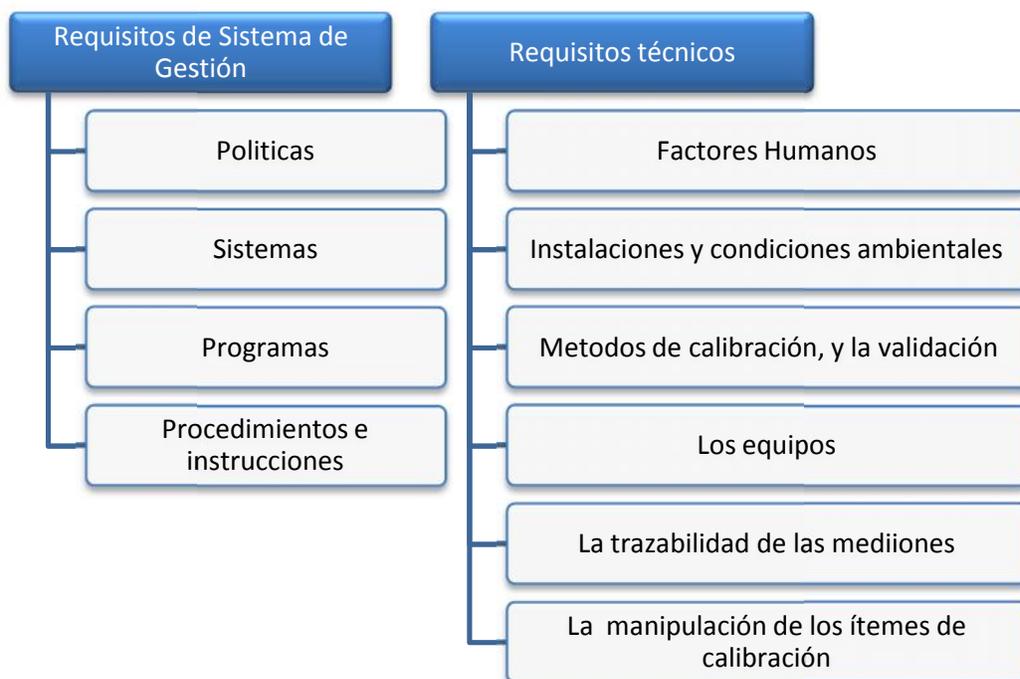


Figura N° 6-16 Requisitos para la competencia de un laboratorio

6.2.1. Requisitos del Sistema de Gestión

El laboratorio debe establecer, implementar y mantener un sistema de gestión apropiado al alcance de sus actividades. El laboratorio debe documentar sus políticas, sistemas programas procedimientos e instrucciones tanto como sea necesario para asegurar la calidad de los resultados de las calibraciones. La documentación del sistema debe ser comunicada al personal pertinente, debe ser comprometida por él, debe estar a disposición y debe ser implementada por él.

Las políticas de sistema de gestión del laboratorio concernientes a la calidad, incluida una declaración de la calidad, deben estar definidas en un manual de calidad (o como se designe). Los objetivos generalmente establecidos, y revisados

durante la revisión por la dirección. La declaración de la política de la calidad debe ser emitida bajo la autoridad de la alta gerencia.

Para referenciar algunos de los documentos que deben existir en el cumplimiento de los requisitos del Sistema de Gestión, se adjunta el siguiente listado:

- ✓ Manual de Calidad
- ✓ Política de Calidad
- ✓ Procedimiento de Control de Documentos
- ✓ Procedimiento de Registros de calidad
- ✓ Procedimiento de Auditorías internas
- ✓ Procedimiento de Producto No conforme
- ✓ Procedimiento de Acciones Correctivas
- ✓ Procedimiento de Acciones Preventiva
- ✓ Procedimientos específicos de Calibración
- ✓ Control de la Calibración de los Equipos de Inspección, Medición y Ensayo
- ✓ Adquisiciones
- ✓ Contratación de Obras y Servicios a Empresas Externas
- ✓ Recepción e Inspección de Materiales y Equipos en Almacenes
- ✓ Comunicación con el Cliente
- ✓ Revisión de Gerencia Laboratorio de calibración
- ✓ Preparación y Mantenimiento de los Descriptores de Cargo
- ✓ Capacitación y Entrenamiento
- ✓ Aseguramiento de la calidad de los Resultados de las Calibraciones
- ✓ Utilización y Mantenimiento de los Instrumentos de Referencia y Equipos
- ✓ Método de Calibración y su Validación
- ✓ Incertidumbre de las Mediciones
- ✓ Control de los Datos y Validación de Planillas

6.2.2. Requisitos Técnicos

Muchos factores determinan la exactitud y la confiabilidad de las calibraciones realizadas por un laboratorio, como son los factores humanos, las instalaciones y condiciones ambientales, métodos de calibración, y la validación de los métodos, los equipos, la trazabilidad y la manipulación de los ítemes de calibración.

El grado en que los factores contribuyen a la incertidumbre total de la medición difiere considerablemente según el tipo de calibraciones. El laboratorio debe tener en cuenta estos factores al desarrollar métodos y procedimientos de calibración, en la capacitación y/o el entrenamiento y la calificación del personal, así como la selección y la calibración de los equipos (patrones de referencia) utilizados.

a) Factores humanos (personal)

Se debe asegurar la competencia de todos los que operan equipos específicos, realizan calibraciones, evalúan los resultados y firman los certificados de calibración.

El laboratorio debe mantener actualizados los perfiles de los cargos del personal directivo, técnico y de apoyo clave involucrado en los ensayos y/o calibraciones.

La gerencia debe autorizar a miembros del personal para realizar tipos particulares de muestreo, ensayos y/o calibraciones, para emitir informes de ensayos y certificados de calibración, para emitir opiniones e interpretaciones y para operar tipos particulares de equipos.

b) Las instalaciones y condiciones ambientales

Las instalaciones para las calibraciones, deben disponer de energía, la iluminación y las condiciones ambientales, para la correcta realización de las calibraciones.

Para controlar el medio ambiente se recomienda que el laboratorio disponga de una construcción modular (habitación dentro de una habitación). Normalmente, el laboratorio debe estar construido en la planta baja y el piso debe ser de hormigón.

Las paredes del laboratorio deben incorporar barreras de humedad. Estas barreras pueden consistir en láminas de plástico insertado en las paredes, o de un revestimiento de plástico laminado aplicado a la superficie de la pared

interna. El número de puertas en el laboratorio debe mantenerse a un mínimo. Pero deben cumplir con la normativa contra incendios y seguridad.

c) Métodos de calibración

El laboratorio debe aplicar métodos y procedimientos apropiados para todas las calibraciones dentro de su alcance. Esto incluye la manipulación, el transporte, el almacenamiento y la preparación de los ítems a calibrar y cuando corresponda, la estimación de la incertidumbre⁸ de la medición así como técnicas estadísticas para el análisis de los datos de las calibraciones.

Se recomiendan algunas normas para ser utilizadas como referencias técnicas para la generación de métodos de calibración.

Micrómetros exteriores	• Norma DIN 863-1, Norma BS 870, Norma ISO 3611, Norma ISO 286-1
Pie de metro	• Norma DIN 862, Norma ISO 3599
Relojes comparadores	• Norma DIN 878, Norma JIS B 7503
Micrómetros de Interiores	• Norma DIN 863-4, Norma ISO 286-1

d) La validación de los métodos

La validación es la confirmación, a través de examen y el aporte de evidencias objetivas, que se cumplen los requisitos particulares para un uso específico previsto.

e) Los equipos

El laboratorio debe estar provisto con todos los equipos para la medición, requeridos para la correcta ejecución de las calibraciones.

Los equipos deben ser operados por personal autorizado.

Se debe mantener registro de cada componente del equipo y su software que sea importante para la realización de las calibraciones.

⁸ El laboratorio debe tener y aplicar un procedimiento para estimar la incertidumbre de la medición para todas las calibraciones.

Se debe asegurar la trazabilidad de los equipos y disponer de procedimientos para la manipulación segura, transporte, almacenamiento, uso y mantenimiento planificado.

El laboratorio de metrología del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad del Bío-Bío, deberá efectuar una inversión sobre equipos que cumplan características de patrones de referencia (de una alta exactitud con evidencia de trazabilidad al SI).

f) La trazabilidad

Todos los equipos utilizados para las calibraciones, incluidos los equipos para la medición auxiliares (ejemplo, medidores de las condiciones ambientales) que tengan un efecto significativo en la exactitud o validez del resultado de la calibración. Deben estar sujetos a un programa de calibración que asegure que las calibraciones y las mediciones hechas por el laboratorio sean trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI).

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de la trazabilidad que dispone la máquina de ensayos⁹ de la Universidad del Bío-Bío.



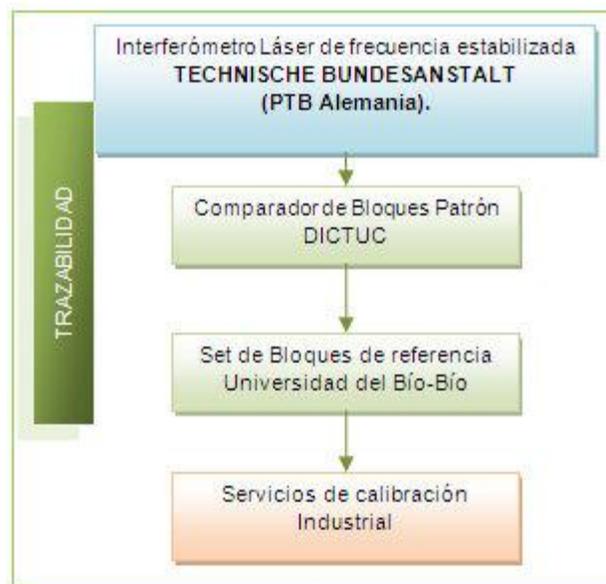
Certificados de calibración:

Celda 500N: Cert. N° 753654.KAL
Celda 100KN: Cert. N° 755356.KAL
Extensímetro: Cert. N° 205119.KAL

Modelo : BT1-FB100TN
Rango: 500N a 100 KN

⁹ Máquina de ensayos, puede ser utilizada para la certificación de instrumentos medidores de fuerza.

La capacidad de trazabilidad al SI, también puede ser obtenida para el set de bloques rectangulares (de propiedad de la UBB), mediante la calibración de cada uno de los bloques en una entidad acreditada como es el laboratorio Designado de la Universidad Católica de Chile (DICTUC).



g) La manipulación de los ítemes de calibración.

El laboratorio debe tener procedimientos para el transporte, recepción, manipulación, protección, almacenamiento, conservación o disposición final de los ítemes de calibración.

6.2.3. Inversiones en instrumentación de acuerdo al cumplimiento de requisitos técnicos.

El cumplimiento de requisitos técnicos referenciado en letra e) punto 6.2.2., pueden ser cubiertos mediante la adquisición del siguiente listado de instrumentos:

<p>1.- Palpador inductivo de palanca Rango: -0.3 a 1.0 mm Repetibilidad: 0.5 μm Histéresis: 0.03 μm Fuerza de medición: 0.25 N Con certificado de calibración.</p>	
<p>2.- Altímetro Digital Rango: (0 a 1000) mm Resolución: 0.1 μm Perpendicularidad: 10 μm Funciones de medición de: ✓ Perpendicularidad ✓ Rectitud ✓ Redondez ✓ Ángulos Permite además generar programas de medición especiales de acuerdo a la geometría de la pieza y protocolos de análisis estadístico. Con certificado de calibración.</p>	
<p>3.- Palpador inductivo recto Rango: \pm 2.0 mm Repetibilidad: 0.08 μm Histéresis: 0.08 μm Fuerza de medición: 0.75 N Con certificado de calibración.</p>	

<p>4.- Mármol de granito Dimensiones: (1500 x 1000) mm Grado 00 (DIN 876) Tolerancia de planitud $= 2 (1 + L / 1000) \mu\text{m}$; L en mm Con certificado de calibración.</p>	
<p>5.- Set de bloques de cerámica Rango: (2.5, 5.1, 7.7, 10.3, 12.9, 15, 17.6, 20.2, 22.8, 25) mm Clase: 1 (ISO 3650) Con certificado de calibración.</p>	
<p>6.- Comparador electrónico Rango / Resolución: $\pm 200 / 0.01 \mu\text{m}$ $\pm 2000 / 0.1 \mu\text{m}$ Con certificado de calibración.</p>	
<p>7.- Termómetro de contacto Rango: 16 a 26 °C Resolución: 0.2 °C Con certificado de calibración.</p> <p>Utilizado en la medición de temperatura de los bloques patrones.</p>	
<p>8.- Medidor de rugosidad Modelo: SJ-411 Rango: 25 mm Resoluciones: $0.01\mu\text{m}$ (800μm) / $0.001\mu\text{m}$ (80μm) / $0.0001\mu\text{m}$ (8μm) / $0.4\mu\text{inch}$ (32000μinch) / $0.04\mu\text{inch}$ (3200μinch) / $0.004\mu\text{inch}$ (320μinch) Trazabilidad: NMIJ/AIST (Japon)</p>	

