

II SEMINARIO

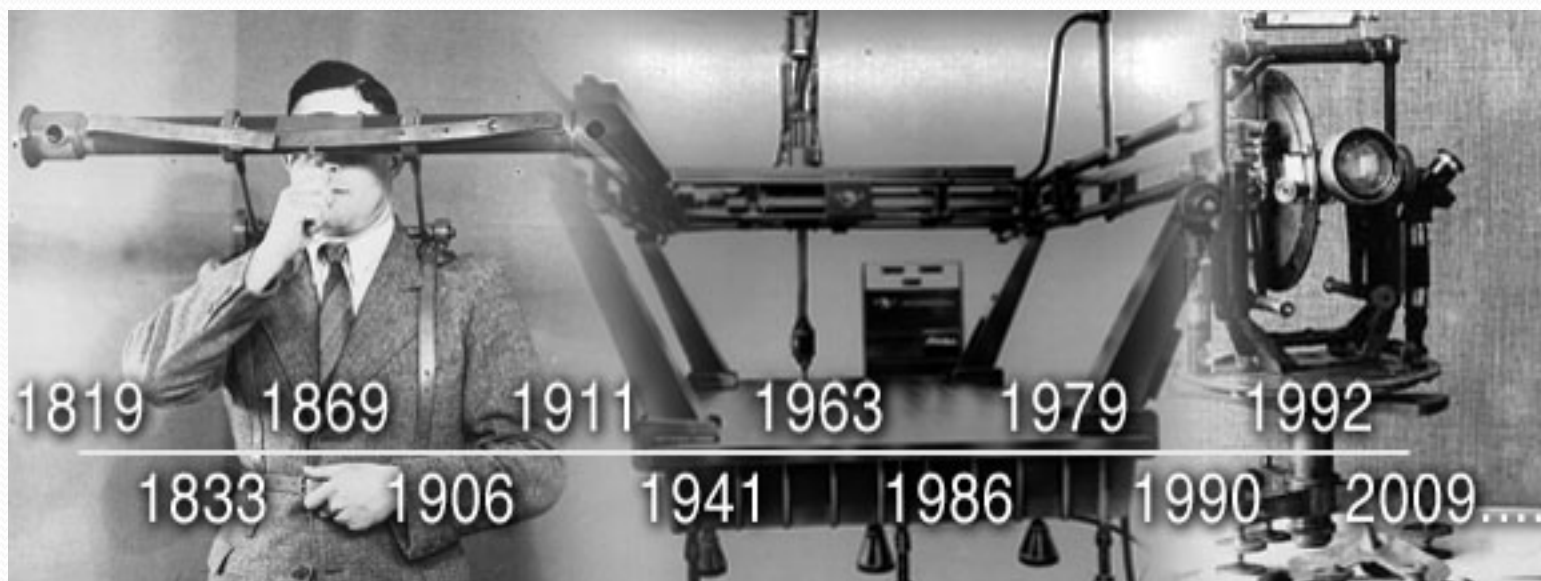
“METROLOGIA: LA CIENCIA DE LA MEDICION, SUS PRINCIPIOS Y APLICACIONES “



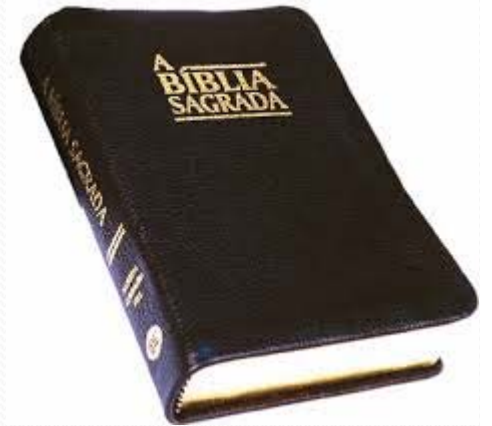
02 de Diciembre 2013

ANTECEDENTES HISTORICOS

DE LA METROLOGIA



Metrología: la Ciencia de la Medición empezó como una práctica muy antigua



ANTECEDENTES EN LA BIBLIA:

“No hagáis injusticia en ..., en medida de tierra, en peso ni en otra medida.”

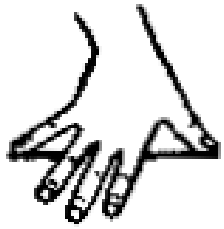
“Balanzas justas, pesas justas y medidas justas tendréis....”

Levítico: 19, 35-36



EN EL ANTIGUO EGIPTO

La psicostasis en el mundo antiguo Egipcio, según el libro de los muertos. Utilización por el dios Anubis de una **balanza de doble platillo para pesar el corazón del muerto**, que representaba la sede de los sentimientos, de la inteligencia, a la vez era el censor de la conducta religiosa y moral, con la finalidad de determinar la vida eterna o la condenación del difunto .



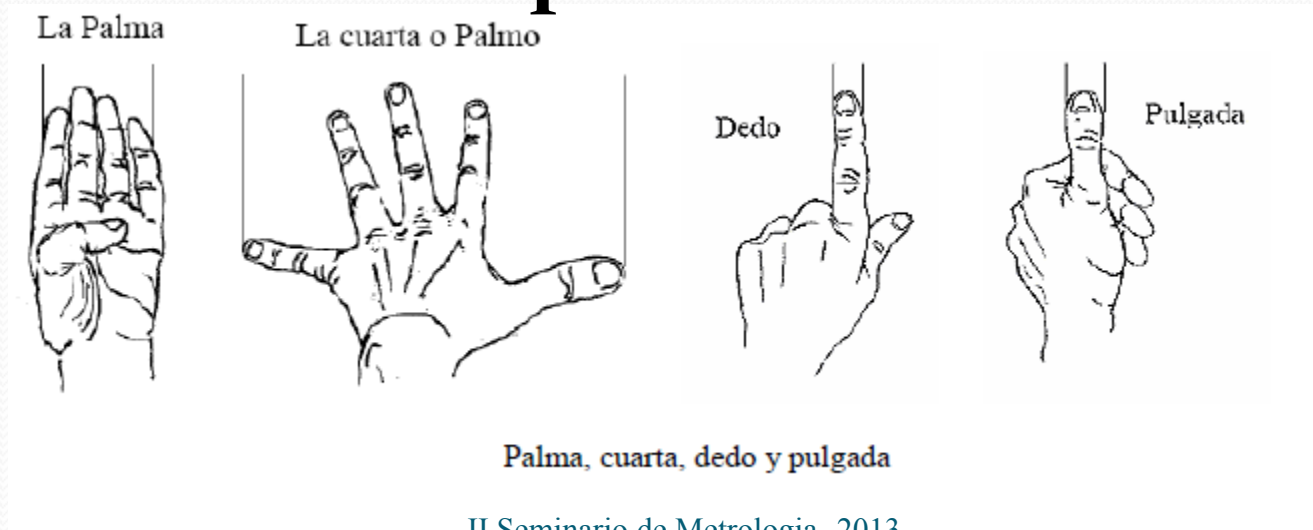
Unidades antropomórficas

- 5000 AC comienzan a utilizarse las unidades de medida. El hombre eligió su propio cuerpo como base para las primeras unidades de medida.

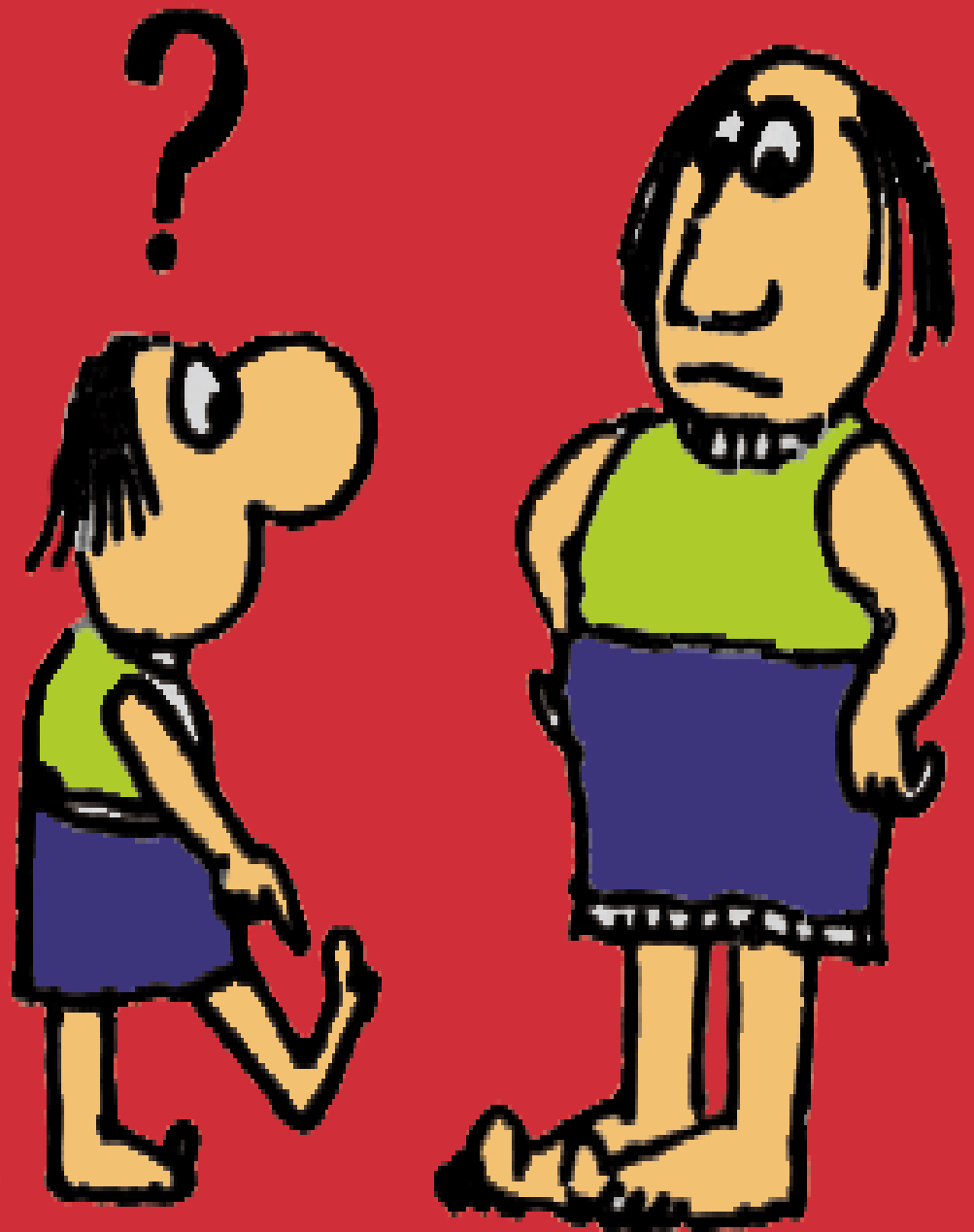


Unidades antropomórficas

Antes del Sistema Métrico Decimal, los humanos no tenían más remedio que usar lo que llevaban encima, es decir su propio cuerpo, para contabilizar e intercambiar productos.