<p>9.- Banco de centrado Rango: Ø 5.8 pulgada Código: 967-201-10 Aplicación en las evaluaciones geométricas de piezas cilíndricas.</p>	
<p>10.- Bloques de longitud Rangos: 3 Block = 125-175 etapas de =25 2 Blocks = 200-250 etapas =50 3 Blocks = 300-500 etapas =100 Trazabilidad: NMIJ/AIST (Japon) Permite la comprobación y el chequeo de máquinas herramientas y/o centros mecanizados. Calibración de micrómetros exteriores, pie de metros, calibres de altura, entre otros instrumentos.</p>	
<p>11.- Estaciones de granito Rango: (200 x 250 x 80) mm Permite la sujeción de dispositivos de medición (relojes, palpadores) de forma perpendicular a la base, además posee una base de granito cual asegura un apoyo de la pieza con una planitud menor a 5 µm.</p>	
<p>12.- Cabeza Micrométrica Rango: (0 a 25) mm Resolución: 0.0005 mm Dispositivo utilizado para la calibración de relojes comparadores.</p>	
<p>13.- Micrómetro Exterior Rango: (0 a 25) mm Resolución: 0.001 mm Exactitud: ± 0.002 mm Ampliamente usado para el control de piezas y partes mecánicas.</p>	

<p>14.- Goniómetro Rango: (0° 90° 0°) Resolución: 5 minutos Exactitud: ± 5 minutos Usado en el control angular de piezas mecánicas.</p>	
<p>15.- Micrómetros de límites Rango: (0 a 25) mm Resolución: 0.01 mm Exactitud: ± 0.003 mm Permite ser utilizado para establecer dos lecturas, aplicando criterios tolerancias de ajuste (pasa no pasa).</p>	
<p>16.- Microscopio de laboratorio Mesa: (100 x 50) mm Resolución: 0.001 mm Utilizado para visualizar defectos superficiales de elementos mecánicos. Además es posible la medición mediante la utilización de dos tornillos micrométricos digitales en la mesa.</p>	
<p>17.- Micrómetros 3 Contactos Rango: (12 a 20) mm Resolución: 0.005 mm Exactitud: ± 0.004 mm</p>	
<p>18.- Reloj de palanca Rango: (0 – 100 – 0) μm Resolución: 0.002 mm Exactitud: ± 0.003 mm</p>	

<p>19.- Pie de metro Rango: (0 a 150) mm Resolución: 0.02 mm Exactitud: ± 0.03 mm</p>	
<p>20.- Micrómetro profundimetro Rango: (0 a 100) mm Resolución: 0.01 mm</p>	
<p>21.- Máquinas de Medir Tridimensional Manual Rango: X= 700 mm, Y= 700 mm, Z= 600 mm Resolución: 0.0005 mm Exactitud: $(4,5 + 4,5L/1000)$ μm. Oferta N° 17-06-2013 Valor Neto, sin IVA: US \$ 74.826,00 Nota: - Considera Instalación, calibración y capacitación.</p>	

Notas:

- La cotización formal del instrumental enumerado del 1 al 7, se informa en Anexo J.
- Las especificaciones técnicas de los instrumentos, con requisitos informados al proveedor se indican en Anexo K.

6.2.4. Evaluación económica de servicios de calibración.

Objetivos

Realizar una evaluación del estado actual, detectar su situación organizacional interna objeto planificar una posibilidad de implementación de un laboratorio de calibración que permita la venta de servicios de calibración para el cliente interno (laboratorios y Departamentos de la Universidad) y cliente externo (industrias de la zona y del país)

Trabajo previo a la evaluación económica:

- ▲ Se define la capacidad mínima para el funcionamiento del laboratorio de calibración.
- ▲ Definir un plan de inversiones que busque la implementación instrumental mínima para disponer la capacidad de ofrecer servicios con una alta exactitud y evidencia de trazabilidad al SI.
- ▲ Estudio de mercado "Demanda de mercado por magnitud Longitud.
- ▲ Costo de mano directa (sueldo).
- ▲ Proyecto a futuro.
- ▲ Estudio, estimación y análisis de sensibilidad de precios.

Análisis de sensibilidad de precio (supuestos)

Segregación de precios en función de la demanda por cliente:

Cliente interno (UBB)	100 % de lo estimado
Cliente Externo (Industrias y laboratorios)	120 % de lo estimado

Análisis de sensibilidad de precios.

Se definen tres posibles escenarios de demanda de mercado.

Estimado	: 100 % de lo estimado
Optimista	: 120 % de lo estimado
Pesimista	: 80 % de lo estimado

Análisis de sensibilidad de mercado (supuestos)

Estimación de la participación en el mercado de acuerdo a la carga de trabajo proyectada teórica.

Se definen tres posibilidades escenarios de demanda de mercado.

Proyección a futuro de la demanda.

Año 1 a 2 : 100 % de lo estimado

Año 3 al 5 : 115 % de lo estimado (15% aumento)*

Año 6 al 15 : 125 % de lo estimado (25% aumento)*

*Debiera ser posible aumentar la demanda, a consecuencia de acciones de publicidad de los servicios disponibles en la UBB.

Se define tres posibilidades de demanda de mercado.

Estimado : 100 % de lo estimado

Optimista : 120 % de lo estimado (20% aumento)*

Pesimista : 50 % de lo estimado (50% disminuye)*

*Debiera ser posible aumentar la demanda, dado acciones de publicidad de los servicios disponibles en la UBB.

Segregación del 100% de la oferta de acuerdo a clientes.

Cliente interno (UBB) : 30 %*

Cliente Externo (Terceros) : 70 %*

*Se supone de acuerdo a la cantidad de instrumentos que existen en la UBB y la cantidad de instrumental a calibrar por industrias.

Criterios financieros

Tasa de descuento : 10% *

Tasa de interés : 17 %

*Se supone una tasa de descuento del 10%, en atención a un desconocimiento de la realidad financiera de la Universidad del Bío-Bío.

Evaluación de costos:

- ▲ Inversión inicial,
- ▲ Costo de instalaciones,
- ▲ Adicionales,
- ▲ Costos de operación,
- ▲ Costos de mantención,
- ▲ Costos de capacitación.

Desarrollo de Flujos de caja:

- ▲ Flujo de caja normal.
- ▲ Flujo de caja descontado (*)

** criterio utilizado para cuando la empresa requiere una maximización de su patrimonio y reconoce que el valor de la empresa aumentará.*

ANÁLISIS ECONÓMICO:

VAN : Actualizar a valor presente los flujos de cajas futuros que va generando el proyecto, descontado a la Tasa de Interés y compararlos con la inversión inicial.

TIR : Proporciona una medida de rentabilidad relativa del proyecto, frente a la rentabilidad en términos absolutos que entrega el VAN. Se aceptan los proyectos que permiten obtener una rentabilidad interna superior a la tasa de descuento.

Resumen de evaluación económica de Magnitud LONGITUD

Periodo (Año)			1-2	3-5	6-15	
<i>Demanda ESTIMADA equipos</i>			329	378	411	Total
Cliente UBB	\$ 48.000	30%	\$ 9.475.200	\$ 16.344.720	\$ 59.220.000	\$ 85.039.920
Tercero	\$ 57.600	70%	\$ 26.530.560	\$ 45.765.216	\$ 165.816.000	\$ 238.111.776
Ingresos por venta			\$ 36.005.760	\$ 62.109.936	\$ 225.036.000	\$ 323.151.696

Listado de Inversión

Altímetro digital	\$ 5.881.260
Set de accesorios	\$ 642.865
Accesorios relojes	\$ 93.247
Palpador de perpendicularidad	\$ 614.859
Impresora	\$ 111.069
Termómetro de contacto	\$ 101.204
Calibración termómetro	\$ 12.094
Set de bloques de cerámica	\$ 464.009
Comparador electrónico	\$ 1.833.120
Calibración de comparador	\$ 50.284
Palpador recto	\$ 751.070
Calibración de palpador	\$ 24.187
Palpador de palanca	\$ 364.715
Mármol de granito	\$ 2.043.165
Base de mármol	\$ 477.375

1	Inversión	\$ -14.574.521
2	Costos de Operación	\$ -159.120.000
3	Costos de Mantenimiento	\$ -23.400.000
4	Ingresos por venta	\$ 323.151.696
5	Depreciación	\$ -14.574.521
6	Resultado antes de impuesto	\$ 126.057.175
7	Impuesto	\$ -21.429.720
8	Resultado después de impuesto	\$ 104.627.455
	Flujo de Caja	\$ 75.478.413
	Flujo de Caja Descontado (VA)	\$ 28.438.485

VPN	TIR	PRI
\$ 13.863.964	17,21%	7

6.2.5. Beneficios de un laboratorio de calibración en la universidad del Bío-Bío.

a) Beneficios cualitativos

Estos pueden provenir desde la visión interna de la comunidad estudiantil y de las industrias e instituciones educacionales nacionales.

Siempre será un beneficio disponer de una capacidad operativa, que está siendo cada vez más necesaria y exigible para asegurar la calidad de distintos procesos.

Beneficios:

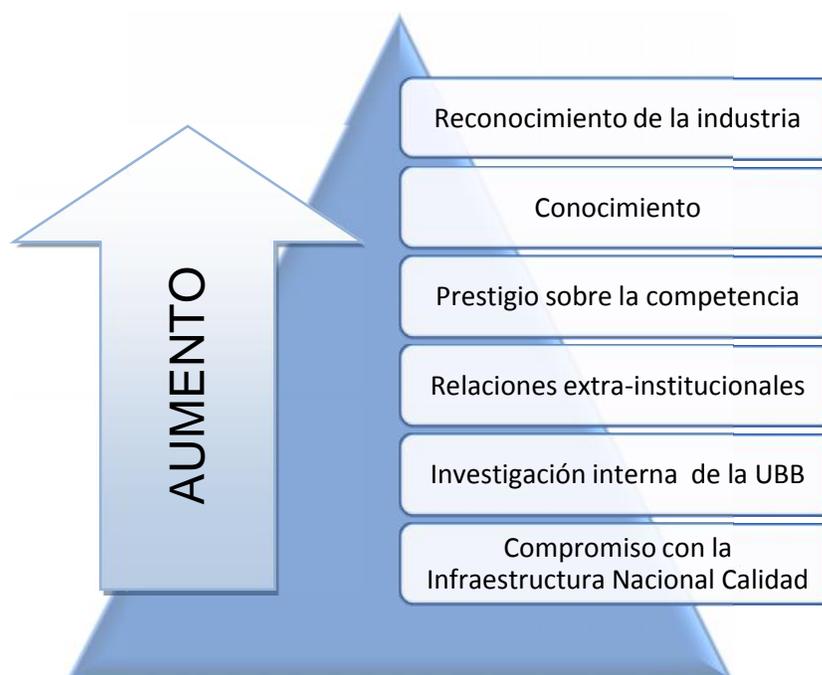


Figura N° 6-17 Beneficios cualitativos

b) Beneficios cuantitativos

Existen dos frentes de aporte cuantitativo, dado que:

Se pueden disminuir los costos de calibraciones que subcontrata la universidad a motivo de requisitos internos.

Además se puede generar la prestación de servicios de calibración lo cual permitirá el retorno monetario. Los valores son expuestos en la evaluación económica.

Conclusiones

La metrología tiene importancia, el Gobierno de Chile lo reafirma mediante la creación de diferentes organismos y normativas, que permiten diseminar la metrología, estos esfuerzos de país tienen como objetivo, asegurar la calidad de los productos y servicios que internamente se realizan y así ser competitivos a nivel internacional.

Por otra parte, el análisis de resultados de la evaluación económica¹⁰ del proyecto de implementación de un laboratorio de calibración en la Universidad de Bío-Bío, se pueden resumir en los siguientes datos:

VAN: 13.863.964.-

TIR: 17.21%.

Inversión inicial: \$14.574.521.-

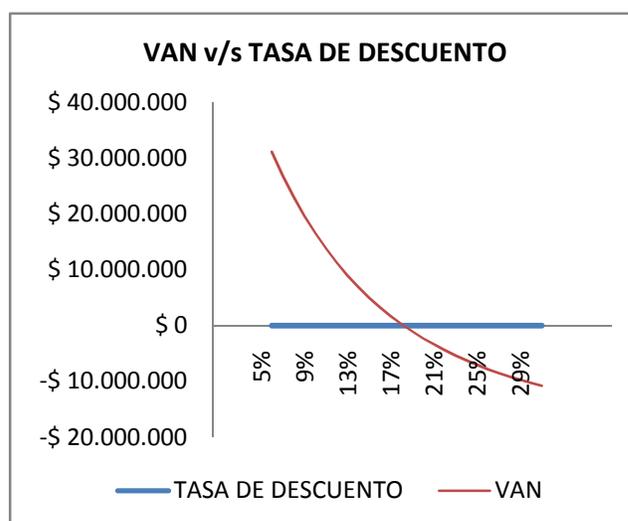
Tasa de descuento: 10%.

Instrumental estimado por año a calibrar: 329 (aprox. 33 equipos/mes)

Ingreso por servicio de calibración: \$ 48.000.-

Se concluye que el laboratorio deberá tener un promedio de servicios mínimo de 25 equipos/mes, para que, el proyecto sea rentable, asumiendo una tasa de descuento del 10%.

Ahora si existe una demanda de 329 instrumentos anualmente, la tasa de descuento no debiera ser superior al 17.21%.



Como conclusión final se determina que la Universidad del Bío-Bío, dispone de un reconocimiento a nivel nacional, que la proyecta como una entidad confiable y de calidad, lo que contribuiría al rápido posicionamiento en el mercado de los servicios de calibración. Además, aportaría al desarrollo regional y nacional con el aseguramiento de la calidad de procesos, servicios e investigaciones.

¹⁰ criterios económicos utilizados VAN y TIR

Bibliografía

1. **EURAMET**. [En línea] Julio de 2008. [Citado el: 15 de Mayo de 2013.] cem.es.
2. **(RNM), Red Nacional de Metrología**. RNM. [En línea] 15 de Julio de 2008. [Citado el: 10 de Junio de 2013.] <http://www.metrologia.cl>.
3. **Norma Chilena Oficial NCh-ISO 17025**. *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración*. Santiago : INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION - INN, 2005.
4. **BIPM**. BIPM. [En línea] [Citado el: 10 de Mayo de 2013.] http://www.bipm.org/en/si/base_units/.
5. **SI-2002, IEEE/ASTM**. *American National Standard for Use of the International System of Units (SI)*. 2002. New York : s.n., 2002. pág. 62.
6. **Saneta, Dr. Clemens y Rocio, Marbán**. SIMM. [En línea] Junio de 2007. [Citado el: 20 de abril de 2013.] simmetrologia.org.br/spanol/publicaciones.php.

Concepto	Descripción	Valor / mes	Valor / año
Inversión	Capacitación		
	Capacitación Inicial	20.000	240.000
	Puesta al día. Nuevas capacidades.	10.000	120.000
	Total Inversión		360.000
Operación	Costos Operación.		
1	Remuneración líquida operador (1 operado- res)	800.000	9.600.000
	Electricidad (mes)	20.000	240.000
	Lubricación (mes)	0	0
	Costos de Insumos		
	Papel	1.000	12.000
	Impresora (Tinta), Mantención.	3.000	36.000
	Mat. Escritorio	2.000	24.000
	Costos de Marketing		
	Medios	10.000	120.000
	Folletería	5.000	60.000
	Costos Traslados		
	Combustible	10.000	120.000
	Cambio de aceite	4.000	48.000
	Mantención vehículo	15.000	180.000
	Costos Gastos Generales		
	Uso laboratorio (luz, agua..)	5.000	60.000
	Bodegaje	5.000	60.000
	Herramientas Especiales.		
	Herramientas	2.000	24.000
	Manuales y/o Infotec.	2.000	24.000
	Imprevistos		
	Imprevistos	0	0
	Total Ctos. Operación		10.608.000
Mantención	Costos Mantención y Calibración.		
	Preventiva	30.000	360.000
	Correctiva	0	0
	Calibración con Patrones.	100.000	1.200.000
	Total Ctos. Mantención		1.560.000
	TOTAL		12.528.000

INFORMACIÓN RELEVANTE

Actualmente se estima el siguiente potencial mercado para calibración con equipo Variable LONGITUD:

Cliente UBB	79	Precio HHs	\$12.000
Terceros	250	HHs	4
Total	329	Costo \$	48000

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE MERCADO

Participación estimada en el mercado. (DEMANDA EN CANTIDAD)

		Tamaño de mercado		
		Estimado	Pesimista	Optimista
		100%	50%	120%
Porcentaje	Equipos/año	329	164,5	394,8
100%	1° AL 2° año	378,35	189,175	454,02
115%	3°-5° año	411,25	205,625	493,5
125%	6°-15° año			

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE PRECIO

Segregación de Precios.

30% Cliente UBB	100%	80%	100%	120%
70% Terceros	120%	Pesimista	Estimado	Optimista
		38.400	48.000	57.600
		46.080	57.600	69.120

Comportamiento Mercado.

Pesimista	Estimado	Optimista
50%	100%	120%

Precio mercado (ref. ESTIMADO)

38.400	48.000	57.600
--------	--------	--------

CRITERIOS FINANCIEROS

Tasa de descuento	10%
Impuestos	17%

Resultado Estimado

Periodo (Año)			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Cantidad Demanda ESTIMADA equipos			329	329	378,35	378,35	378,35	411,25									
Cliente UBB	\$ 48.000	30%	4.737.600	4.737.600	5.448.240	5.448.240	5.448.240	5.922.000	5.922.000	5.922.000	5.922.000	5.922.000	5.922.000	5.922.000	5.922.000	5.922.000	5.922.000
Tercero	\$ 57.600	70%	13.265.280	13.265.280	15.255.072	15.255.072	15.255.072	16.581.600	16.581.600	16.581.600	16.581.600	16.581.600	16.581.600	16.581.600	16.581.600	16.581.600	16.581.600
Ingresos por venta			18.002.880	18.002.880	20.703.312	20.703.312	20.703.312	22.503.600									

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	
Inversión	14.574.521	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Costos de Operación		10.608.000	10.608.000	10.608.000	10.608.000	10.608.000	10.608.000	10.608.000	10.608.000	10.608.000	10.608.000	10.608.000	10.608.000	10.608.000	10.608.000	10.608.000	
Costos de Manten- ción		-1.560.000	-1.560.000	-1.560.000	-1.560.000	-1.560.000	-1.560.000	-1.560.000	-1.560.000	-1.560.000	-1.560.000	-1.560.000	-1.560.000	-1.560.000	-1.560.000	-1.560.000	
Ingresos por venta		18.002.880	18.002.880	20.703.312	20.703.312	20.703.312	22.503.600	22.503.600	22.503.600	22.503.600	22.503.600	22.503.600	22.503.600	22.503.600	22.503.600	22.503.600	
Depreciación		-1.111.635	-1.111.635	-1.111.635	-1.111.635	-1.111.635	-901.635	-901.635	-901.635	-901.635	-901.635	-901.635	-901.635	-901.635	-901.635	-901.635	
Resultado antes de impuesto		4.723.245	4.723.245	7.423.677	7.423.677	7.423.677	9.433.965	9.433.965	9.433.965	9.433.965	9.433.965	9.433.965	9.433.965	9.433.965	9.433.965	9.433.965	
Impuesto	17%	-802.952	-802.952	-1.262.025	-1.262.025	-1.262.025	-1.603.774	-1.603.774	-1.603.774	-1.603.774	-1.603.774	-1.603.774	-1.603.774	-1.603.774	-1.603.774	-1.603.774	
Resultado después de impuesto		3.920.294	3.920.294	6.161.652	6.161.652	6.161.652	7.830.191	7.830.191	7.830.191	7.830.191	7.830.191	7.830.191	7.830.191	7.830.191	7.830.191	7.830.191	
Flujo de Caja		14.574.521	11.765.862	2.808.659	5.050.017	5.050.017	6.928.556										
Flujo de Caja Descontado (VA)		14.574.521	10.696.238	2.321.206	3.794.153	3.449.230	3.135.663	3.910.989	3.555.445	3.232.223	2.938.384	2.671.258	2.428.417	2.207.652	2.006.956	1.824.505	1.658.641

VAN **\$ 13.863.964**

TIR **17,21%**

Anexo B Tablas de Unidades del SI

Tabla 1-B: Unidades SI básicas

MAGNITUD	UNIDAD BASICA	SIMBOLO
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Intensidad de corriente eléctrica	amperio	A
Temperatura termodinámica	kelvin	K
Cantidad de sustancia	mol	mol
Intensidad luminosa	candela	cd

Definiciones de las unidades SI básicas.

metro es la longitud del trayecto recorrido en el vacío por la luz durante un tiempo de $1/299\,792\,458$ de segundo. (4)

kilogramo es la unidad de masa; es igual a la masa del prototipo internacional del kilogramo. (4)

segundo es la duración de $9\,192\,631\,770$ periodos de la radiación correspondiente a la transición entre dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133. (4)

amperio es la intensidad de una corriente constante que, manteniéndose en dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y situados a una distancia de 1 metro uno del otro, en el vacío, produciría entre estos conductores una fuerza igual a 2×10^{-7} newton por metro de longitud. (4)

kelvin, unidad de temperatura termodinámica, es la fracción $1/273,16$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua. (4)

mol es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en $0,012$ kilogramos de carbono⁻¹²; su símbolo es el "mol". Cuando se emplee el mol, deben especificarse las entidades elementales, que pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones, u otras partículas o grupos especificados de tales partículas. (4)

candela es la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} hercios y cuya intensidad energética en dicha dirección es de $1/683$ vatios por estereorradián. (4)

Tabla 2-B: Ejemplos de unidades SI derivadas, expresadas en unidades SI básicas.

MAGNITUD DERIVADA	UNIDAD DERIVADA	SÍMBOLO
superficie	metro cuadrado	m ²
volumen	metro cúbico	m ³
velocidad	metro por segundo	m·s ⁻¹
aceleración	metro por segundo cuadrado	m·s ⁻²
velocidad angular	radián por segundo	rad·s ⁻¹
aceleración angular	radián por segundo cuadrado	rad·s ⁻²
densidad	kilogramo por metro cúbico	kg·m ⁻³
intensidad de campo magnético (densidad de corriente lineal)	amperio por metro	A·m ⁻¹
densidad de corriente	amperio por metro cuadrado	A·m ⁻²
momento de fuerza	newton metro	N·m
intensidad de campo eléctrico	voltio por metro	V·m ⁻¹
permeabilidad	henrio por metro	H·m ⁻¹
permitividad	faradio por metro	F·m ⁻¹
capacidad calorífica específica	joule por kilogramo y kelvin	J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹
concentración (de cantidad de sustancia)	mol por metro cúbico	mol·m ⁻³
luminancia	candela por metro cuadrado	cd·m ⁻²

Tabla 3-B: Unidades SI derivadas con nombre propio y símbolos especiales.

MAGNITUD DERIVADA	UNIDAD SI DERIVADA Nombre especial	SÍMBOLO Símbolo Especial	Expresión en UNIDADES SI	Expresión en UNIDADES SI BÁSICAS
ángulo plano	radián	rad	--	$m \cdot m^{-1} = 1$
ángulo sólido	estereorradián	sr	--	$m^2 \cdot m^{-2} = 1$
frecuencia	hercio	Hz	--	s^{-1}
fuerza	newton	N	--	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
presión, tensión	pascal	Pa	N/m ²	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
energía, trabajo, cantidad de calor	joule	J	N · m	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
potencia, flujo radiante	vatio	W	J/s	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
cantidad de electricidad, carga eléctrica	culombio	C	--	$s \cdot A$
diferencia de potencial eléctrico, fuerza electromotriz	voltio	V	W/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
capacidad eléctrica	faradio	F	C/V	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
resistencia eléctrica	ohmio		V/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
conductancia eléctrica	siemens	S	A/V	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
flujo magnético	weber	Wb	V · s	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
densidad de flujo magnético	tesla	T	Wb/m ²	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
inductancia	henrio	H	Wb/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
temperatura Celsius	grado Celsius	°C		K
flujo luminoso	lumen	lm	cd · sr	$m^2 \cdot m^{-2} \cdot cd = cd$
iluminancia	lux	lx	lm/m ²	$m^2 \cdot m^{-4} \cdot cd = m^{-2} \cdot cd$
actividad (de un radionucleído)	becquerel	Bq	--	s^{-1}
dosis absorbida, energía másica (comunicada), kerma	gray	Gy	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
dosis equivalente, índice de dosis equivalente	sievert	Sv	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
actividad catalítica	katal	kat	--	$s^{-1} \cdot mol$

Unidades SI derivadas

Tabla 4-B: Ejemplos de unidades SI derivadas.