Los primeros sistemas de medidas ocasionaron grandes confusiones, debido a las diferencias anatómicas entre una persona y otra. Entonces, hubo que darse cuenta de que el problema de medición subsistía: ¿cuánto más grande es este pie que aquel otro?





Durante siglos se ensayaron múltiples soluciones a este problema. El “Pie Real de Carlomagno” fue, por ejemplo, establecido como un patrón de medida.

Hubo mucha unidades en cada país España, Inglaterra etc.



LOS PRIMEROS INSTITUTOS NACIONALES DE METROLOGÍA EN EL MUNDO

Alemania

1887 Physikalisch – Technische Bundesanstalt

PTB (ex PTR) www.ptb.de



LOS PRIMEROS INSTITUTOS NACIONALES DE METROLOGÍA EN EL MUNDO

Reino Unido

1900 National Physical Laboratory 1900

NPL www.npl.uk



LOS PRIMEROS INSTITUTOS NACIONALES DE METROLOGÍA EN EL MUNDO

Estados Unidos

1901 National Institute of Standard and
Tecnology

NIST (ex NBS) www.nist.gov



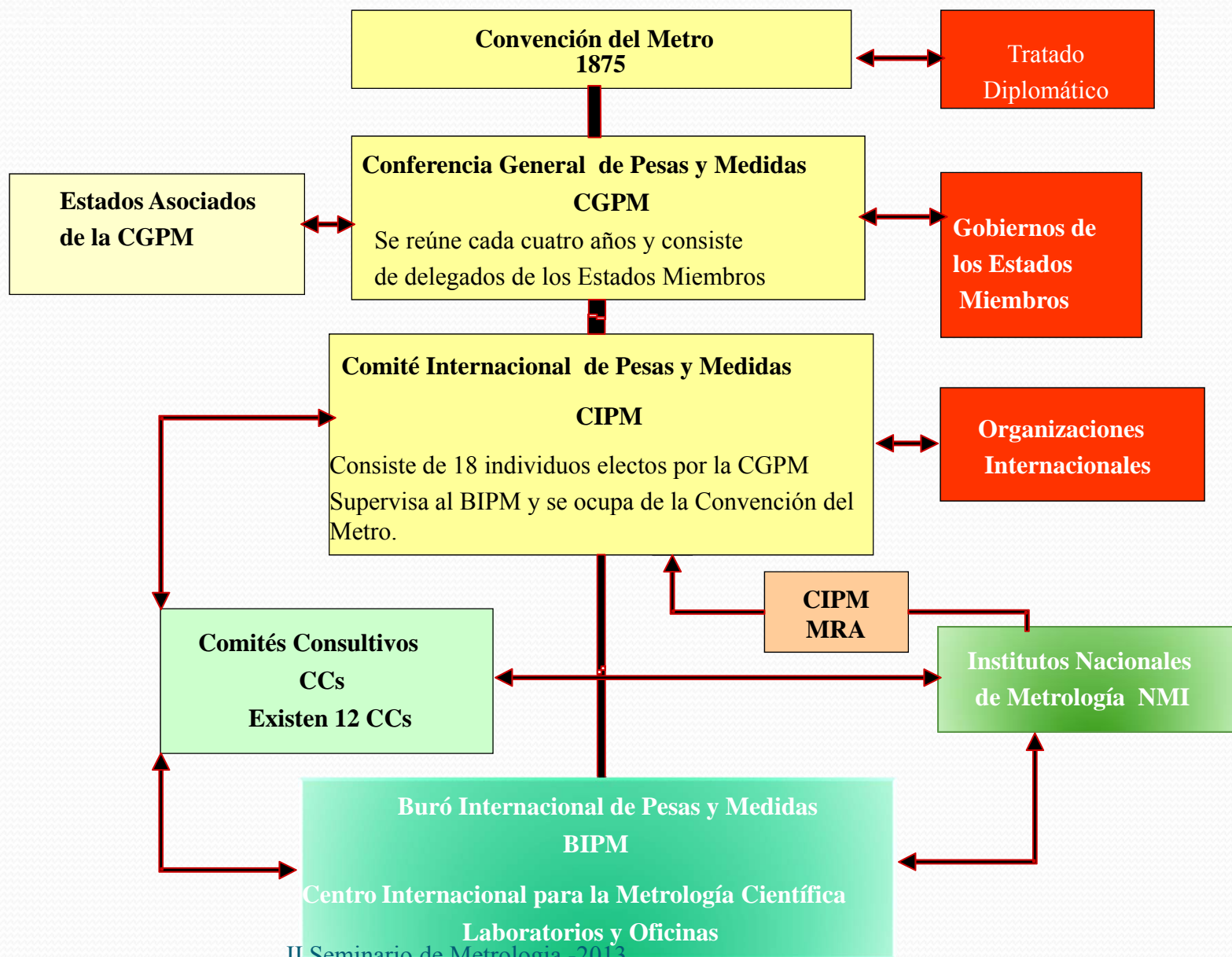


La METROLOGÍA en el Mundo

Metrología: Organización Mundial



Bureau International des Poids et Mesures BIPM



1875 Convención del Metro

**Algunos miembros notables del CIPM
Comité Internacional de Pesas y Medidas**

**Albert Michelson,
Louis de Broglie,
Dimitri Mendeleev,
Pieter Zeeman,
Galileo Ferraris,
Charles E. Guillaume
K.M.G. Siegbahn
K.M. Siegbahn.**

Premios Nobel que integraron el CIPM



Pieter Zeeman

Premio Nobel en 1902

“por sus investigaciones relativas a la **influencia del magnetismo sobre la radiación**”



Albert Michelson

Premio Nobel en 1907

“por sus **instrumentos ópticos de precisión** y por las **investigaciones espectroscópicas y metroológicas** realizadas con ellos”

Premios Nobel que integraron el CIPM



Charles Edouard Guillaume

Ingresó como asistente al BIPM en 1883. Director del BIPM desde 1915 hasta 1936. **Premio Nobel 1920** en reconocimiento por el servicio que brindó a las **mediciones de precisión con su descubrimiento del invar, anomalías en aleaciones de nickel y acero.**



Karl Manne Georg Siegbahn

Premio Nobel en 1924 en mérito a sus **descubrimientos e investigaciones en el campo de la espectroscopia de rayos X**

Premios Nobel que integraron el CIPM



Louis de Broglie

Premio Nobel en 1929 por su descubrimiento de la naturaleza ondulatoria de los electrones



Kai M. Siegbahn

Premio Nobel en 1981 “por su contribución al desarrollo de la espectroscopia electrónica de alta resolución”

Congratulations
DAVID J. WINELAND
2012 Nobel Prize in Physics

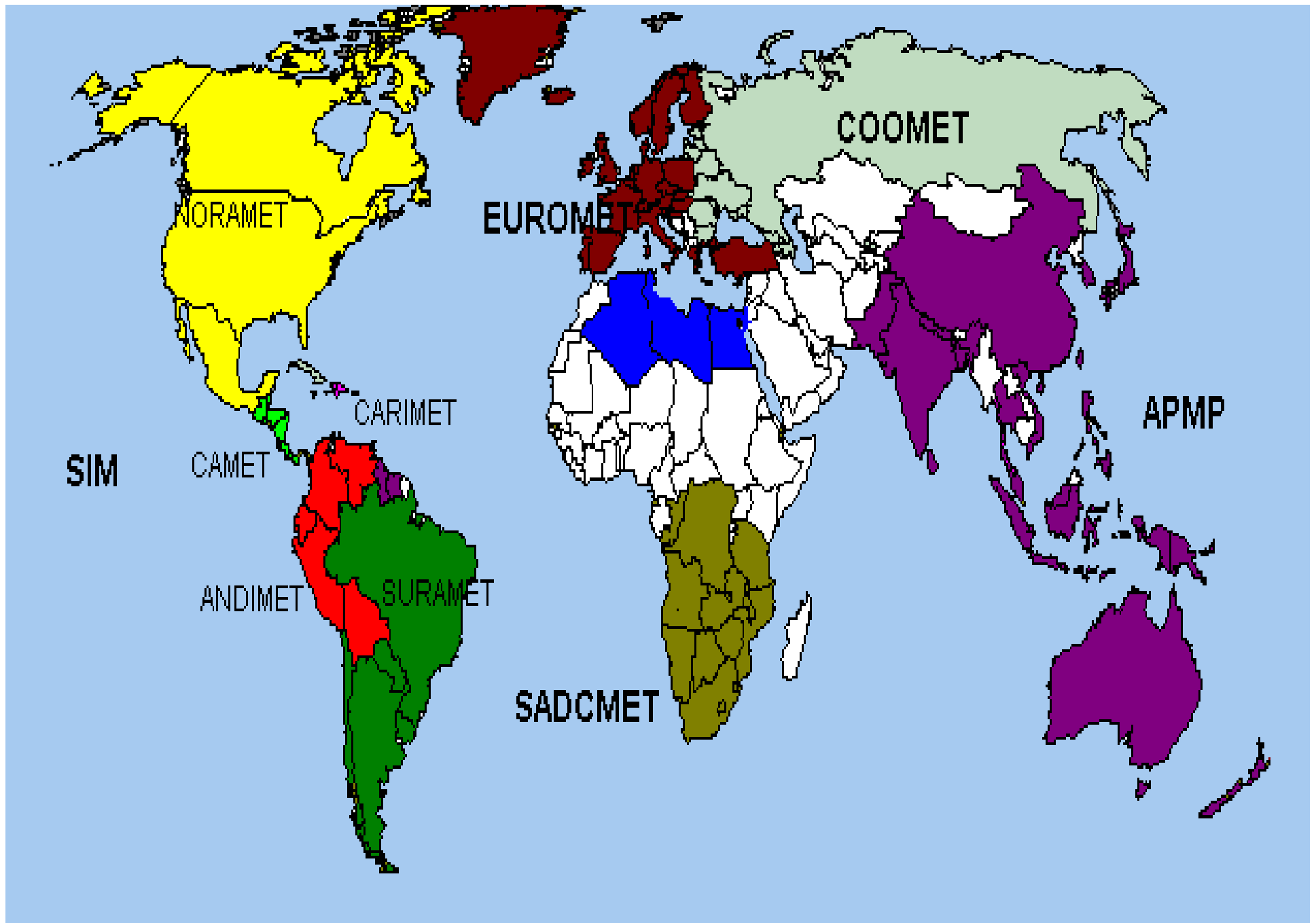
Congratulations
JOHN L. HALL
2005 Nobel Prize in Physics

Congratulations
ERIC CORNELL
2001 Nobel Prize in Physics

Congratulations
WILLIAM D. PHILLIPS
1997 Nobel Prize in Physics



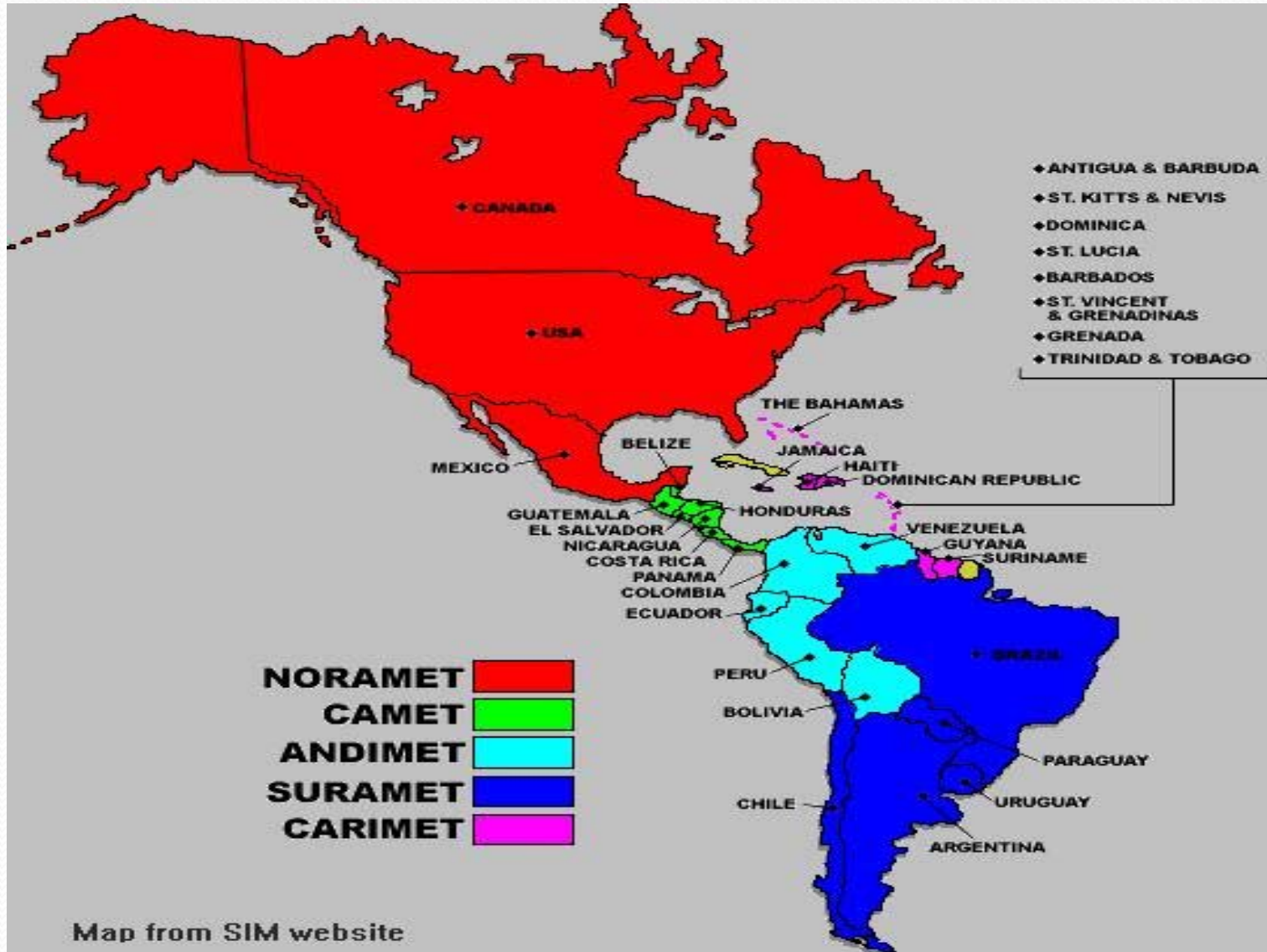




Organizaciones Regionales de Metrología

- **En América:** Sistema Interamericano de Metrología (SIM)
- **En Europa:** Euromet, Coomet, Welmec
- **En Asia:** APMP
- **En África:** SADC MET

Sistema Interamericano de Metrología



La Metrología en el Perú

1983-1992 –Instituto de Investigación tecnológica industrial y de normas técnicas ITINTEC

Ley 23560 (1982-12-31) Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú SLUMP

- Se construyen los **Laboratorios Nacionales de Metrología**.
- Se crea el **Servicio Nacional de Metrología SNM**
- Control Metrológico: Balanzas en Mercados, Surtidores de Combustible; medidores de energía eléctrica, medidores de agua.
- Control de instrumentos importados, se hacen aprobaciones de Modelo de instrumentos de medición.



La Metrología en el Perú

En **1993** se creó el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Propiedad Intelectual **INDECOPI** en reemplazo del **ITINTEC**

Servicio Nacional de Metrología

(D. Leg. 1033 –LOF Indecopi, 2008-06-25)

El Servicio Nacional de Metrología es el **ente rector de la metrología nacional en el campo científico, industrial y legal** conforme a las normas de la materia y, como tal, promueve la implementación y desarrollo del **Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú SLUMP** y la **trazabilidad internacional de las mediciones efectuadas en el país** conforme a lo dispuesto en las normas de la Organización Mundial del Comercio, los acuerdos de libre comercio y las normas supranacionales y nacionales correspondientes.

- **Funciones Principales:**

- Custodiar y Mantener los Patrones Nacionales de Medida.
- Difundir el SI (***SLUMP***- **Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú**)
- Efectuar calibraciones y emitir los Certificados Metrológicos respectivos (*a laboratorios ; empresas ; instituciones*)
- Elaborar las normas metrológicas de carácter legal.
- Promover el desarrollo de la Metrología en el Perú
- Representar al Perú en temas de Metrología.

Servicio Nacional de Metrología

Recursos Humanos:

- Físicos
- Químicos
- Ingenieros (Mecánico, Electrónico, Químico)
- Técnicos (Superior Técnico)
- Practicantes Profesionales (Ingeniería y Física)
- Asistentes administrativos

Todos los profesionales han recibido entrenamiento a través de pasantías y asistencia a cursos en Instituciones Metroológicas como PTB, NIST, CENAM, INTI, INMETRO entre otras.

Servicio Nacional de Metrología

Magnitudes Desarrolladas

- Masa
- Energía Eléctrica
- Flujo (agua potable)
- Temperatura
- Presión
- Fuerza
- Volumen
- Densidad
- Electricidad AC/DC
- Longitud
- Humedad Relativa
- Torque

Trazabilidad:

PTB - Alemania

NIST - Usa

INTI - Argentina

CENAM - México



Servicio Nacional de Metrología

Magnitudes nuevas

- Tiempo y frecuencia
- Flujo de gas
- Acústica
- Metrología Química
 - Electroquímica (ph – conductividad)
 - Cromatografía
 - Absorción Atómica
 - Calibraciones:
 - Analizadores de gas
 - Etilómetros
 - Phmetros
 - Conductivímetros



Servicio Nacional de Metrología

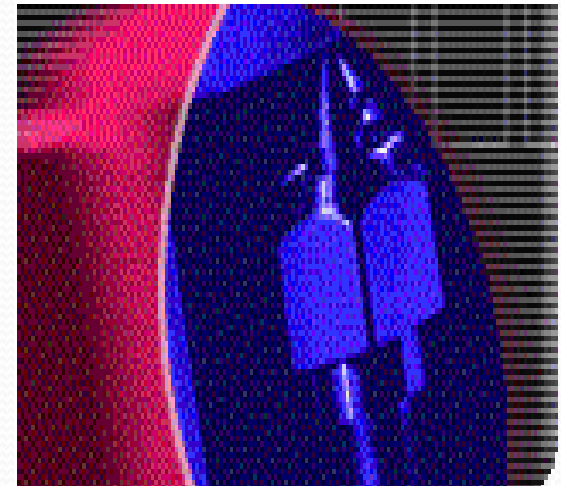
Nuevos laboratorios

- Grandes Masas (remodelación)
- Grandes Volúmenes (hasta 5000 L)
- Humedad
- Metrología Química:
 - Electroquímica
 - Orgánica
 - Inorgánica



Participación en Organismos Internacionales

- Sistema Interamericano de Metrología - SIM
- Organización Internacional de Metrología Legal - OIML
- Asia Pacific Legal Metrology Forum - APLMF
- National Conference Standard Laboratory International – NCSLI
- CGPM- CIPM -MRA





El SNM cuenta con un Sistema de Calidad **ISO 9001 implantado y certificado desde el año 2000.**

Además tienen implementado el Sistema de Calidad establecido en la Norma Internacional **ISO 17025 desde 1997.**

Actualmente el Sistema de Calidad ISO 17025, ha sido evaluado por varios expertos del SIM (on site peer reviews**) y aprobado por el Quality System Task Force (**QSTF**) del Sistema Interamericano de Metrología (**SIM**)**

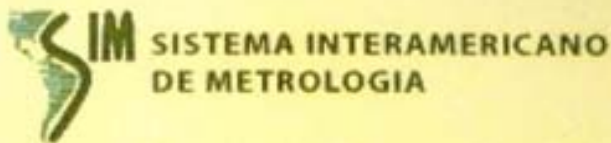
Certificación y Aprobaciones Obtenidas

*ISO 9002: 1994; NTP-ISO 9002: 1995
BS EN ISO 9002: 1994; UNE-EN-ISO 9002:1994
ANSI/ISO/ASQ Q9002-1994*



*Aprobación
Certificado No: SQA 705028*

Aprobación Original: 07 de Julio, 2000



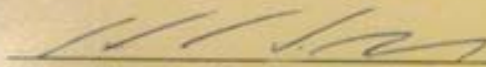
Certificate of Approval

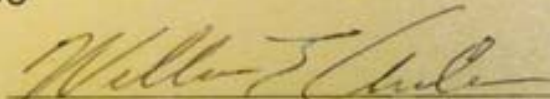
The Quality Management System of

**Instituto Nacional de Defensa de la
Competencia y de la Protección de la
Propiedad Intelectual (Peru)**

in support of Calibration and Measurement
Capabilities for Volume Metrology

was approved within the framework of the
CIPM Mutual Recognition Arrangement by the
SIM Quality System Task Force as presented on
Tuesday, October 27, 2009