MAGNITUD DERIVADA	UNIDAD DERIVADA	SÍMBOLO	Expresión en UNIDADES SI BÁSICAS
viscosidad dinámica	pascal segundo	Pa . s	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1}$
momento de una fuerza	newton metro	N . m	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
tensión superficial	newton por metro	N/m	$kg \cdot s^{-2}$
velocidad angular	radián por segundo	rad/s	$m \cdot m^{-1} \cdot s^{-1} = s^{-1}$
aceleración angular	radián por segundo cuadrado	rad/s ²	$M \cdot m^{-1} \cdot s^{-2} = s^{-2}$
densidad superficial de flujo térmico, irradiancia	vatio por metro cuadrado	W/m ²	$kg \cdot s^{-3}$
capacidad térmica, entropía	joule por kelvin	J/K	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
capacidad térmica másica, entropía másica	joule por kilogramo y kelvin	J/(kg . K)	$m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
energía másica	joule por kilogramo	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
conductividad térmica	vatio por metro y kelvin	W/(m . K)	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot K^{-1}$
densidad de energía	joule por metro cúbico	J/m ³	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
intensidad campo eléctrico	voltio por metro	V/m	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
densidad de carga eléctrica	culombio por metro cúbico	C/m ³	$m^{-3} \cdot s \cdot A$
densidad de carga superficial densidad flujo eléctrico desplazamiento eléctrico	culombio por metro cuadrado	C/m ²	$m^{-2} \cdot s \cdot A$
permitividad	farad por metro	F/m	$m^{-3} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
permeabilidad	henrio por metro	H/m	$M \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
energía molar	joule por mol	J/mol	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot mol^{-1}$
entropía molar, capacidad calorífica molar	joule por mol y kelvin	J/(mol . K)	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$
exposición (rayos x y)	culombio por kilogramo	C/kg	$kg^{-1} \cdot s \cdot A$
tasa de dosis absorbida	gray por segundo	Gy/s	$m^2 \cdot s^{-3}$
intensidad radiante	vatio por estereorradián	W/sr	$m^4 \cdot m^{-2} \cdot kg \cdot s^{-3} = m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
concentración catalítica (actividad)	katal por metro cúbico	kat/m ³	$m^{-3} \cdot s^{-1} \cdot mol$

Unidades fuera del SI

Tabla 5-B: Unidades fuera del SI en uso o aceptadas en el SI

MAGNITUD	UNIDAD	SIMBOLO	VALOR EN UNIDADES SI
tiempo	minuto	min	1 min = 60 s
	hora	h	1 h = 60 min = 3600 s
	día	d	1 d = 24 h = 86 400 s
ángulo plano	grado	°	1° = (/180) rad
	minuto	′	1′ = (1/60)° = (/ 10 800) rad
	segundo	″	1″ = (1/60)′ = (/ 648 000) rad
	grado centesimal	gon	1 gon = (/200) rad
superficie	hectárea	ha	1 ha= 1 hm ² = 10 ⁴ m ²
volumen	litro	l, L	1 l = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
masa	tonelada	t	1 t = 10 ³ kg

Tabla 6-B: Unidades fuera del SI aceptadas para uso en áreas temáticas específicas

MAGNITUD	UNIDAD	SIMBOLO	VALOR EN UNIDADES SI
presión	bar	bar	1 bar = 100 kPa = 10 ⁵ Pa
presión sanguínea	milímetro de mercurio	mmHg	1 mmHg = 133 322 Pa
longitud	ångström	Å	1 Å = 0,1 nm = 10 ⁻¹⁰ m
distancia	milla náutica	M	1 M = 1852 m
área, superficie (sección)	barn	b	1 b = 10 ⁻²⁸ m ²
velocidad	nudo	kn	1 kn = (1852/3600) m/s

Anexo C Prefijos SI

Reglas para el uso correcto de los prefijos

1. Los prefijos se refieren estrictamente a potencias de 10 (no a potencias de 2).

Por ejemplo: un kilobit representa **1000 bits no 1024 bits**

2. Los prefijos no se pueden separar del símbolo de la unidad a la que pertenecen.

Por ejemplo: el centímetro se escribe **cm no c m**

3. No se deben utilizar prefijos compuestos, es decir formados por la yuxtaposición de varios prefijos.

Por ejemplo: 10^{-6} kg debe escribirse como **1 mg no 1 μ kg**

4. Un prefijo no debe ser nunca escrito solo.

Por ejemplo: $10^9/m^3$ no debe escribirse como G/m^3

Los símbolos de los prefijos se escriben en caracteres romanos (rectos), como los símbolos de las unidades, independientemente del tipo de letra del texto adyacente, y se unen a los símbolos de las unidades, sin dejar espacio entre el símbolo del prefijo y el de la unidad. Con excepción de da (deca), h (hecto) y k (kilo), todos los símbolos de prefijos de múltiplos se escriben con mayúsculas y todos los símbolos de prefijos de submúltiplos se escriben con minúsculas. Todos los nombres de los prefijos se escriben con minúsculas, salvo al comienzo de una frase.

Ejemplos:

pm (picómetro)
mmol (milimol)
G (gigaohmio)
THz (terahertz)

El grupo formado por un símbolo de prefijo y un símbolo de unidad constituye un nuevo símbolo de unidad inseparable (formando un múltiplo o un submúltiplo de la unidad en cuestión) que puede ser elevado a una potencia positiva o negativa y que puede combinarse con otros símbolos de unidades compuestas.

Ejemplos:

$$2,3 \text{ cm}^3 = 2,3 (\text{cm})^3 = 2,3 (10^{-2} \text{ m})^3 = 2,3 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

Tabla 1-C: Prefijos SI

FACTOR	PREFIJO	SÍMBOLO	FACTOR	PREFIJO	SÍMBOLO
10^1	deca	da	10^{-1}	deci	d
10^2	hecto	h	10^{-2}	centi	c
10^3	kilo	k	10^{-3}	mili	m
10^6	mega	M	10^{-6}	micro	μ
10^9	giga	G	10^{-9}	nano	n
10^{12}	tera	T	10^{-12}	pico	p
10^{15}	peta	P	10^{-15}	femto	f
10^{18}	exa	E	10^{-18}	atto	a
10^{21}	zetta	Z	10^{-21}	zepto	z
10^{24}	yotta	Y	10^{-24}	yocto	y

Símbolos de las unidades

Los símbolos de las unidades se imprimen en caracteres romanos (rectos), independientemente del tipo de letra empleada en el texto adyacente. Se escriben en minúsculas excepto si derivan de un nombre propio, en cuyo caso la primera letra es mayúscula.

Ejemplos:

m, metro
s, segundo
Pa, pascal
, ohm

Una excepción, adoptada por la 16ª CGPM (1979, Resolución 6), es que se permite el uso de la letra L en mayúscula o l en minúscula como símbolos del litro, a fin de evitar la confusión entre la cifra 1 (uno) y la letra l (ele).

Ejemplo:

L ó l, litro

Escritura del valor de una magnitud

El valor numérico precede siempre a la unidad y siempre se deja un espacio entre el número y la unidad. Así, el valor de una magnitud es el producto de un número por una unidad, considerándose el espacio como signo de multiplicación (igual que el espacio entre unidades). Las únicas excepciones a esta regla son los símbolos de unidad del grado, el minuto y el segundo de ángulo plano, °, ' y '' , respectivamente, para los cuales no se deja espacio entre el valor numérico y el símbolo de unidad.

Ejemplos:

$m = 12,3 \text{ g}$ donde m se emplea como símbolo de la magnitud masa, pero
 $= 30^\circ 22' 8''$, donde ' se emplea como símbolo de la magnitud ángulo plano.

Los símbolos de las unidades son entidades matemáticas y no abreviaturas. Por tanto, no van seguidos de un punto, salvo al final de una frase, ni se usa el plural, ni se pueden mezclar símbolos de unidades con nombres de unidades en una misma expresión, pues los nombres no son entidades matemáticas.

Ejemplos:

75 cm de longitud, **pero no** 75 cm. de longitud
 $l = 75 \text{ cm}$, **pero no** 75 cms

$l = 12,634 \text{ cm}$, **pero no** 12m 63.4 cm

Para formar los productos y cocientes de los símbolos de las unidades, se aplican las reglas habituales de multiplicación o de división algebraicas. La multiplicación debe indicarse mediante un espacio o un punto centrado a media altura (\cdot), para evitar que ciertos prefijos se interpreten erróneamente como un símbolo de unidad. La división se indica mediante una línea horizontal, una barra oblicua ($/$), o mediante exponentes negativos. Cuando se combinan varios símbolos de unidades, hay que tener cuidado para evitar toda ambigüedad, por ejemplo utilizando corchetes o paréntesis, o exponentes negativos. En una expresión dada sin paréntesis, no debe utilizarse más de una barra oblicua, para evitar ambigüedades.

Ejemplo:

N m ó $\text{N}\cdot\text{m}$ para newton metro
 m/s ó m s^{-1} , para metro por segundo

No se permite emplear abreviaturas para los símbolos y nombres de las unidades, como seg (por s o segundo), mm cuad. (por mm^2 o milímetro cuadrado), cc (por cm^3 o centímetro cúbico) o mps (por m/s o metro por segundo). El uso correcto de los símbolos de las unidades SI y de las unidades en general.

Nombres de las unidades

Aunque los valores de las magnitudes se expresan generalmente mediante los nombres y símbolos de las unidades, si por cualquier razón resulta más apropiado el nombre de la unidad que su símbolo, debe escribirse el nombre de la unidad completo.

Ejemplo:

2,6 m/s, o 2,6 metros por segundo

Cuando el nombre de la unidad está combinado con el prefijo de un múltiplo o submúltiplo, no se deja espacio ni se coloca guión entre el nombre del prefijo y el de la unidad.

Ejemplos:

miligramo, **pero no** mili-gramo

kilopascal, **pero no** kilo-pascal

En español, sin embargo, cuando el nombre de una unidad derivada se forma por multiplicación de nombres de unidades individuales, conviene dejar un espacio, un punto centrado a media altura (\cdot), o colocar un guión para separar el nombre de cada unidad (-).

Ejemplo: pascal segundo, o pascal-segundo

Esta regla implica que el símbolo $^{\circ}\text{C}$ para el grado Celsius debe ir precedido de un espacio para expresar el valor de la temperatura Celsius t .

Ejemplo:

$t = 30,2^{\circ}\text{C}$, **pero no** $t = 30,2^{\circ}\text{C}$, **ni** $t = 30,2^{\circ}\text{C}$

Notación numérica

1. Debe dejarse un espacio entre grupos de 3 dígitos, tanto a la izquierda como a la derecha de la coma (15 739,012 53). En números de cuatro dígitos puede omitirse dicho espacio. La coma no debe usarse como separador de los miles.
2. Las operaciones matemáticas solo deben aplicarse a los símbolos de las unidades (kg/m^3), no a los nombres de éstas (kilogramo/metro cúbico).
3. Debe estar perfectamente claro a qué símbolo de unidad pertenece el valor numérico y qué operación matemática se aplica al valor de la magnitud:

Ejemplos: 35 cm x 48 cm no 35 x 48 cm 100 g \pm 2 g no 100 \pm 2g

Anexo D - Información de metrología-enlaces

Información sobre ...	Fuente	Contacto
Acreditación en Europa Laboratorios Acreditados	EA European co-operation in Accreditation Secretaría en el COFRAC 37 rue de Lyon, FR-75012 Paris	www.european-accreditation.org
Acreditación en América	IAAC Inter American Accreditation Cooperation	www.iaac-accreditation.org www.iaac.org.mx
Acreditación en Asia Pacífico	APLAC Asia Pacific Laboratory Accreditation Cooperation	www.aplac.org
Acreditación en Sudáfrica	SADCA Southern African Development Community Accreditation	www.sadca.org
Química analítica y temática sobre calidad en Europa	EURACHEM	www.eurachem.org
Materiales de referencia certificados	COMAR base de datos	www.comar.bam.de
Normas documentales	ISO Organización internacional de normalización	www.iso.org
EURAMET, proyectos técnicos e intercomparaciones	EURAMET	www.euramet.org
Comunidad Europea Legislación	EUR-lex	www.eur-lex.europa.eu
Organismos europeos de normalización	CEN Comité Europeo de Normalización	www.cenorm.be
Organizaciones metrologías internacionales	BIPM Bureau International de Pesas y Medidas Pavillon de Breteuil, F-92312 Sèvres Cedex, Francia	www.bipm.org
Unión internacional de química pura y aplicada	IUPAC	www.iupac.org
Unión internacional de física pura y aplicada	IUPAP	www.iupap.org
Base de datos de comparaciones clave (KCDB)	Revista "Metrología" y base de datos del BIPM (KCDB)	www.bipm.org/kcdb
Metrología legal en Asia Pacífico	APLMF Asia-Pacific Legal Metrology Forum	www.aplmf.org/index.shtml
Metrología legal en Europa	WELMEC Secretaría de WELMEC	www.welmec.org
Metrología legal internacional	OIML Secretaría en el BIML, París	www.oiml.org
Laboratorios europeos de Calibración, Ensayo y Análisis	EUROLAB	www.eurolab.org
Institutos Nacionales de Metrología	BIPM	www.bipm.org ... entrar en "useful links" y "practical information"

Constantes físicas y químicas	CODATA	www.kayelaby.npl.co.uk
Pruebas de aptitud (PTS, <i>proficiency testing schemes</i>) en Europa, América y Australia-Asia	EPTIS European Proficiency Testing Information System	www.eptis.bam.de
Organizaciones metrológicas regionales (RMO)	BIPM	www.bipm.org ... entrar en "useful links" y "practical information"
Organización metrológica regional interamericana	SIM Sistema Interamericano de Metrología	www.sim-metrologia.org.br
Organización regional de Metrología en Asia Pacífico	APMP Asian Pacific Metrology Programme	www.apmpweb.org
Organización regional de metrología para Eurasia	COOMET Cooperación de institutos nacionales de metrología en Euro-Asia	www.coomet.org
Organización regional de metrología para Europa	EURAMET e.V. Asociación europea de institutos nacionales de metrología	www.euramet.org
Organización regional de metrología para Sudáfrica	SADCMET Southern African development Community Cooperation in Measurement Traceability	www.sadcmnet.org
Organización regional de metrología para África	AFRIMETS Sistema Intra-Africano de metrología	www.afrimets.org
TBT barreras técnicas al comercio	EC DG Trade acceso a base de datos	madb.europa.eu
	ILAC, International Laboratory Accreditation Cooperation	www.ilac.org
prestación de servicios científicos y técnicos	PTB, Instituto nacional de metrología (Physikalisch-Technische Bundesanstalt), Alemania	www.ptb.de
EA existe para coordinar y dirigir la infraestructura de acreditación europea	EAL, European Cooperation for Accreditation of Laboratories	www.european-accreditation.org/

Anexo E - Términos metroológicos generales

Las definiciones de los términos metroológicos generales relacionados con esta *Guía* y que se ofrecen aquí, están tomadas del *Vocabulario Internacional de Metrología – Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM)*

Unidades SI básicas

Las definiciones oficiales de todas las unidades básicas del SI son aprobadas por la CGPM. La primera de estas definiciones fue aprobada en 1889 y la más reciente en 1983. Estas definiciones se modifican de cuando en cuando, según avanza la ciencia.

Magnitud

Propiedad de un fenómeno, cuerpo o sustancia, que puede expresarse cuantitativamente mediante un número y una referencia.

Magnitudes de base

Magnitud de un subconjunto elegido por convenio, dentro de un **sistema de magnitudes** dado, de tal manera que ninguna magnitud del subconjunto puede ser expresada en función de las otras

Sistema de unidades

Conjunto de unidades de base y unidades derivadas, sus múltiplos y submúltiplos definidos conforme a reglas dadas, para un sistema de magnitudes.

E.1 magnitud (mensurable)

Atributo de un fenómeno, cuerpo o sustancia, que es susceptible de ser distinguido cualitativamente y determinado cuantitativamente

Ejemplo 1 Magnitudes en sentido general: longitud, tiempo, masa, temperatura, resistencia eléctrica, concentración en cantidad de sustancia.

Ejemplo 2 Magnitudes particulares:

- Longitud de una varilla determinada
- Resistencia eléctrica de un hilo conductor determinado
- Concentración en cantidad de sustancia de etanol en una muestra dada de vino.

E.2 valor (de una magnitud)

Expresión cuantitativa de una magnitud particular, generalmente en forma de una unidad de medida multiplicada por un número.

Ejemplo 1 Longitud de una varilla: 5,34 m ó 534 cm.

Ejemplo 2 Masa de un cuerpo: 0,152 kg ó 152 g.

Ejemplo 3 Cantidad de sustancia de una muestra de agua (H₂O): 0,012 mol ó 12 mmol.

Nota 1 El valor de una magnitud puede ser positivo, negativo o cero.

E.3 valor verdadero (de una magnitud)

Valor en consistencia con la definición de una magnitud particular dada.

Nota 1 Es un valor que se obtendría mediante una medición perfecta.

Nota 2 Todo valor verdadero es por naturaleza indeterminado.

Nota 3 Es mejor utilizar en conjunción con “valor verdadero” el artículo indefinido “un” que el artículo definido “el”, porque el valor verdadero puede tener varios valores que se correspondan con la definición de una magnitud particular dada.

E.4 valor convencionalmente verdadero (de una magnitud)

Valor atribuido a una magnitud particular y aceptado, a veces por convenio, como teniendo una incertidumbre apropiada para un uso dado.

E.5 medición

Conjunto de operaciones que tienen por finalidad determinar un valor de una magnitud.

E.6 principio de medida

Base científica de una medición.

Ejemplo 1 El efecto termoeléctrico utilizado para la medición de temperatura.

Ejemplo 2 El efecto Josephson utilizado para la medición de la tensión eléctrica.

Ejemplo 3 El efecto Doppler utilizado para la medición de la velocidad.

E.7 método de medida

Sucesión lógica de operaciones, descritas de una forma genérica, utilizadas en la ejecución de las mediciones.

E.8 mensurando

Magnitud particular sometida a medición

Ejemplo: Presión de vapor de una muestra dada de agua, a 20 °C.

Nota La definición de un mensurando puede necesitar indicaciones relativas a magnitudes tales como el tiempo, la temperatura y la presión.

E.9 magnitud de influencia

Magnitud que no es el mensurando, pero que tiene un efecto sobre el resultado de la medición

Ejemplo 1 temperatura de un micrómetro en la medida de una longitud.

Ejemplo 2 frecuencia, en la medida de la amplitud de una tensión eléctrica alterna.

Ejemplo 3 concentración en bilirrubina en la medida de la concentración de hemoglobina en una muestra de plasma sanguíneo humano.

E.10 resultado de una medición

Valor atribuido a un mensurando, obtenido por medición

Nota 1 Cuando se da un resultado, se indicará claramente si se refiere a:

- la indicación
- el resultado sin corregir
- el resultado corregido

y si aquél proviene de una media obtenida a partir de varios valores.

Nota 2 Una expresión completa del resultado de una medición incluye información sobre la incertidumbre de medida.

E.11 resultado sin corregir

Resultado de una medición, antes de la corrección del error sistemático

E.12 resultado corregido

Resultado de una medición, después de la corrección del error sistemático

E.13 exactitud de medida

Grado de concordancia entre el resultado de una medición y un valor verdadero del mensurando

Nota 1 El concepto “exactitud” es cualitativo.

Nota 2 El término “precisión” no debe utilizarse por “exactitud”

E.14 repetibilidad (de los resultados de las mediciones)

Grado de concordancia entre resultados de sucesivas mediciones del mismo mensurando, realizadas bajo las mismas condiciones de medida

Nota 1 Estas condiciones se denominan **condiciones de repetibilidad**

Nota 2 Las condiciones de repetibilidad comprenden:

- el mismo procedimiento de medida
- el mismo observador
- el mismo instrumento de medida, utilizado en las mismas condiciones
- el mismo lugar
- repetición durante un corto periodo de tiempo.

Nota 3 La repetibilidad puede expresarse cuantitativamente por medio de las características de dispersión de los resultados.

E.15 reproducibilidad (de los resultados de las mediciones)

Grado de concordancia entre los resultados de las mediciones del mismo mensurando, realizadas bajo diferentes condiciones de medida

Nota 1 Para que una expresión de la reproducibilidad sea válida, es necesario especificar las condiciones de medida que han variado.

Nota 2 Las condiciones variables pueden comprender:

- principio de medida
- método de medida
- observador
- instrumento de medida
- patrón de referencia
- lugar
- condiciones de utilización
- tiempo.

Nota 3 La reproducibilidad puede expresarse cuantitativamente por medio de las características de la dispersión de los resultados.

Nota 4 Los resultados aquí considerados son habitualmente resultados corregidos.

E.16 desviación típica experimental

Para una serie de n mediciones de un mismo mensurando, la magnitud $s(q_k)$ que caracteriza la dispersión de los resultados, viene dada por la fórmula

$$s(q_k) = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (q_k - \bar{q})^2}{n-1}}$$

siendo, q_k el resultado de la k -ésima medición y \bar{q} la media aritmética de los n resultados considerados.

E.17 error (de medida)

Resultado de una medición menos un valor verdadero del mensurando.

Nota Considerando que un valor verdadero no puede ser determinado, en la práctica se utiliza un valor convencionalmente verdadero.

E.18 error relativo

Relación entre el error de medida y un valor verdadero del mensurando

Nota Considerando que un valor verdadero no puede ser determinado, en la práctica se utiliza un valor convencionalmente verdadero

E.19 error aleatorio

Resultado de una medición menos la media de un número infinito de mediciones del mismo mensurando, efectuadas bajo condiciones de repetibilidad

Nota 1 El error aleatorio es igual al error menos el error sistemático.

Nota 2 Como no pueden hacerse más que un número finito de mediciones, solamente es posible determinar una estimación del error aleatorio.

E.20 error sistemático

Media que resultaría de un número infinito de mediciones del mismo mensurando efectuadas bajo condiciones de repetibilidad, menos un valor verdadero del mensurando

Nota 1 El error sistemático es igual al error menos el error aleatorio.

Nota 2 El valor verdadero, como el error sistemático y sus causas, no pueden ser conocidos completamente.

E.21 corrección

Valor sumado algebraicamente al resultado sin corregir de una medición, para compensar un error sistemático

Nota 1 La corrección es igual al opuesto del error sistemático estimado.

Nota 2 Puesto que el error sistemático no puede conocerse perfectamente, la compensación no puede ser completa.

E.22 factor de corrección

Factor numérico por el que se multiplica el resultado sin corregir de una medición para compensar un error sistemático

Nota Puesto que el error sistemático no puede conocerse perfectamente, la compensación no puede ser completa.

Anexo F - Introducción a la incertidumbre

A la hora de expresar el resultado de una medición de una magnitud física, es obligado dar alguna indicación cuantitativa de la calidad del resultado, de forma que quienes utilizan dicho resultado puedan evaluar su idoneidad.

El concepto de *incertidumbre* como atributo cuantificable es relativamente nuevo en la historia de la medición, a pesar de que conceptos como *error* y *análisis de errores* han formado parte desde hace mucho tiempo de la práctica de la ciencia de la medida o metrología.

De la misma manera que la utilización casi universal del Sistema Internacional de Unidades (SI) ha dado coherencia a todas las mediciones científicas y tecnológicas, un consenso internacional sobre la evaluación y expresión de la incertidumbre de medida permitiría dar significado a una gran variedad de resultados de medida en los campos de la ciencia, la ingeniería, el comercio, la industria y la reglamentación, para que fueran fácilmente entendidos e interpretados adecuadamente. En esta era del mercado global, es imprescindible que el método de evaluación y expresión de la incertidumbre sea uniforme en todo el mundo, de manera que las mediciones realizadas en diferentes países puedan ser comparadas fácilmente.

Sin embargo en toda medición, aún en las más cuidadosas, existe siempre un margen de duda. En lenguaje común, esto se expresa “más o menos”, por ejemplo al comprar o vender un tramo de tela, “más o menos unos 2 metros”

Una regla general:

“Mida tres veces, luego corte solo una vez”



Para reducir los errores conviene controlar los resultados, midiendo dos o tres veces.

Expresión de la incertidumbre de medición

Dado que existe siempre un margen de duda en cualquier medición, necesitamos conocer ¿cuán grande es ese margen?

Por esto es que se necesitan dos números para cuantificar una incertidumbre.

Uno es el ancho de ese margen, llamado *intervalo*, el otro es el *nivel de confianza* que establecen cuán seguros somos que el “valor verdadero” está dentro de ese margen.

Por ejemplo:

Si decimos que la longitud de cierta barra mide 20 centímetros, más o menos 1 centímetro, con un 95 % de nivel de confianza, escribimos:

20 cm \pm 1 cm, con un nivel de confianza del 95%

Esto significa que la longitud de la barra está comprendida entre 19 centímetros y 21 centímetros.

Error versus incertidumbre

Es importante diferenciar los términos *error* e *incertidumbre*.

Error es la diferencia entre el valor medido y el valor convencionalmente verdadero, del objeto que se está midiendo.

Incertidumbre es la cuantificación de la duda que se tiene sobre el resultado de la medición.

Cuando sea posible se trata de corregir los *errores conocidos* por ejemplo, aplicando las *correcciones* indicadas en los certificados de calibración. Pero cualquier error que no se conozca su valor es una fuente de la incertidumbre.

¿Por qué es importante la incertidumbre de medición?

- Puede interesarse en las incertidumbres de medición porque simplemente desea obtener mediciones de buena calidad y comprender los resultados. Sin embargo, hay otras razones más particulares para conocer las incertidumbres de medición.
- Puede estar haciendo mediciones como parte de:

Una calibración, donde la incertidumbre de medición debe consignarse en el certificado.

Un ensayo, donde la incertidumbre de medición es necesaria para determinar si el objeto ensayado cumple o no cumple con el ensayo.

O satisfacer una tolerancia, donde se necesita conocer la incertidumbre antes que pueda decidir cuándo se satisface, o no, la tolerancia establecida.

O se necesita leer y comprender un certificado de calibración o una especificación escrita de un ensayo o una medición.

¿De dónde provienen los errores y las incertidumbres?

Muchas variables pueden influir en una medición, las causas pueden ser visibles o no visibles.

Como las mediciones reales no se hacen en condiciones perfectas, los errores y las incertidumbres puede provenir de:

El instrumento de medición, los instrumentos pueden tener errores como una tendencia a dar resultados mayores o menores, cambios por envejecimiento, desgastes u otras derivas, mala repetibilidad, ruido en los instrumentos eléctricos y muchos otros problemas funcionales.

El objeto a ser medido, el cual puede no ser estable, medir un cubo de hielo en un cuarto a temperatura ambiente.

El proceso de medición, la medición en sí misma puede ser difícil de hacer. Por ejemplo pesar un animal vivo y pequeño de laboratorio presenta grandes dificultades si el mismo no coopera, quedándose quieto.

Habilidad del operador, algunas mediciones dependen mucho de la habilidad y juicio del operador. Una persona puede ser mejor que otra en el trabajo delicado de ajustar un instrumento u obtener visualmente una lectura fina. El uso de un instrumento, tal como un cronómetro, depende del tiempo de reacción de cada operador. Pero los errores groseros son de una naturaleza diferente y no deben tomarse en cuenta como incertidumbres.