Humberto S. Brandi
President, SIM


William E. Anderson
Chair, SIM QSTF



SISTEMA INTERAMERICANO
DE METROLOGIA

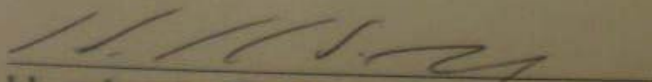
Certificate of Approval


The Quality Management System of

**Instituto Nacional de Defensa de la
Competencia y de la Protección de la
Propiedad Intelectual (Peru)**

in support of Calibration and Measurement
Capabilities for Mass and Temperature

was approved within the framework of the
CIPM Mutual Recognition Arrangement by the
SIM Quality System Task Force as presented on
Monday, March 30, 2009


Humberto S. Brandi
President, SIM


William E. Anderson
Chair, SIM QSTF



SISTEMA INTERAMERICANO
DE METROLOGIA

Certificate of Approval

The Quality Management System of

**Instituto Nacional de Defensa de la
Competencia y de la Protección de la
Propiedad Intelectual (Peru)**

in support of Calibration and Measurement
Capabilities for Force and Pressure Metrology

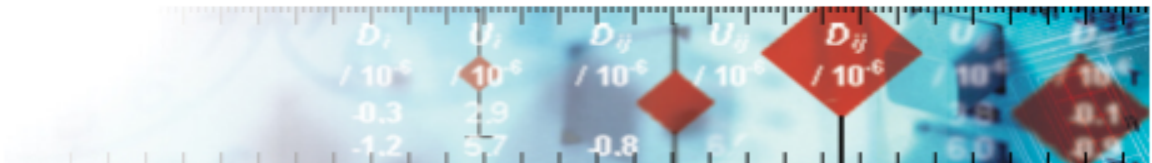
was approved within the framework of the
CIPM Mutual Recognition Arrangement by the
SIM Quality System Task Force as presented on
Tuesday, October 27, 2009

Humberto S. Brandi
President, SIM

William E. Anderson
Chair, SIM QSTF



Bureau International des Poids & Mesures



- Home
- Key and supplementary comparisons
- Calibration and Measurement Capabilities - CMCs

[KCDB home](#) > [Free search results](#)

The BIPM key comparison database



Refine your search

- CMC AREA
 - CMCs General Physics (110)

- PHYSICS
 - Temperature (43)
 - DC voltage, current, and resistance (38)
 - Mass, mass standards (19)
 - AC voltage, current, and power (8)
 - Dimensional metrology (1)
 - Density (1)

- GEOGRAPHIC LOCATION
 - SIM (110)
 - Peru (110)

Result of the search

Your query 'peru' produced 110 results [New search](#)

1 2 3 [Next >>]

Peru, INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual)

[Complete CMCs in Thermometry for Peru \(.PDF file\)](#)

Temperature. Resistance thermometer PRT, **-39 °C to 0 °C**
Absolute expanded uncertainty ($k = 2$, level of confidence 95%) in mK: **28**
Comparison
Comparison bath: ethanol with equalizer block
Hysteresis uncertainty for each PRT must be added to the combined uncertainty
Approved on 17 January 2013
Internal NMI service identifier: INDECOPI LT 035

Temperature. Resistance thermometer PRT, **0 °C to 80 °C**
Absolute expanded uncertainty ($k = 2$, level of confidence 95%) in mK: **33**
Comparison
Comparison bath: ethanol, water with equalizer block
Hysteresis uncertainty for each PRT must be added to the combined uncertainty
Approved on 17 January 2013
Internal NMI service identifier: INDECOPI LT 035

Temperature. Resistance thermometer PRT, **80 °C to 250 °C**
Absolute expanded uncertainty ($k = 2$, level of confidence 95%) in mK: **35**
Comparison
Comparison bath: oil with equalizer block
Hysteresis uncertainty for each PRT must be added to the combined uncertainty
Approved on 17 January 2013

Servicio Nacional de Metrología

- **Cursos de Capacitación y Publicaciones**



- **Cooperación Técnica**



	Descripción
Cursos Base	Curso Base - Aseguramiento Metrológico-Trazabilidad-Vocabulario
	Curso Base- Estadística Básica e Incertidumbre en las mediciones
	Curso Base-ISO 17025 en Laboratorios de Calibración
Con Especialización en Masa	Masa - Curso de calibración de Balanzas CLASE III Y IIII
	Masa - Curso Calibración de Balanzas CLASE I Y II
	Masa - Calibración gravimétrica de De Material de Vidrio
Con Especialización en Presión	Presión-Conceptos básicos, tipos de manómetros
	Presión -Manómetros de uso Industrial
	Presión-Balanzas de peso muerto
Con Especialización en Temperatura	Temperatura- Conceptos básicos- Escala Internacional de Temperatura-TLV
	Temperatura –Calibración de Termómetros analógicos/digitales
	Temperatura- Medios Isotermos

Sistema Metrológico Peruano



Infraestructura de la CALIDAD



Soportes de la calidad

Indecopi



SNM = Servicio Nacional de Metrología

Infraestructura Nacional de la Calidad en el Perú



Servicio Nacional de Metrología SNM

Servicio Nacional de Acreditación SNA

Comisión de Normalización CNB

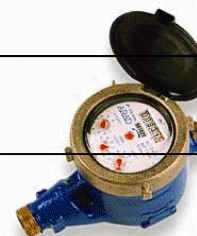
Laboratorios de Calibración Acreditados

Laboratorios de Ensayos Acreditados

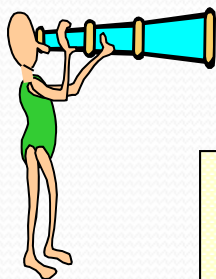
Empresas Contrastadoras Autorizadas

Organismos de Certificación

USUARIOS



Sistema Metrológico Peruano



**Servicio Nacional
de Metrología
SNM**

**Comisión de Protección
al Consumidor
CPC**

**Laboratorios de
Calibración
Acreditados**

**Empresas
Contrastadoras
Autorizadas**

**Servicio
Nacional de
Acreditación
SNA**

USUARIOS



“ SIN METROLOGÍA NO HAY CONFIANZA NI HAY CALIDAD ”

Los procesos industriales y tecnológicos se aseguran mediante verificaciones de que se cumplen los parámetros de diseño o especificaciones de las normas técnicas.

En este proceso de verificaciones es necesario **realizar mediciones confiables**.

La confianza de estas mediciones se produce cuando la incertidumbre **U** asociada al resultado de la medición es compatible con la desviación máxima permisible **DMP** exigida al proceso. En general debe cumplirse la condición **$U \leq 1/3 DMP$** . Pueden haber condiciones más o menos estrictas para **U** en casos especiales debidamente justificados.

“ SIN METROLOGÍA NO HAY CONFIANZA NI HAY CALIDAD ”

Para esto **es también necesario la adecuada calibración periódica de los instrumentos de medición usados.**

Estas calibraciones se realizan básicamente con otros instrumentos utilizados como patrones.

Así mismo es necesario que la persona que use un instrumento de medición **conozca como utilizarlo correctamente.** Debe conocer las especificaciones técnicas y de funcionamiento del instrumento (manual del instrumento hecho por el fabricante)

METROLOGIA



"METRON": MEDICION

"LOGOS": CIENCIA

**Es la Ciencia de las Mediciones y
de sus aplicaciones (VIM 2012 - 2.2)**

La Metrología :

- Es la ciencia que trata de todos los aspectos teóricos y prácticos sobre las mediciones cualquiera que sea su **incertidumbre** y cualquiera sea su campo de aplicación.
- Al indicar que “*cualquiera sea su incertidumbre*” se refiere a que pueden ser mediciones con incertidumbres muy pequeñas (es decir altos niveles de exactitud) hasta mediciones con incertidumbres muy grandes (es decir bajos niveles de exactitud).



“When you can measure what you are speaking about, and express it in numbers, you know something about it, but when you cannot express it in numbers, your knowledge is of the meager and unsatisfactory kind”

“Cuando usted puede medir aquello sobre lo que está hablando, y expresarlo en números, usted conoce algo de aquello, pero cuando usted no puede expresarlo en números, su conocimiento es pobre e insatisfactorio”

Lord Kelvin, siglo XIX

¿Qué es el VIM ?

Es el **V**ocabulario **I**nternacional de **M**etrología

Es el diccionario de la Metrología

(International Vocabulary of basic and general terms in metrology)

Guía JCGM 200:2012

(JCGM 200:2008 with minor corrections))

Puede descargarse en forma gratuita en el sitio de internet del BIPM (www.bipm.org) (en francés e inglés) en el siguiente link:

http://www.bipm.org/utils/common/documents/jcgm/JCGM_200_2012.pdf

El VIM ha sido preparado por las más grandes organizaciones internacionales de Metrología:

BIPM - IEC - IFC - IFCC - ISO - IUPAC - IUPAP - OIML

BIPM : Bureau International des Poids et mesures

IEC : International Electrotechnical Commission

IFCC : International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine

ISO : International Organization for Standardization

IUPAC : International Union of Pure and Applied Chemistry

IUPAP : International Union of Pure and Applied Physics

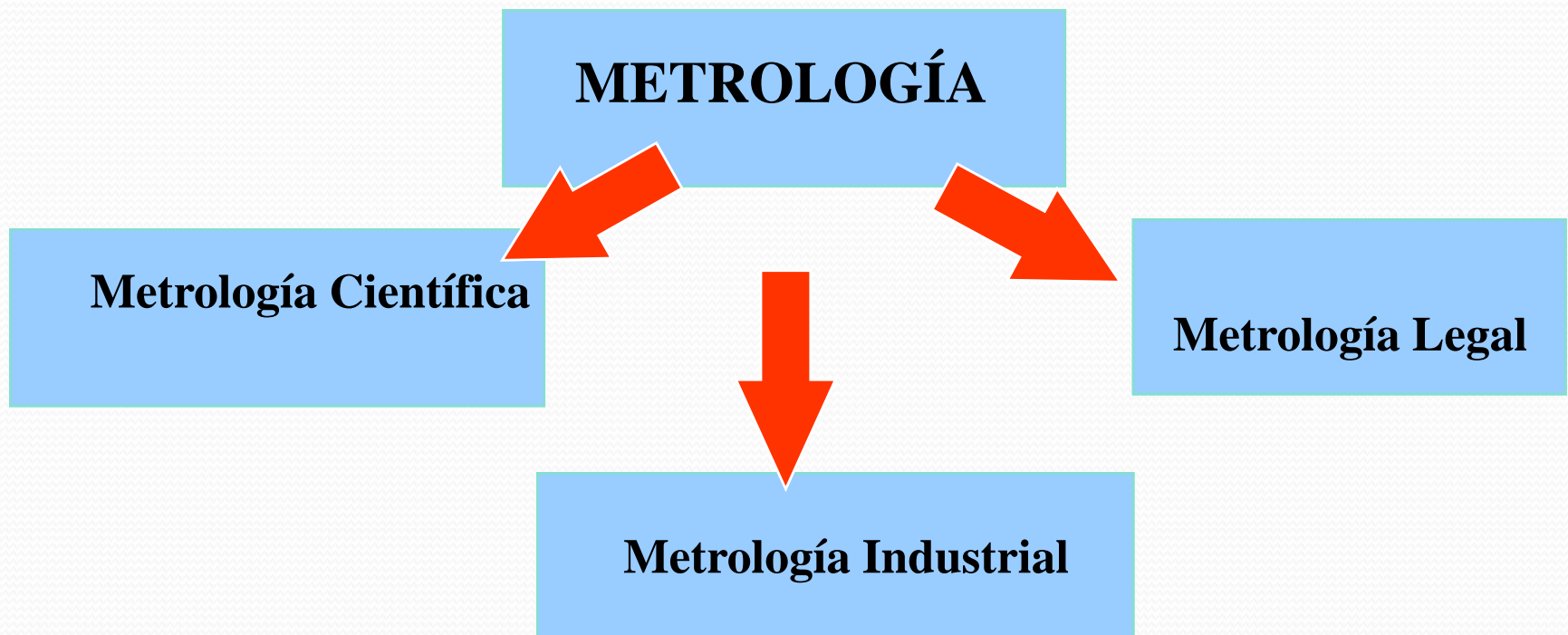
OIML : International Organization of Legal Metrology

**ILAC : International Laboratory Accreditation Cooperation
(se unió en 2005)**

Existe una versión en español elaborada por Indecopi de Perú y una versión del Centro Español de Metrología (CEM) que puede descargarse en

www.cem.es/cem/es_ES/documentacion/generales/VIM3edes.pdf

Areas de la Metrología

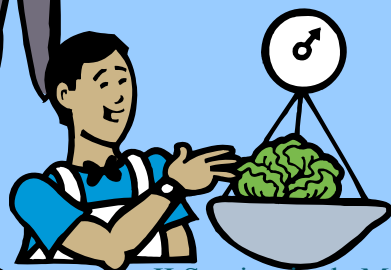
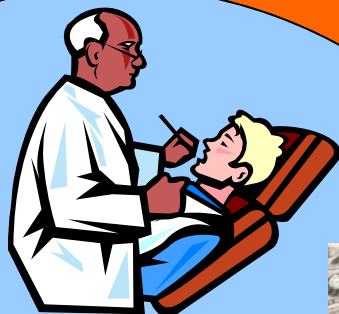


Áreas de la Metrología

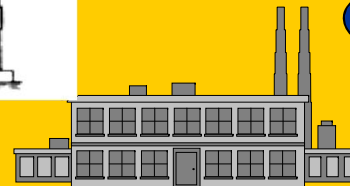
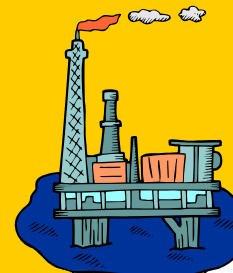
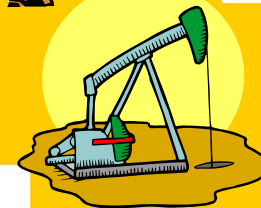
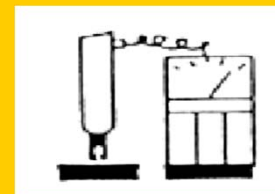
M. Científica



M. Legal



M. Industrial



Metrología científica

- Definición de las Unidades de Medida del SI
- Establecimiento de los patrones de medición.
- Nuevos métodos de medición
- Nuevos equipos
- Mantenimiento de patrones
- Da soporte a la metrología Legal e Industrial

Metrología industrial

Establece las disposiciones para lograr el aseguramiento de la uniformidad de las mediciones y de los instrumentos de medición aplicados a procesos industriales.

Metrología legal

Establece las disposiciones para lograr el adecuado control metrológico de los instrumentos de medición aplicados en:

- Transacciones comerciales
- Salud
- Seguridad: prevención de accidentes
- Cuidado del medio ambiente .

magnitud (VIM 1.1)

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

Ejemplos de magnitudes: masa, longitud, temperatura, tiempo

La **referencia** puede ser una **unidad de medida**, un **procedimiento de medición**, un **material de referencia** o una combinación de ellos.

Ejemplo:

Longitud de un puente dado = 56 metros

Número : 56

Referencia : metro

(*) *Fenómeno* : *Es toda manifestación que se hace presente a la consciencia de un sujeto y aparece como objeto de su percepción*

(REAL ACADEMIA ESPAÑOLA - DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA - Vigésima segunda edición) II Seminario de Metrología -2013

unidad de medida (VIM 1.9)

magnitud escalar real, definida y adoptada por convención, con la que se puede comparar cualquier otra magnitud de la misma naturaleza para expresar la razón entre ambas mediante un número

NOTA 1 Las unidades se expresan mediante nombres y símbolos, asignados por convención.

Ejemplos de unidades: kilogramo , metro , grado Celsius, segundo

Símbolos: kg , m , °C , s



medición

“**Proceso** que consiste en obtener experimentalmente uno o varios **valores** que pueden atribuirse **razonablemente** a una **magnitud**” (VIM 2.1)

incertidumbre de medición

No existen mediciones perfectas. Toda medición está afectada de un margen de duda.

El parámetro (no negativo) que cuantifica dicho margen de duda es la incertidumbre de la medición y se representa por el símbolo U

Ejemplo:

Longitud de la pizarra = 230,1 centímetros \pm 0,5 centímetros

$$U = 0,5 \text{ centímetros}$$

El Sistema Internacional de Unidades SI


Es el **Sistema coherente** de unidades, basado en el **Sistema Internacional de Magnitudes ISQ (según la Norma ISO/IEC 80000)**, con nombres y símbolos de las unidades, y con una serie de **prefijos** con sus nombres y símbolos, así como **reglas** para su utilización adoptado por la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM). (VIM 1.16)

NOTAS

1- El SI está basado en las **siete magnitudes de base** del ISQ y las unidades de base de la tabla siguiente:

Unidades de base del SI

<i>Magnitud</i>	<i>Unidad</i>	<i>Símbolo</i>
longitud	metro	m
masa	kilogramo	kg
tiempo	segundo	s
intensidad de corriente eléctrica	ampere	A
temperatura termodinámica	kelvin	K
intensidad luminosa	candela	cd
cantidad de sustancia	mol	mol



NOTA 3 Una descripción y explicación completas del Sistema Internacional de Unidades puede encontrarse en la última edición de la publicación (brochure) sobre el SI, preparado por la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM) y disponible en la página de internet del BIPM www.bipm.org en el sgte. link:

http://www.bipm.org/utils/common/pdf/si_brochure_8_en.pdf

En Perú se recomienda el libro "Sistema Internacional de Unidades de Medida" (1999) del Ing. José Dajes.

Estructura del Sistema Internacional

Las unidades del SI se clasifican en :

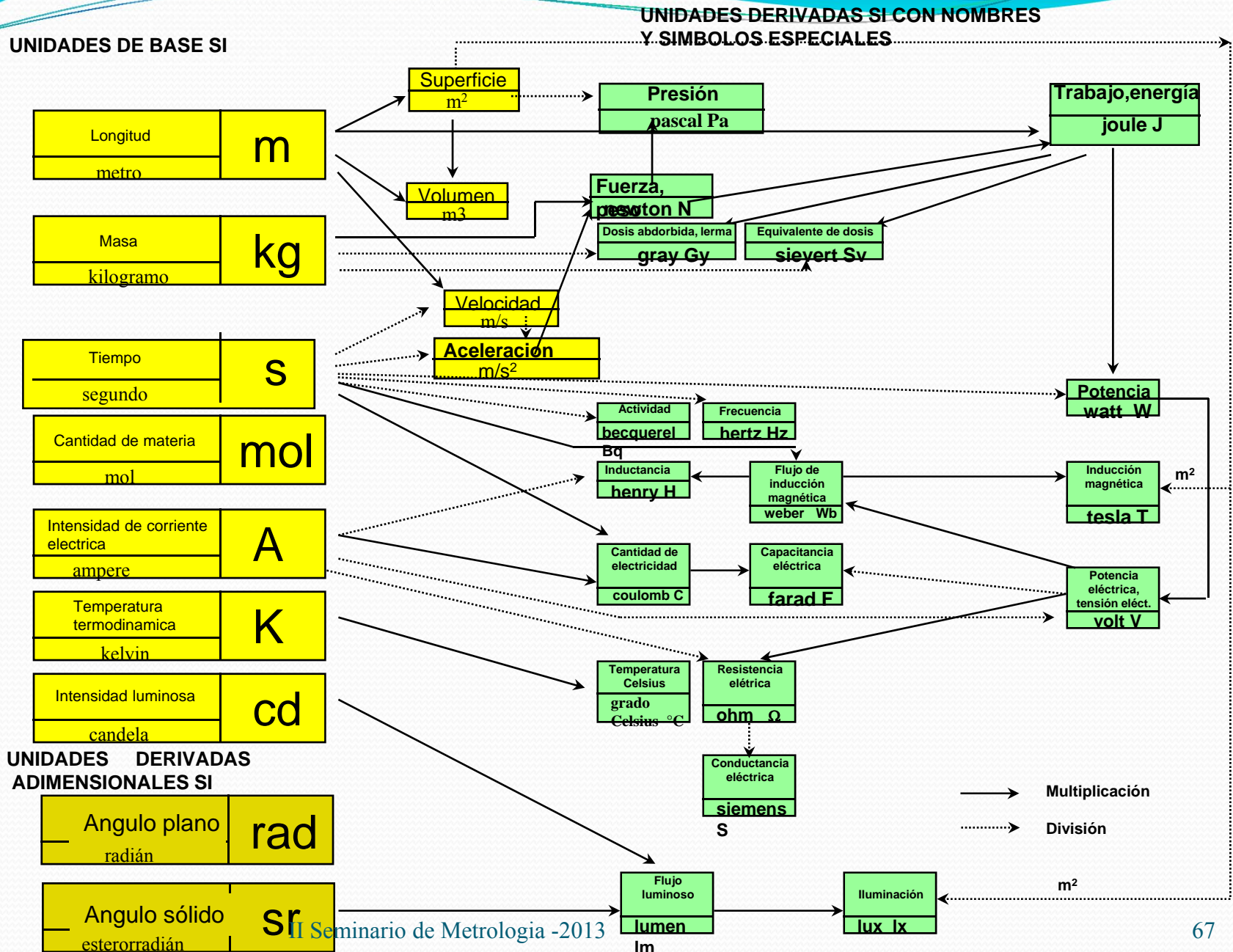
- Unidades de **base**
- Unidades **derivadas**
- Unidades **suplementarias (*)**