El alineamiento visual es una cualidad del operador

Muestreo adecuado, las mediciones que se hace deben ser adecuadamente representativas del proceso que desea determinar. Si quiere conocer la temperatura en el banco de trabajo no la medirá con un termómetro ubicado en la pared cerca de la salida del aire acondicionado. Si se eligen muestras de una línea de producción, por ejemplo no se toman siempre las diez primeras en la mañana del lunes.

Condiciones ambientales, la temperatura, presión atmosférica, humedad ambiente y otras condiciones pueden afectar al instrumento de medida o al objeto que se mide.

Cuando el valor y efecto de un error es conocido, por ejemplo el indicado en el certificado de calibración, se puede aplicar una *corrección* al resultado de la medición. Pero, en general, las incertidumbres provenientes de las distintas fuentes, deben considerarse como factores individuales que contribuyen a la incertidumbre combinada de las mediciones.

No se consideran incertidumbres de medición:

Las equivocaciones que cometen los operadores no son incertidumbres de medición, son errores groseros. Ellas no deben tomarse en cuenta para calcular las incertidumbres.

Deben evitarse trabajando cuidadosamente y mediante la aplicación de los controles adecuados.

Las *tolerancias* no son incertidumbres. Ellas son los límites de aceptación que se han elegido para un proceso o un producto. Las *especificaciones* no son incertidumbres. Una especificación indica lo que espera de un producto. Las especificaciones pueden tener un alcance amplio, incluso cualidades no técnicas, como el aspecto.

La *exactitud* o su antónimo la *inexactitud*, no es lo mismo que incertidumbre. Desafortunadamente, el uso de los dos términos es confuso. Hablando correctamente, exactitud es un término cualitativo, o sea se puede decir que una medición es exacta o inexacta. La incertidumbre es cuantitativa.

Los *errores* no son incertidumbres, aunque en el pasado se tomaban como equivalentes, en frases tales como “análisis de error”.

El *análisis estadístico* no es lo mismo que el análisis de la incertidumbre. La estadística puede usarse para establecer un sinnúmero de conclusiones que no tienen que ser acerca de incertidumbres. El análisis de la incertidumbre solamente utiliza una parte de la estadística.

¿Cómo calcular la incertidumbre de las mediciones?

Para calcular la incertidumbre de las mediciones se debe identificar primero las fuentes de las incertidumbres.

Luego estimar la influencia de cada una de esas fuentes de incertidumbre. Finalmente se deben combinar las incertidumbres individuales para obtener la incertidumbre global, llamada *incertidumbre combinada*.

Existen reglas claras para establecer los factores de influencia y combinarlos.

Las dos formas de estimar las incertidumbres.

Independientemente de las fuentes de las incertidumbres, hay dos aproximaciones para estimarlas: estimaciones del *tipo A* y del *tipo B*. En la mayoría de los casos se necesitan las evaluaciones de los dos tipos.

Evaluaciones tipo A, la estimación de la incertidumbre se hace utilizando métodos estadísticos, normalmente a partir de mediciones repetidas.

Evaluaciones tipo B, la estimación de la incertidumbre se obtiene de otras informaciones. Estas informaciones pueden provenir de experiencias previas con otras mediciones, de certificados de calibración, de las especificaciones de los fabricantes, de cálculos, de informaciones publicadas y del sentido común.

Existe la presunción que las incertidumbres del tipo A son al azar y las del tipo B son sistemáticas, pero esto no es absolutamente cierto.

Ocho pasos principales para evaluar las incertidumbres.

1. Decidir que se necesita encontrar a partir de las mediciones. Decidir que mediciones reales y cálculos se necesitan para obtener el resultado final.
2. Efectuar todas las mediciones necesarias.
3. Estimar las incertidumbres de cada magnitud de influencia sobre el resultado final. Expresar todas las incertidumbres en los mismos términos, para poder combinarlas.
4. Decidir cuáles errores de las magnitudes de influencia son independientes de los demás. Si Usted piensa que no lo son, se necesitan cálculos e información adicional, sobre la correlación entre ellas.

5. Calcular el resultado de las mediciones, incluyendo todas las correcciones conocidas, como por ejemplo, las consignadas en los certificados de calibración.
6. Encontrar la incertidumbre estándar combinada, a partir de las incertidumbres individuales.
7. Expresar la incertidumbre en términos del factor de cobertura, conjuntamente con el valor del intervalo de incertidumbre y establecer el nivel de confianza.
8. Escribir el resultado de las mediciones y su incertidumbre, indicando cómo se han determinado.

Ejemplo: cálculo básico de la incertidumbre

La medición: ¿Cuán larga es una porción de cuerda?



Hipótesis: se necesita estimar cuidadosamente la longitud de la pieza de cuerda.

Paso1 Decidir qué se necesita encontrar a partir de las mediciones. Decidir qué mediciones reales y cálculos son necesarios para producir el resultado final.

Se necesita hacer mediciones de longitud, utilizando una cinta graduada. Aparte de determinar la longitud real en la cinta graduada, se deben considerar:

Errores posibles de la cinta graduada.

- Se necesita alguna corrección, o su calibración muestra que mide correctamente. ¿Cuál es la incertidumbre de la calibración ?.
- ¿La cinta graduada se estira?
- ¿Puede la cinta acortarse debido a alguna curvatura? ¿Cuánto puede haber cambiado desde que fue calibrada?

- ¿Cuál es la resolución? ¿Cuán pequeñas son las divisiones de la cinta? (por ejemplo milímetros)

Errores posibles debidos al objeto a ser medido

- ¿Está colocada la cuerda en línea recta? ¿Está sub o sobreestirada?
- ¿La temperatura y/o la humedad afecta la longitud real? ¿Cuál de ellas prevalece?
- ¿Están bien definidos los bordes en los extremos de la cuerda o están desflecados?

Errores posibles debidos al proceso de medición y a la persona que hace las mediciones

- ¿Qué tan bien puede alinear el extremo de la cuerda con el cero de la cinta graduada?
- ¿Puede colocarse la cinta adecuadamente paralela con la cuerda?
- ¿Qué repetibilidad tienen las mediciones?

Paso 2. Efectuar todas las mediciones necesarias. Usted debe hacer y escribir todas las mediciones de longitud. Debe repetir un total de 10 veces la medición, alineando cada vez la cinta graduada, aunque esto no sea lo habitualmente hecho en la realidad.

Supondremos que se ha obtenido un promedio de 5.017 metros y una estimación de la desviación estándar de 0.0021 m, es decir 2.1 mm.

Una medición cuidadosa requiere que se haya registrado también lo siguiente:

- Cuándo se ha hecho.
- Cómo se ha hecho, o sea en forma horizontal sobre el piso o una mesa, o verticalmente, colgando la cuerda y la cinta, invirtiendo la posición de la cinta o no y otros detalles de cómo se han alineado la cinta y la cuerda.
- Qué cinta graduada se ha usado
- Las condiciones ambientales, si se piensa que pueden afectar el resultado.
- Cualquier otra cosa que pueda ser relevante.

Paso 3. Estimar las incertidumbres de cada magnitud de influencia, que pueda afectar el resultado final. Expresar los resultados de *todas* las incertidumbres en términos similares, u_i

Observar todas las causas posibles o fuentes de incertidumbre y estimar la magnitud de cada una de ellas. En este caso se consideran primero las incertidumbre del *tipo B*:

La cinta graduada se ha calibrado. No necesita corrección, pero la incertidumbre de su calibración es 0.1% de la lectura, con un factor de cobertura $k = 2$ para una distribución normal. En este caso, 0.1% de 5.017 m es aproximadamente 5 mm. Dividiendo por $k = 2$, da una incertidumbre $u = \pm 2.5$ mm.

Las divisiones de la cinta graduada están en mm. La lectura en la división más cercana da un error no mayor de + 0.5 mm. Se puede considerar una distribución uniforme de la incertidumbre en el intervalo de 1 mm, es decir ± 0.5 mm. Para encontrar la incertidumbre estándar u se divide la mitad del intervalo $1 \text{ mm} / 2 = 0.5 \text{ mm}$ por $\sqrt{3}$, o sea $u = 0.5 / \sqrt{3} = \pm 0.3$ mm aproximadamente.

La cinta graduada yace recta, pero se supone que inevitablemente la cuerda tiene pequeñas flexiones. Por lo tanto las mediciones tienden a subestimar el valor real de la cuerda. Por experiencias previas se estima que ese acortamiento es del orden de 0.2%. En la longitud de 5.017 m significa aproximadamente 10 mm.

La incertidumbre se estima que tiene una distribución uniforme, por lo que resulta que la incertidumbre estándar es $u = 10 / \sqrt{3} = \pm 5.8$ mm.

Las incertidumbres de *tipo A* se estiman según lo siguiente:

La desviación estándar nos indica la repetibilidad y la colocación de la cinta graduada y cómo esto contribuye a la incertidumbre del valor medio. La desviación estándar estimada para el promedio de las 10 lecturas se calcula:

$$\frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{2.1}{\sqrt{10}} = \pm 0.7 \text{ mm}$$

Para este ejemplo no se considera como factor de influencia ninguna otra variable aleatoria.

Paso 4 Decidir cuáles errores de las magnitudes de influencia son independientes de los demás. En este caso se asume que todos ellos son independientes.

Paso 5 Calcular el resultado de las mediciones, incluyendo las correcciones conocidas, como son las de calibración. El resultado corresponde al valor medio de las diez lecturas de longitud, más la corrección necesaria para compensar el acortamiento por flexión de la cuerda:

$$5.017\text{m} + 0.010 \text{ m} = 5.027 \text{ m}$$

Paso 6. Encontrar la incertidumbre estándar combinada, a partir de las incertidumbres estándar individuales. El cálculo se hace sumando cuadráticamente las incertidumbres individuales:

$$2.5^2 + 0.3^2 + 5.8^2 + 0.7^2 = 40.47 \text{ mm}^2$$

$$U = \sqrt{40.47} = \pm 6.4 \text{ mm}$$

Paso 7. Expresar la incertidumbre estándar combinada en términos de un factor de cobertura, conjuntamente con un intervalo de incertidumbre y un nivel de confianza establecido. Para un factor de cobertura $k = 2$, multiplicando la incertidumbre estándar combinada por 2, da una incertidumbre expandida de $\pm 12.8 \text{ mm}$. Esto implica un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Paso 8. Escribir el resultado de las mediciones y la incertidumbre y cómo se han establecido.

Se debe registrar:

“La longitud de la cuerda fue de 5.027 m \pm 0.013 m. La incertidumbre expandida consignada se basa en la incertidumbre estándar multiplicada por un factor de cobertura $k = 2$, con un nivel de confianza de aproximadamente 95%.”

“La longitud consignada es el promedio de 10 mediciones repetidas de la cuerda, yaciendo horizontalmente. El resultado se ha corregido mediante un efecto estimado de acortamiento del +0.2% en la cuerda, por no ser completamente recta. La incertidumbre se ha estimado en base a lo indicado en la guía ISO-GUM.”

Análisis de la incertidumbre

Para ayudar en el proceso del cálculo, es útil resumir el análisis de la incertidumbre en forma de *cuadro de valores*, como se muestra a continuación:

Fuente de incertidumbre	Valor	Distribución de probabilidad	Divisor	Incertidumbre estándar
Incertidumbre de la calibración	5.0 mm	Normal	2	2.5 mm
Resolución (menor división)	0.5 mm	Rectangular	$\sqrt{3}$	0.3 mm
Cuerda no recta	10.0 mm	Rectangular	$\sqrt{3}$	5.8 mm
Incertidumbre estándar del promedio de 10 mediciones	0.7 mm	Normal	1	0.7 mm
Incertidumbre estándar combinada		Normal		6.4 mm
Incertidumbre expandida U		Normal ($k = 2$)		12.8 mm

Anexo G - Tablas de conversión

CONVERSIÓN DE UNIDADES MAGNITUD PRESIÓN

	Para convertir de	a	Multiplicar por
Unidades SI	1 bar	Pa kPa	1.0 E+05 100
	1 mbar	Pa hPa	100 1
	1 µbar	Pa	1.0 E-01
	1 Pa	Pa	1
	1 kPa	Pa	1.0 E+03
	1 MPa	Pa	1.0 E+06
	1 kgf/m ²	Pa	9.806 65
Unidades técnicas métricas	1 mmHg	Pa	133.322 4
	1 mmWS	Pa	9.80665
	1 mWS	Pa	9.80 665 E+03
	1 kp/mm ²	Pa	9.80 665 E+06
	1 kp/cm ²	Pa	98.0 665 E+03
	1 atm, estándar	Pa kPa	1.013 25 E+05 1.01325 E+02
	1 at, técnica (1 kgf/cm ²)	Pa kPa	9.806 65 E+04 98.066 5
Unidades Técnicas pulgadas	1 psi	Pa kPa	6894.757 6.894 757
	1 ftH ₂ O	Pa	2989.07
	1 inH ₂ O	Pa	249.089
	1 inHg	Pa	3386.3
Unidades correspondientes:		ISO 31-3 define relaciones de conversión para unidades, que ya no deben ser utilizadas:	
1 Pa	= 1 N/m ²	lbf/in ²	
1 hPa	= 1 mbar	mmH ₂ O	
1 mmHg	= 1Torr	mmHg	
		Torr	

CONVERSIÓN DE UNIDADES
MAGNITUD **TORQUE**

	Para convertir de	a	Multiplicar por
Unidades SI	dyne ·cm	N·m	1.0 E-07
	kgf·m	N·m	9.806 65
	ozf·in	N·m	7.061 552 E-03
	lbf·in	N·m	0.122 984 8
	lbf·ft	N·m	1.355 818

Anexo H - Certificado de Muestra (SRM)



National Institute of Standards & Technology

Certificate of Analysis

Standard Reference Material® 2806

Medium Test Dust (MTD) in Hydraulic Fluid

This Standard Reference Material (SRM) is intended for use in the calibration of instrument response to Medium Test Dust suspended in hydraulic fluid. It consists of a polydisperse, irregularly-shaped mineral dust suspended in approximately 400 mL of hydraulic fluid at a nominal concentration of 2.8 mg/L. SRM 2806 is provided as a two bottle set.