()Las suplementarias se interpretan actualmente como “unidades derivadas adimensionales”*

Unidades derivadas adimensionales (suplementarias) SI

<i>Magnitud</i>	<i>Unidad</i>	<i>Símbolo</i>
<u>ángulo plano</u>	radián	rad
<u>ángulo sólido</u>	estereorradián	sr

CUADRO EXPLICATIVO DE FORMACION DE UNIDADES DERIVADAS SI CON NOMBRES Y SIMBOLOS ESPECIALES



EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES DEL PERU SLUMP

1982 Mediante la ley 23560 promulgada el 31 de diciembre de 1982, se estableció el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

El SLUMP está constituido por

- 1) Las **unidades del SI**, compuesto por **unidades de base, derivadas y derivadas adimensionales**
- 2) **Múltiplos y submúltiplos decimales** de las unidades SI.
- 3) **Unidades de medida que no pertenecen al SI**, pero que pueden utilizarse conjuntamente con dicho sistema Ej: **minuto, hora, tonelada**



MASA



**El kilogramo es la unidad de masa;
igual a la masa del prototipo internacional del
kilogramo**





LONGITUD



El metro es la longitud recorrida por la luz en el vacío en un tiempo de $1/299\,792\,458$ segundos.

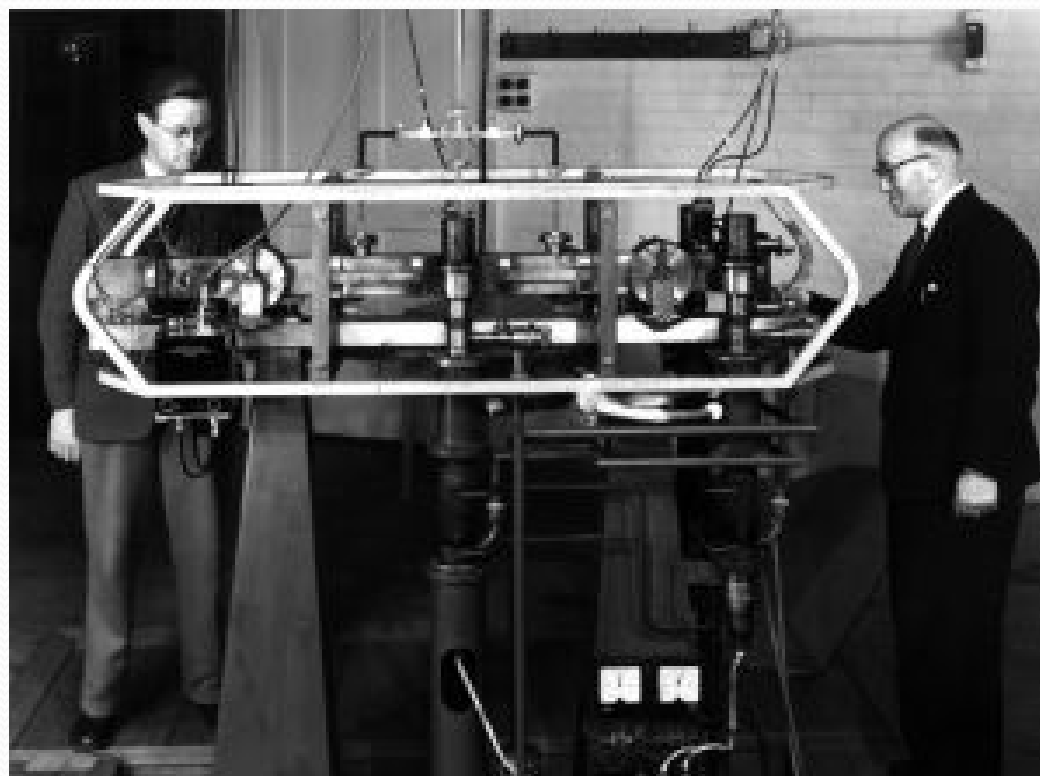




TIEMPO



El segundo es la duración de 9 192 631 770 períodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de Cesio-133



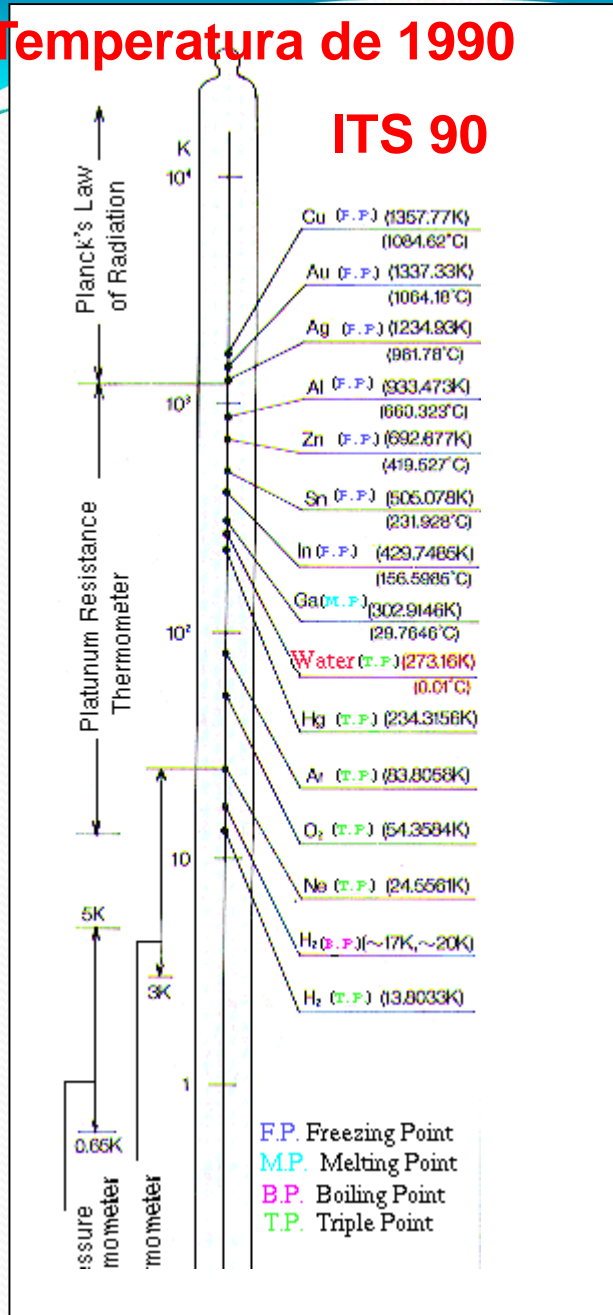
Essen y Perry en el **NPL** de Inglaterra en los
inicios del mantenimiento del **tiempo atómico**
(1955). Lograron desarrollar un **patrón de Cesio**
con una exactitud de 1 segundo en 300 años.



Temperatura

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

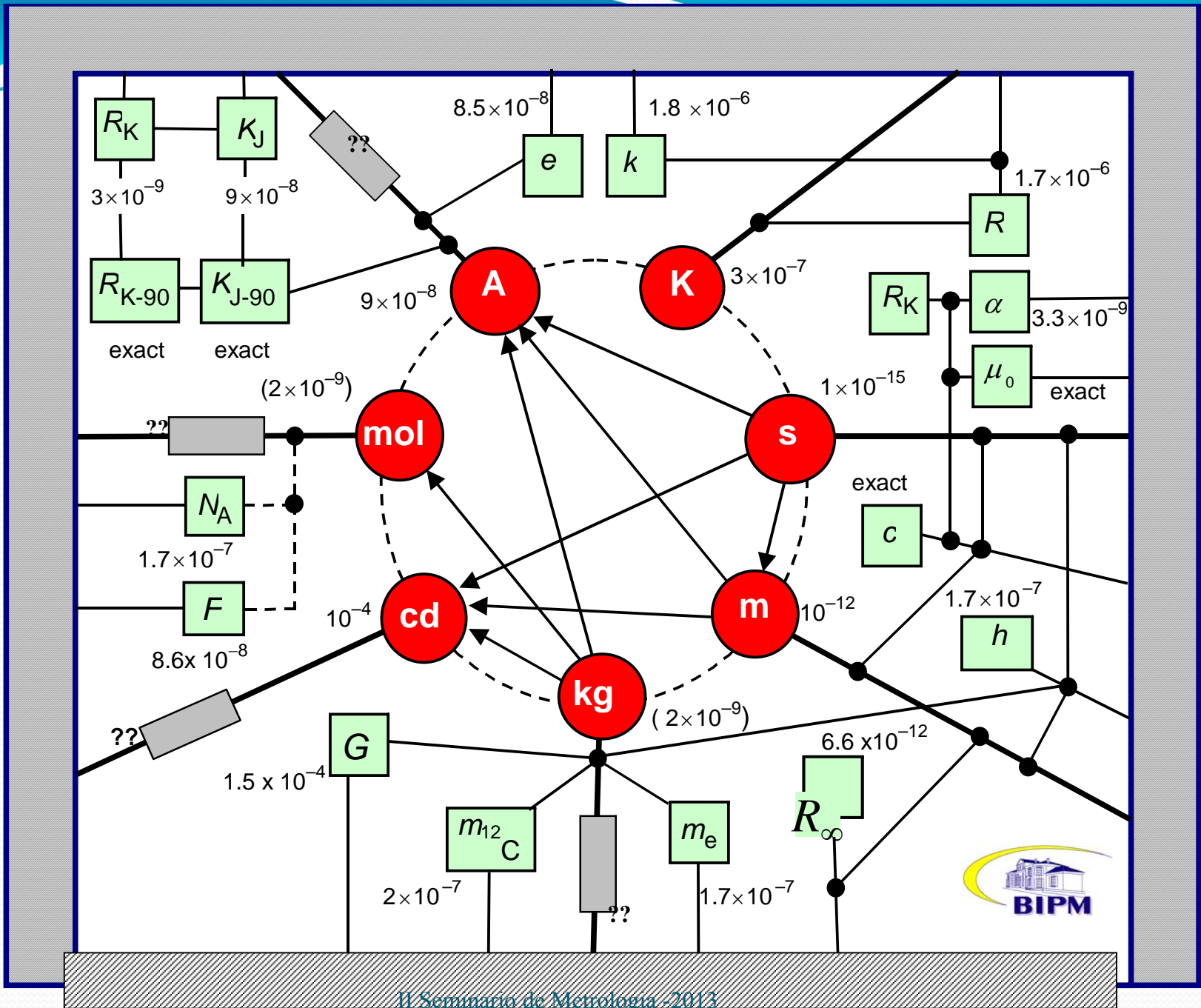
Escala Internacional de Temperatura de 1990