Certification of this SRM is in terms of the projected area diameters of the collected dust particles from the hydraulic fluid and the number concentration of particles greater than each diameter, referred to as cumulative number size distribution. Certified diameter values from 1 µm to 30 µm are given in Table 1a and plotted in Figure 1. Values greater than 30 µm given in Table 1b are provided for information only and are not certified due to high measurement uncertainty.

SRM 2806 can be used in conjunction with either of the following two documents: the National Fluid Power Association (NFPA) method T2.9.6 R2 "Hydraulic Fluid Power - Calibration of Liquid Automatic Particle Counters" [1] of the International Organization for Standardization (ISO) method ISO/FDIS 11171, "Hydraulic Fluid Power - Calibration of Liquid Automatic Particle Counters" [1].

Expiration of Certification: The certification of this SRM is valid until 17 September 2004, within the measurement uncertainties specified, provided the SRM is handled and stored in accordance with the instructions given in this certificate. However, certification will be nullified if the SRM is contaminated or exposed to excess heat (> 30 °C).

Maintenance of Certification: NIST will monitor this SRM lot over the period of its certification. If substantive changes occur that affect the certification before the expiration of certification, NIST will notify the purchaser. Registration (see attached sheet) will facilitate notification.

INSTRUCTIONS FOR USE

SRM 2806 should be mixed and sampled according to procedures described in reference 1. Only if the sampled volume is decanted immediately after the prescribed mixing does the quantity of the SRM left in the original bottle remain certified (see "Sampling for Liquid Automatic Particle Counter" section). The SRM should not be heated above 30 °C and the bottle should be cleaned and handled in a dust-free environment so as to avoid potential

Table 2. Participating Laboratories, Particle Counters and Optical Sensors Used for NFPA Round Robin (Sensors Were Calibrated According to ISO 4402:1991)

Laboratory	Particle Counter	Sensor	Particle Concentration ^b (#/mL Greater Than Indicated Size)						
			1 µm (=4.2 µm) ^a	2 µm (=4.6 µm)	5 µm (=6.4 µm)	7 µm (=7.7 µm)	10 µm (=9.8 µm)	15 µm (=13.6 µm)	20 µm (=17.5 µm)
Nelson Industries, Inc.	Climet C11000	RLV2 100H	5624	4429	2039	1215	576	191	77.9
Nelson Industries, Inc.	HIAC 9064	HR-LD 150	5351	4482	1977	1139	521	188	88.6
Fluid Technologies, Inc.	HIAC 8000	HR-LD 400	-----	4208	1898	1116	525	182	82.1
Pall Corp.	Met One 214	Met One 211W (0.5 µm to 25 µm)	5313	-----	1993	-----	541	182	82.5
Pall Corp.	Met One 214	Met One 211W (1 µm to 120 µm)	5350	-----	1992	-----	517	174	80.9

^a Adjusted values in parentheses resulting from NIST calibration to SRM 2806

^b Values for particle concentration (#/mL greater than indicated size) are presented for information only.

Anexo I - Publicidad de proyecto laboratorio

Volante de laboratorio:

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO**

Universidad del Bío-Bío
Servicios de Calidad
CALIBRACIONES

MAGNITUD LONGITUD

Servicios de Calibración:

Pie de metro, relojes comparadores,
reglas graduadas, escalímetros,
micrómetros exteriores, micrómetros interiores,
anillos cilíndricos,

TRAZABILIDAD

PTB
Physikalisch Technische
Bundesanstalt

Comparador de Bloques
DICTUC
Laboratorio Designado Longitud

Set de Bloques
UBB
Laboratorio de Metrología

Usuario

PATRÓN DE REFERENCIA

Descripción: Set de Bloques
Fabricante: USA
Range: (0.5 a 100) mm
Trazabilidad: LD-L, PTB

Logo de laboratorio:



Anexo J - Cotización formal de instrumental Mahr



Mahr GmbH * Reutlinger Str. 48 * 73728 Esslingen, Germany

Offer

Universidad Del Bio Bio
VIII región del Bio Bio
Avde. Collao 1202
Concepción
Chile

Offer no.: 170/1009901 Page: 1 / 4
Customer no.: 47784440 / Vtr.: 7500000
Supplier no.:
In charge: Daniela Sieberock
+49 (0)711 9312-714
daniela.sieberock@mahr.de

Fax No.: +49 (0)711 9312 725
Date: 07.05.2013

Your inquiry dated: 03.05.2013
Inquiry no.: Juan Carlos Figueroa Barra

Item	S-It.	Part no.	Specification	Quantity	Unit	Price/Unit EUR	Total: EUR
10		4429012	817 CLM -2D Height Measuring Instrument "Quick Height" 1000 mm including calibration certificate consisting of: - Measuring column 817 CLM Measuring range 1000 mm Range of application 1170 mm Measuring error (1,8 + L/600) µm Motorised Quick Mode - Operating and display unit 2D / statistics Large graphical LCD display, 15 function keys for all 1D and 2D measuring functions Statistical evaluation - Standard accessories: 817 h1 carrier for probes 4429154 K6/51 spherical probe 4429254 817 eb setting block 4429168 Dust cover 7032335 USB cable 4883216 Mains power adapter 4102766 Operating instructions	1	PC	9.240,00	
			Discount 5%	-5,00	%	-462,00	8.778,00
20		4429019	817ts1 Accessories set Discount 5%	1	PC	1.010,00	
			Discount 5%	-5,00	%	-50,50	959,50
30		4429206		1	PC	146,50	

Mahr GmbH
Location Esslingen
Reutlinger Str. 48
73728 Esslingen, Germany
Phone +49 (0)711 9312-600
Fax +49 (0)711 3160953
info@mahr.de
www.mahr.com

Commerzbank Göttingen
BLZ 250 400 30, Kto. 6222277
SWIFT: COBADEFF 260
IBAN DE44 2604 0030 0622 2277 00
BW-Bank Stuttgart
BLZ 600 501 01, Kto. 7871507364
SWIFT: SOLA DE ST
IBAN DE33 6005 0101 7871 5073 64
Nord / LB Hannover
BLZ 250 500 00, Kto. 152007969
SWIFT: NOLADE2H XXX
IBAN DE62 2505 0000 0152 0079 69

Board of Directors:
Stephan Gais, Chairman
Ulrich Kaspar

Headquarter:
Göttingen, Germany
Register: HRB 2507

Calipers, micrometers,
dial indicators, dial comparators,
height measuring instruments,
indicating measuring instruments
for inside and outside dimensions,
length measuring instruments,
measuring microscopes,
calibration services (DKD).



Universidad Del Bio Bio
VIII región del Bio Bio

Concepción

Offer

Offer no.: 170/1009901
Date: 07.05.2013

Page: 2 / 4

Item	S-It.	Part no.	Specification	Quantity	Unit	Price/Unit EUR	Total: EUR
			817 h3 Carrier for Digital Indicators/Incremental Probes Discount 5%	-5,00	%	-7,33	139,17
40		4426810	P1514 H Meßtaster für 817 CLM Höhenmessgerät Discount 5%	1	PC	966,00	917,70
				-5,00	%	-48,30	
50		4429015	Printer Officejet HP 6000 E609a for 817 CLM Discount 5%	1	PC	174,50	165,77
				-5,00	%	-8,73	
60		4800170	422*Contact Thermometer reading 0,2° C, with holding magnet in wooden case Discount 5%	1	PC	159,00	151,05
				-5,00	%	-7,95	
70		4800170K	Mahr calibration for article number 4800170 Thermometer Discount 5%	1	PC	19,00	18,05
				-5,00	%	-0,95	
80		4800090	419 C/1 Set of Ceramic Gauge Blocks, 10 pieces with traceable Mahr-Calibration-Certificate Discount 5%	1	SE	729,00	692,55
				-5,00	%	-36,45	
90		5312401	MILLIMAR 1240 length measuring instrument with programmable digital measured value processing, 2 probe sockets, serial interface RS 232 C, 230/115 V, 50/60 Hz with English inscription on the front panel Discount 5%	1	PC	2.880,00	2.736,00
				-5,00	%	-144,00	
100		5312401K	Mahr calibration for article number 5312401 Display for an Inductive Probe Discount 5%	1	PC	79,00	75,05
				-5,00	%	-3,95	

Mahr GmbH
Location Esslingen
Reutlinger Str. 48
73728 Esslingen, Germany
Phone +49 (0)711 9312-600
Fax +49 (0)711 3160953
info@mahr.de
www.mahr.com

Commerzbank Göttingen
BLZ 260 400 30, Kto. 6222277
SWIFT: COBADEFF 260
IBAN DE44 2604 0030 0622 2277 00
BW-Bank Stuttgart
BLZ 600 501 01, Kto. 7871507364
SWIFT: SOLA DE ST
IBAN DE33 6005 0101 7871 5073 64
Nord / LB Hannover
BLZ 250 500 00, Kto. 152007969
SWIFT: NOLADE2H XXXX
IBAN DE62 2505 0000 0152 0079 69

Board of Directors:
Stephan Gais, Chairman
Ulrich Kaspar

Headquarter:
Göttingen, Germany
Register: HRB 2507

Calipers, micrometers,
dial indicators, dial comparators,
height measuring instruments,
indicating measuring instruments
for inside and outside dimensions,
length measuring instruments,
measuring microscopes,
calibration services (DKD).



Universidad Del Bio Bio
VIII región del Bio Bio

Concepción

Offer

Offer no.: 170/1009901
Date: 07.05.2013

Page: 3 / 4

Item	S-It.	Part no.	Specification	Quantity	Unit	Price/Unit EUR	Total: EUR
110		5313400	INDUCTIVE PROBE 1340 with connector for pneumatic lifter, protective system: IP64, measuring range: 4 mm, cable length: 1.5 m, measuring force: 0.75 N Discount 5%	1	PC	1.180,00	
				-5,00	%	-59,00	1.121,00
120		5313400K	Mahr calibration for article number 5313400 Elect. Length Measuring Probe Discount 5%	1	PC	38,00	
				-5,00	%	-1,90	36,10
130		5313180	1318 Inductive Lever-Type Test Indicator"Puppitron" Discount 5%	1	PC	573,00	
				-5,00	%	-28,65	544,35
140		4221507	107 G/00 Surface Plate made of hard granite 1500x1000x150 mm Discount 5%	1	PC	3.210,00	
				-5,00	%	-160,50	3.049,50
150		4221575	107 Ug Stand for surface plates 1500x1000 mm Discount 5%	1	PC	750,00	
				-5,00	%	-37,50	712,50

Net value: 20.096,29
Packing: 200,96
Total: 20.297,25

Mahr GmbH
Location Esslingen
Reutlinger Str. 48
73728 Esslingen, Germany
Phone +49 (0)711 9312-600
Fax +49 (0)711 3160953
info@mahr.de
www.mahr.com

Commerzbank Göttingen
BLZ 260 400 30, Kto. 6222277
SWIFT: COBADEFF 260
IBAN DE44 2604 0030 0622 2277 00
BW-Bank Stuttgart
BLZ 600 501 01, Kto. 7871507364
SWIFT: SOLA DE ST
IBAN DE33 6005 0101 7871 5073 64
Nord / LB Hannover
BLZ 250 500 00, Kto. 152007969
SWIFT: NOLADE2H XXXX
IBAN DE62 2505 0000 0152 0079 69

Board of Directors:
Stephan Gais, Chairman
Ulrich Kaspar

Headquarter:
Göttingen, Germany
Register: HRB 2507

Calipers, micrometers,
dial indicators, dial comparators,
height measuring instruments,
indicating measuring instruments
for inside and outside dimensions,
length measuring instruments,
measuring microscopes,
calibration services (DKD).