$t_{90}/^{\circ}\text{C}$	Sustancia
-270,15 a -268,15	He
-259,3467	e-H ₂
~-256,15	e-H ₂ (o He)
-252,85	e-H ₂ (o He)
-248,5939	Ne
-218,7916	O ₂
-189,3442	Ar
-38,8344	Hg
0,01	H₂O
29,7646	Ga
156,5985	In
231,928	Sn
419,527	Zn
660,323	Al
961,78	Ag
1064,18	Au
1084,62	Cu

Estado actual de realización de las unidades de base (mejor incertidumbre relativa alcanzada)

s	m	kg	A	K	mol	cd
10⁻¹⁵	10 ⁻¹²	10 ⁻⁸	10 ⁻⁷	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10⁻⁴





FUTURA REVISION DEL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES SI

La Resolución 1 adoptada por la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM) en el año 2011 toma nota de las intenciones del Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) de proponer una futura revisión del Sistema Internacional de Unidades SI.

Esta resolución explica que la futura revisión tiene la intención de que las definiciones sean tales que :

- * La frecuencia splitting hiperfina del estado fundamental del átomo de Cesio 133 (^{133}Cs)hfs sea **exactamente 9 192 631 770 hertz,**
- * La velocidad de la luz en el vacío **c sea exactamente 299 792 458 metros por segundo,**
- * La constante de Planck **h sea exactamente $6,626\ 06X \times 10^{-34}$ joules por segundo,**
- * La carga elemental **e sea exactamente $1,602\ 17X \times 10^{-19}$ coulomb,**
- * La constante de Boltzmann **k sea exactamente $1,380\ 6X \times 10^{-23}$ joules por kelvin,**
- * La constante de Avogadro **N_A sea exactamente $6,022\ 14X \times 10^{23}$ mol a la potencia -1 ,**
- * La eficacia luminosa **K_{cd} de la radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz sea exactamente 683 lumen por watt,**



donde:

(i) El hertz, joule, coulomb, lumen y watt, cuyos símbolos son: Hz ; J ; C ; lm y W , respectivamente, están relacionados a las unidades segundo , metro , kilogramo , ampere , kelvin , mol y candela , cuyos símbolos son: s ; m ; kg ; A ; K ; mol y cd respectivamente, según lo siguiente:

$$\text{Hz} = \text{s}^{-1} ; \text{J} = \text{m}^2 \text{kg s}^{-2} ; \text{C} = \text{s A} ; \text{lm} = \text{cd m}^2 \text{m}^{-2} = \text{cd sr} \text{ y} \\ \text{W} = \text{m}^2 \text{kg s}^{-3},$$

(ii) El símbolo **X** representa uno o más dígitos adicionales a ser añadidos a los valores numéricos de ***h*** ; ***e*** ; ***k*** ; y ***N_A*** ; ***usando los valores basados en los datos más recientes de CODATA .***

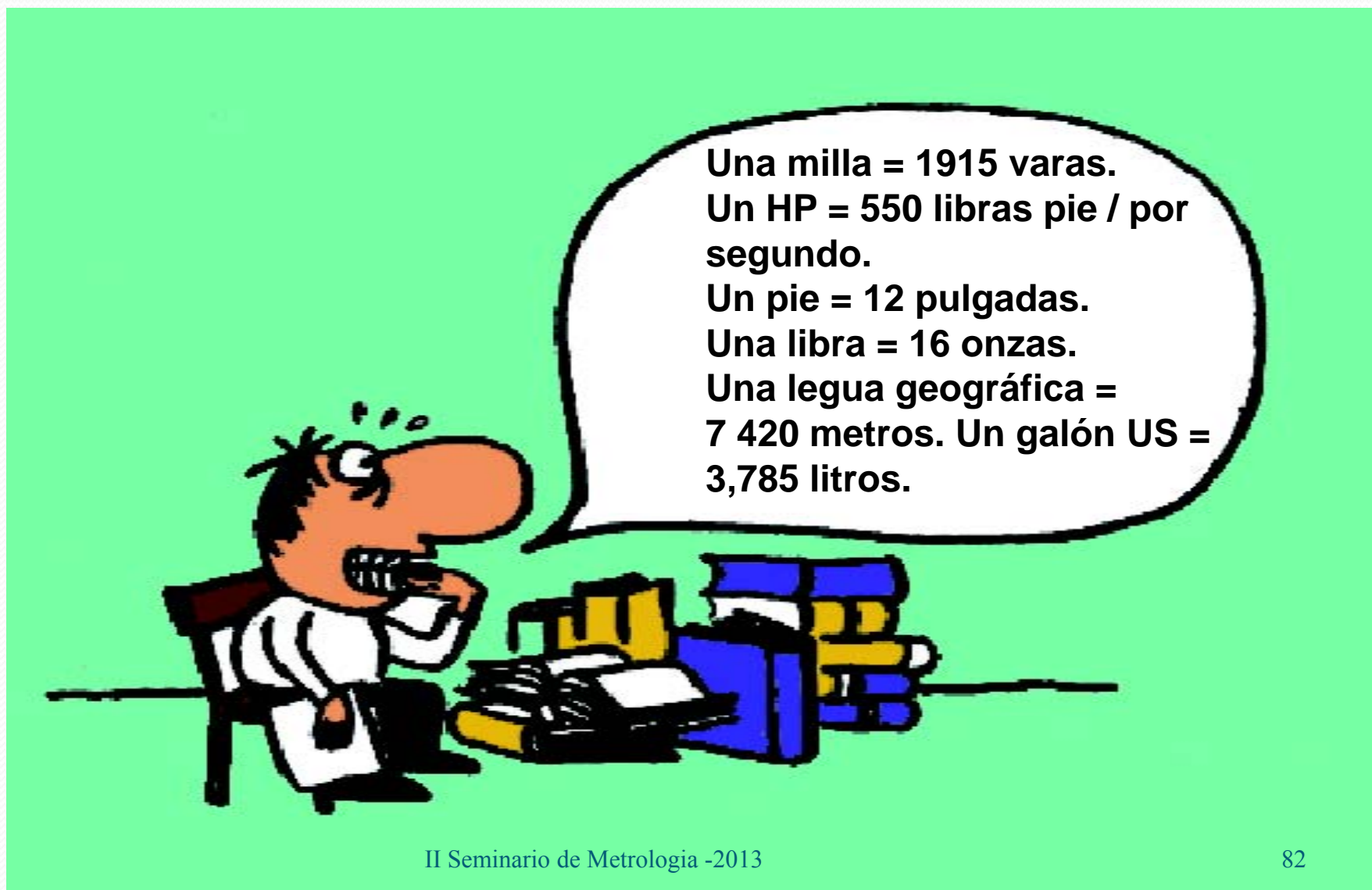
VENTAJAS DEL SI

***Sólo hay una unidad de medida
por cada magnitud***



metro

No hay que memorizar una infinidad de factores de conversión



Ahora sólo hay que memorizar una cifra: 10 (y sus prefijos)

1 kg = 10^3 gramos

1 Mm = 10^6 metros

1 cm = 10^{-2} metros

1 mm = 10^{-3} metros



SISTEMA ANTIGUO

Reducir: 256 millas a pulgadas

$$\begin{array}{r} 256 \text{ millas} \\ \times 1915 \text{ varas por milla} \\ \hline 1280 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 256 \\ 2304 \\ \hline 256 \\ 490240 \text{ varas} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,92 \text{ yardas por vara} \\ \hline 980480 \\ 4412160 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 451020,80 \text{ yardas} \\ \times 3 \text{ pies por yardas} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1353062,40 \text{ pies} \\ \times 12 \text{ pulgadas por pie} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 270 \ 612 \ 480 \\ 1353 \ 062 \ 40 \end{array}$$

16 236 748, 80 pulgadas



SISTEMA METRICO

Reducir: 256 kilómetros a centímetros

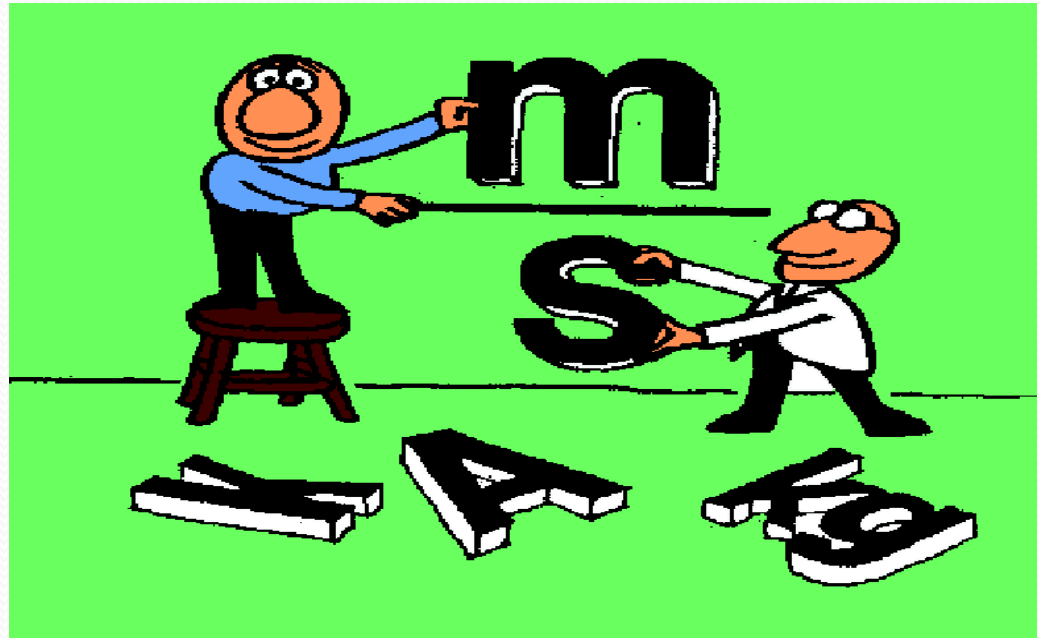
$$\begin{aligned} &256 \text{ km} \\ &= 256 \ 000 \text{ m} \\ &= 25 \ 600 \ 000 \text{ cm} \end{aligned}$$



Es un Sistema Coherente

- Es decir que sus unidades derivadas resultan de la combinación algebraica de las unidades de base y las suplementarias, m/s.