Universidad Del Bio Bio
VIII región del Bio Bio

Concepción

Offer

Offer no.: 170/1009901
Date: 07.05.2013

Page: 4 / 4

INFO 1:

The standard scope of supply for items 10 and 80,
Height Gauge 817 CLM and Gauge Block Set 419 C/1
already includes a traceable Mahr calibration certificate

INFO 2:

Gross weight for item 140: approx 690 kg + palette
Gross weight for item 150: approx 100 kg + palette

DELAIS for

items 80 + 110: 5 weeks
items 140 + 150: 7 weeks
calibration: 1 week on top of leadtime for instrument
other items: in stock, subject to prior sale

VALIDITY: 31.12.2013

Mode of dispatch: Airfreight
Incoterm: EXW Esslingen (Incoterms 2010)
Payment terms: Payable in advance
WEEE-reg.-no.: DE 75383601

We hope our quotation meets your needs and look forward to receiving your order.
The General terms and conditions of sale and delivery of the Mahr Group in their current version shall apply unless any
deviations from these are agreed in writing. If you do not have these General terms and conditions, you can request a copy
at any time from the following number or can view them on the Mahr website: <http://www.mahr.com>.

Best regards

Mahr GmbH

Mahr GmbH
Location Esslingen
Reutlinger Str. 48
73728 Esslingen, Germany
Phone +49 (0)711 9312-600
Fax +49 (0)711 3160953
info@mahr.de
www.mahr.com

Commerzbank Göttingen
BLZ 260 400 30, Kto. 6222277
SWIFT: COBADEFF 260
IBAN DE44 2604 0030 0622 2277 00
BW-Bank Stuttgart
BLZ 600 501 01, Kto. 7871507364
SWIFT: SOLA DE ST
IBAN DE33 6005 0101 7871 5073 64
Nord / LB Hannover
BLZ 250 500 00, Kto. 152007969
SWIFT: NOLADE2H XXX
IBAN DE62 2505 0000 0152 0079 69

Board of Directors:
Stephan Gais, Chairman
Ulrich Kaspar

Headquarter:
Göttingen, Germany
Register: HRB 2507

Calipers, micrometers,
dial indicators, dial comparators,
height measuring instruments,
indicating measuring instruments
for inside and outside dimensions,
length measuring instruments,
measuring microscopes,
calibration services (DKD).

Anexo K - Especificaciones de instrumental Mahr

 <p>UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO</p>	<p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE INVERSIONES "1.- ALTIMETRO DIGITAL "</p>	<p>Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Mecánica</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------

1. GENERALIDADES

Universidad de Bío-Bío, dentro del Plan de Inversión 2013 requiere la provisión de Instrumental para Laboratorio de Metrología.

2. DESCRIPCION DE ITEM

Altimetro Digital
Rango: (0 a 1000) mm
Resolución: 0.1 μ m
Perpendicularidad: menor o igual a 10 μ m
Con certificado de calibración.

Aplicaciones:

- Medición en dos dimensiones, evaluación de parámetros de perpendicularidad, mediciones angulares.
- Impresión de histogramas, análisis estadísticos, cartas de control.

3. GARANTIA

Los elementos descritos en apartado 2.-, deberán contar a lo menos con 1 año de Garantía normal.

4. INSPECCIONES

La inspección consiste en contrastar los equipos ofertados con aquellos que arriben a las dependencias de la Universidad del Bío-Bío.

5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

El criterio de aceptación de la oferta será el cumplimiento de la presente especificación mediante la inspección visual y la operación en el Laboratorio de la Universidad del Bío-Bío.

El proveedor debe asegurar mediante pruebas de operación, que el instrumento cumple las especificaciones descritas en su manual técnico.

6. FORMATO DE PRESUPUESTO Y PRECIO UNITARIO

Ítem	Descripción	Valor
1	Altimetro Digital (0 a 1000) mm., con certificado calibración	
2	Set de accesorios	
3	Accesorios para relojes	
4	Palpador de Perpendicularidad	
5	Impresora	

7. ANEXOS

Se adjunta información técnica de Catalogo.

RC - 02	Registro de Calidad	Página 1
---------	---------------------	----------

 <p>UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO</p>	<p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE INVERSIONES “3.- TERMÓMETRO DE CONTACTO”</p>	<p>Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Mecánica</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------

1. GENERALIDADES

Universidad de Bío-Bío, dentro del Plan de Inversión 2013 requiere la provisión de Instrumental para Laboratorio de Metrología.

2. DESCRIPCION DE ITEM

Termómetro de Contacto
 Rango: (16 a 26) °C
 Resolución: 0.2 °C
 Con certificado de calibración.

3. GARANTIA

Los elementos descritos en apartado 2.-, deberán contar a lo menos con 1 año de Garantía normal.

4. INSPECCIONES

La inspección consiste en contrastar los equipos ofertados con aquellos que arriben a las dependencias de la Universidad del Bío-Bío.

5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

El criterio de aceptación de la oferta será el cumplimiento de la presente especificación mediante la inspección visual y la operación en el Laboratorio de la Universidad del Bío-Bío.

El proveedor debe asegurar mediante pruebas de operación, que el instrumento cumple las especificaciones descritas en su manual técnico.

6. FORMATO DE PRESUPUESTO Y PRECIO UNITARIO

Ítem	Descripción	Valor
1	Termómetro de Contacto, con certificado de calibración	

7. ANEXOS

Se adjunta información técnica de Catalogo.

 <p>UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO</p>	<p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE INVERSIONES</p> <p>“4.- SET DE BLOQUE DE CERÁMICA”</p>	<p>Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Mecánica</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------

1. GENERALIDADES

Universidad de Bío-Bío, dentro del Plan de Inversión 2013 requiere la provisión de Instrumental para Laboratorio de Metrología.

2. DESCRIPCION DE ITEM

Set de Bloques rectangulares de cerámica
Rango: (2.5, 5.1, 7.7, 10.3, 12.9, 15.0, 17.6, 20.2, 22.8, 25) mm
Clase 1.
Con certificado de calibración.

3. GARANTIA

Los elementos descritos en apartado 2.-, deberán contar a lo menos con 1 año de Garantía normal.

4. INSPECCIONES

La inspección consiste en contrastar los equipos ofertados con aquellos que arriben a las dependencias de la Universidad del Bío-Bío.

5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

El criterio de aceptación de la oferta será el cumplimiento de la presente especificación mediante la inspección visual y la operación en el Laboratorio de la Universidad del Bío-Bío.

El proveedor debe asegurar mediante pruebas de operación, que el instrumento cumple las especificaciones descritas en su manual técnico.

6. FORMATO DE PRESUPUESTO Y PRECIO UNITARIO

Ítem	Descripción	Valor
1	Set de Bloques rectangulares de Cerámica, con certificado de calibración	

7. ANEXOS

Se adjunta información técnica de Catalogo.

 <p>UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO</p>	<p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE INVERSIONES "5.- COMPARADOR ELECTRONICO"</p>	<p>Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Mecánica</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------

1. GENERALIDADES

Universidad de Bío-Bío, dentro del Plan de Inversión 2013 requiere la provisión de Instrumental para Laboratorio de Metrología.

2. DESCRIPCION DE ITEM

Comparador Electrónico

Rangos/Resolución:

$\pm 200 \mu\text{m}/0.01 \mu\text{m} (\pm .08"/.00001")$

$\pm 2000 \mu\text{m}/0.1 \mu\text{m} (\pm .008"/.000001")$

Con certificado de calibración.

3. GARANTIA

Los elementos descritos en apartado 2.-, deberán contar a lo menos con 1 año de Garantía normal.

4. INSPECCIONES

La inspección consiste en contrastar los equipos ofertados con aquellos que arriben a las dependencias de la Universidad del Bío-Bío.

5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

El criterio de aceptación de la oferta será el cumplimiento de la presente especificación mediante la inspección visual y la operación en el Laboratorio de la Universidad del Bío-Bío.

El proveedor debe asegurar mediante pruebas de operación, que el instrumento cumple las especificaciones descritas en su manual técnico.

6. FORMATO DE PRESUPUESTO Y PRECIO UNITARIO

Ítem	Descripción	Valor
1	Comparador Electrónico, con certificado de calibración	

7. ANEXOS

Se adjunta información técnica de Catalogo.

 <p>UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO</p>	<p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE INVERSIONES “6.- PALPADOR INDUCTIVO RECTO”</p>	<p>Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Mecánica</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------

1. GENERALIDADES

Universidad de Bío-Bío, dentro del Plan de Inversión 2013 requiere la provisión de Instrumental para Laboratorio de Metrología.

2. DESCRIPCION DE ITEM

Palpador inductivo recto
 Rango: ± 2.0 mm
 Repetibilidad: $0.08 \mu\text{m}$
 Histéresis: $0.08 \mu\text{m}$
 Fuerza de medición: 0.75 N
 Con certificado de calibración.

3. GARANTIA

Los elementos descritos en apartado 2.-, deberán contar a lo menos con 1 año de Garantía normal.

4. INSPECCIONES

La inspección consiste en contrastar los equipos ofertados con aquellos que arriben a las dependencias de la Universidad del Bío-Bío.

5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

El criterio de aceptación de la oferta será el cumplimiento de la presente especificación mediante la inspección visual y la operación en el Laboratorio de la Universidad del Bío-Bío.

El proveedor debe asegurar mediante pruebas de operación, que el instrumento cumple las especificaciones descritas en su manual técnico.

6. FORMATO DE PRESUPUESTO Y PRECIO UNITARIO

Ítem	Descripción	Valor
1	Palpador inductivo recto, con certificado de calibración	

7. ANEXOS

Se adjunta información técnica de Catalogo.

 <p>UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO</p>	<p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE INVERSIONES "7.- PALPADOR DE PALANCA"</p>	<p>Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Mecánica</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------

1. GENERALIDADES

Universidad de Bío-Bío, dentro del Plan de Inversión 2013 requiere la provisión de Instrumental para Laboratorio de Metrología.

2. DESCRIPCION DE ITEM

Palpador inductivo de palanca
Rango: -0.3 a 1.0 mm
Repetibilidad: 0.5 μ m
Histéresis: 0.03 μ m
Fuerza de medición: 0.25 N
Con certificado de calibración.

3. GARANTIA

Los elementos descritos en apartado 2.-, deberán contar a lo menos con 1 año de Garantía normal.

4. INSPECCIONES

La inspección consiste en contrastar los equipos ofertados con aquellos que arriben a las dependencias de la Universidad del Bío-Bío.

5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

El criterio de aceptación de la oferta será el cumplimiento de la presente especificación mediante la inspección visual y la operación en el Laboratorio de la Universidad del Bío-Bío.

El proveedor debe asegurar mediante pruebas de operación, que el instrumento cumple las especificaciones descritas en su manual técnico.

6. FORMATO DE PRESUPUESTO Y PRECIO UNITARIO

Ítem	Descripción	Valor
1	Palpador inductivo de palanca, con certificado de calibración	

7. ANEXOS

Se adjunta información técnica de Catalogo.

 <p>UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO</p>	<p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE INVERSIONES "8.- MARMOL"</p>	<p>Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Mecánica</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------

1. GENERALIDADES

Universidad de Bío-Bío, dentro del Plan de Inversión 2013 requiere la provisión de Instrumental para Laboratorio de Metrología.

2. DESCRIPCION DE ITEM

Mármol de granito
Dimensiones: (1500 x 1000) mm
Grado 00 (DIN 876)
Tolerancia de planitud = $2 (1 + l/1000) \mu\text{m}$; l en mm
Con certificado de calibración.

3. GARANTIA

Los elementos descritos en apartado 2.-, deberán contar a lo menos con 1 año de Garantía normal.

4. INSPECCIONES

La inspección consiste en contrastar los equipos ofertados con aquellos que arriben a las dependencias de la Universidad del Bío-Bío.

5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

El criterio de aceptación de la oferta será el cumplimiento de la presente especificación mediante la inspección visual y la operación en el Laboratorio de la Universidad del Bío-Bío.

El proveedor debe asegurar mediante pruebas de operación, que el instrumento cumple las especificaciones descritas en su manual técnico.

6. FORMATO DE PRESUPUESTO Y PRECIO UNITARIO

Ítem	Descripción	Valor
1	Mármol de granito, Grado 00 (DIN 876), con certificado de calibración.	

7. ANEXOS

Se adjunta información técnica de Catalogo.

 <p>UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO</p>	<p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE INVERSIONES "8.1.- BASE DE MARMOL"</p>	<p>Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Mecánica</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------

1. GENERALIDADES

Universidad de Bío-Bío, dentro del Plan de Inversión 2013 requiere la provisión de Instrumental para Laboratorio de Metrología.

2. DESCRIPCION DE ITEM

Base de Mármol

Dimensiones: (1500 x 1000) mm

Debe disponer de compartimientos y puertas para el almacenamiento de accesorios de metrología.

Debe tener tres puntos de apoyo ajustable del mármol.

3. GARANTIA

Los elementos descritos en apartado 2.-, deberán contar a lo menos con 1 año de Garantía normal.

4. INSPECCIONES

La inspección consiste en contrastar los equipos ofertados con aquellos que arriben a las dependencias de la Universidad del Bío-Bío.

5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

El criterio de aceptación de la oferta será el cumplimiento de la presente especificación mediante la inspección visual y la operación en el Laboratorio de la Universidad del Bío-Bío.

El proveedor debe asegurar mediante pruebas de operación, que el instrumento cumple las especificaciones descritas en su manual técnico.

6. FORMATO DE PRESUPUESTO Y PRECIO UNITARIO

Ítem	Descripción	Valor
1	Base de mármol	

7. ANEXOS

Se adjunta información técnica de Catalogo.