Por ejemplo: velocidad = longitud entre tiempo:
Todos los coeficientes son **1** lo que facilita grandemente los cálculos.



Facilita la investigación

Facilita la investigación y el desarrollo armónico de la ciencia y la técnica.





Reglas de escritura del SI

REGLAS

- *Según la 22 CGPM (2003, Resolution 10), el marcador decimal "será el punto sobre la línea o la coma sobre la línea" (the decimal marker "shall be either the point on the line or the comma on the line.")*
- Sin embargo en Perú es obligatorio el uso de la coma según la Ley 23560 : 23,45 °C
- Uso de los símbolos de las unidades: °C ; K
- (Mayúsculas ; minúsculas; no plural)
- Uso de los prefijos: mili **m** : 5 **m**K (cinco milikelvins)
- mega **M** : 10 **M**Ω (diez megaoohms)

Reglas

CORRECTO

m metro

kg kilogramo

s segundo

metro

150 metros 150 m

5 kilogramos 5 kg

25 segundos 25 s

10 A

20,5 °C

INCORRECTO

M ; mt ; mtr; Metro

KG ; Kg KILOGRAMO

S ; seg Segundo

metro lineal

150 ms ; 150 mts

5 kgs

25 segs ; 25 sgs

10A (**)

20,5°C (**)

() Es posible escribirlo así si hay riesgo de fraude**

Nombres y Símbolos de las Unidades

- * Van a la derecha de los valores numéricos
- * Separados por un espacio.

Excepción gon (...^g) y (...[°], ...['], ...["]), y cuando pueda dar lugar a fraude o estafa. Ejemplo :

CORRECTO

10 A

18,1[°]

7,3^g

20,5 °C

INCORRECTO

10A

18[°],1 ó 18,1[°]

7^g,3 ó 7,3 g

20[°],5 C

Nombres de las Unidades

No usar calificativos arbitrarios e incorrectos

CORRECTO

metro cuadrado

metro cúbico

presión absoluta en
kilopascales

INCORRECTO

metro superficial

metro volumétrico

kilopascales
absolutos

Prefijos SI

<i>Prefijo</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Factor</i>	<i>Equivalente</i>
yotta	Y	10^{24}	1000 000 000 000 000 000 000 000
zetta	Z	10^{21}	1000 000 000 000 000 000 000
exa	E	10^{18}	1000 000 000 000 000 000
peta	P	10^{15}	1000 000 000 000 000
tera	T	10^{12}	1000 000 000 000
giga	G	10^9	1000 000 000
mega	M	10^6	1000 000
kilo	k	10^3	1000
hecto	h	10^2	100
deca	da	10^1	10
deci	d	10^{-1}	0,1
centi	c	10^{-2}	0,01
mili	m	10^{-3}	0,001
micro	μ	10^{-6}	0,000 001
nano	n	10^{-9}	0,000 000 001
pico	p	10^{-12}	0,000 000 000 001
femto	f	10^{-15}	0,000 000 000 000 001
atto	a	10^{-18}	0,000 000 000 000 000 001
zepto	z	10^{-21}	0,000 000 000 000 000 000 001
yocto	y	10^{-24}	0,000 000 000 000 000 000 000 001

Prefijos : múltiplos y submúltiplos

nombres de los prefijos en minúsculas

Símbolos de los prefijos para múltiplos en mayúsculas (excepto para kilo , hecto y deca) y para sub múltiplos en minúsculas

<u>NOMBRE</u>	<u>SIMBOLO</u>	<u>CANTIDAD</u>
tera	T	10^{12}
giga	G	10^9
mega	M	10^6
kilo	k	10^3
hecto	h	100
deca	da	10
deci	d	0,1
centi	c	0,01
mili	m	0,001
micro	μ	0,000 001
pico	p	0,000 000 001

Símbolos de las unidades y prefijos

Los símbolos de los prefijos se forman **anteponiendo**, **sin dejar espacio**, a los símbolos de las unidades

Ejemplos :

km:kilómetro
MWmegawatt
pHpicohenry
μ Jmicrojoule
mAmiliampere

Símbolos de las unidades y prefijos

múltiplos y submúltiplos : **es recomendable que los valores numéricos estén entre 0,1 y 1000 .**

Ejemplo :

12 000 N puede escribirse como 12 kN

0,003 94 m puede escribirse como 3,94 mm

0,000 000 031 s puede escribirse como 31 ns

Presentación de Valores Numéricos

- Usar la coma como separador decimal (,)
- Usar siempre el cero antes de la coma (cuando no hay enteros)
- Escribir en grupos de tres cifras separados por un espacio

Excepción : números de cuatro cifras (los años por ejemplo), en acotaciones de dibujos técnicos, en códigos de identificación, números telefónicos, numeración de elementos en serie , en computación. En caso de fraude o estafa.

Presentación de Valores Numéricos

CORRECTO

1846,32

0,250

0,63

123 456

3743 ó 3 743

INCORRECTO

1,846.32

.250

,63

123,456

3,743

Representación numérica de fechas

	<u>CORRECTO</u>	<u>INCORRECTO</u>
1 de octubre de 1986	1986-10-01	1-10-1986
25 de diciembre de 1986	1986-12-25	25/12/86
28 de julio de 1821	1821-07-28	28/VII/1821
26 de marzo de 1981	1981-03-26	1,981-03-26 ó 1 981 -03-26
15 de febrero del 2000	2000-02-15	00-02-15 ó 15/2/2000
16 de junio del 2008	2008-06-16	2008-6-16

Expresión del tiempo en forma numérica

El día se divide en 24 horas desde 00:00 h hasta 24:00 h

Se emplean los siguientes símbolos:

hora = h minuto = min segundo = s

Se expresa en el siguiente orden:

horas minutos segundos

Se emplean dos cifras para cada uno de ellos (horas, minutos y segundos)

Expresión del tiempo en forma numérica

Cuando el tiempo se exprese en horas, minutos y segundos, o en horas y minutos, puede omitirse el último símbolo. Si el tiempo se expresa solo en horas no puede omitirse el símbolo respectivo. Ejemplos:

Sin omitir :

06 h 15 min 20 s

00 h 30 min 05 s

18 h 00 min 05 s

13 h 30 min

21 h

Omitiendo :

06 h 15 min 20

00 h 30 min 05

18 h 00 min 05

13 h 30

21 h (en este caso NO debe omitirse el símbolo h)

Expresión del tiempo en forma numérica

Se debe dejar un espacio entre las cifras y los símbolos , pero si el espacio es reducido pueden suprimirse los espacios

Ejemplo : 18 h 15 ó 18h15

Cuando se exprese el tiempo en horas y minutos se puede usar como **separador decimal los dos puntos (:)** y el símbolo h al final. Ejemplos:

13 h 30 ó 13:30 h

08 h 00 ó 08:00 h

00 h 15 ó 00:15 h

Expresión del tiempo en forma numérica

Las 24 h 00 puede escribirse como las 00 h 00 en caso de referirse al día siguiente. Ejemplo:

Las 24 h 00 del viernes corresponde a las 00 h 00 del sábado.

Comparación de la denominación anterior con la actual

Denominación Anterior

6 a.m.

10:30 a.m.

12 m.

1:30 p.m.

7:30 p.m.

12 p.m.

Denominación Actual

06 h 00

10 h 30 ó 10:30 h

12 h 00

13 h 30 ó 13:30 h

19 h 30 ó 19:30 h

24 h 00 ó 00 h 00

CARACTERISTICAS DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICION





instrumento de medición (VIM 3.1)

dispositivo utilizado para realizar **mediciones**, solo o asociado a uno o varios dispositivos suplementarios

NOTA 1 Un instrumento de medición que puede utilizarse individualmente es un **sistema de medición**.

NOTA 2 Un instrumento de medición puede ser un **instrumento indicador** o una **medida materializada** .



sistema de medición (VIM 3.2)

conjunto de uno o más **instrumentos de medición** y, frecuentemente, otros dispositivos, incluyendo reactivos y suministros, ensamblados y adaptados para proporcionar **valores medidos** dentro de intervalos especificados, para **magnitudes de naturalezas** dadas

NOTA .- Un sistema de medición puede estar formado por un único instrumento de medición



medida materializada (VIM 3.6)

instrumento de medición que reproduce o proporciona de manera permanente durante su uso, **magnitudes** de una o varias **naturalezas**, cada una de ellas con un valor asignado

EJEMPLOS Pesa patrón, medida de volumen (proporcionando uno o más valores, con o sin **escala de valores**), resistencia eléctrica patrón, regla graduada, bloque patrón, generador de señales patrón, **material de referencia certificado**.



valor nominal (VIM 4.6)

valor redondeado o aproximado de una **magnitud** característica de un **instrumento** o **sistema de medición**, que sirve de guía para su utilización apropiada

EJEMPLO 1 El valor 100Ω marcado como el valor nominal sobre una resistencia patrón

EJEMPLO 2 El valor 1000 ml marcado como el valor nominal con un trazo sobre un recipiente graduado



intervalo de medición (VIM 4.7)

conjunto de los **valores de magnitudes** de la misma **naturaleza** que un **instrumento o sistema de medición** dado puede medir con una **incertidumbre instrumental** especificada, en unas condiciones determinadas

NOTA 1 - En ciertas magnitudes, se utilizan los términos "rango de medición" o "alcance de medición".

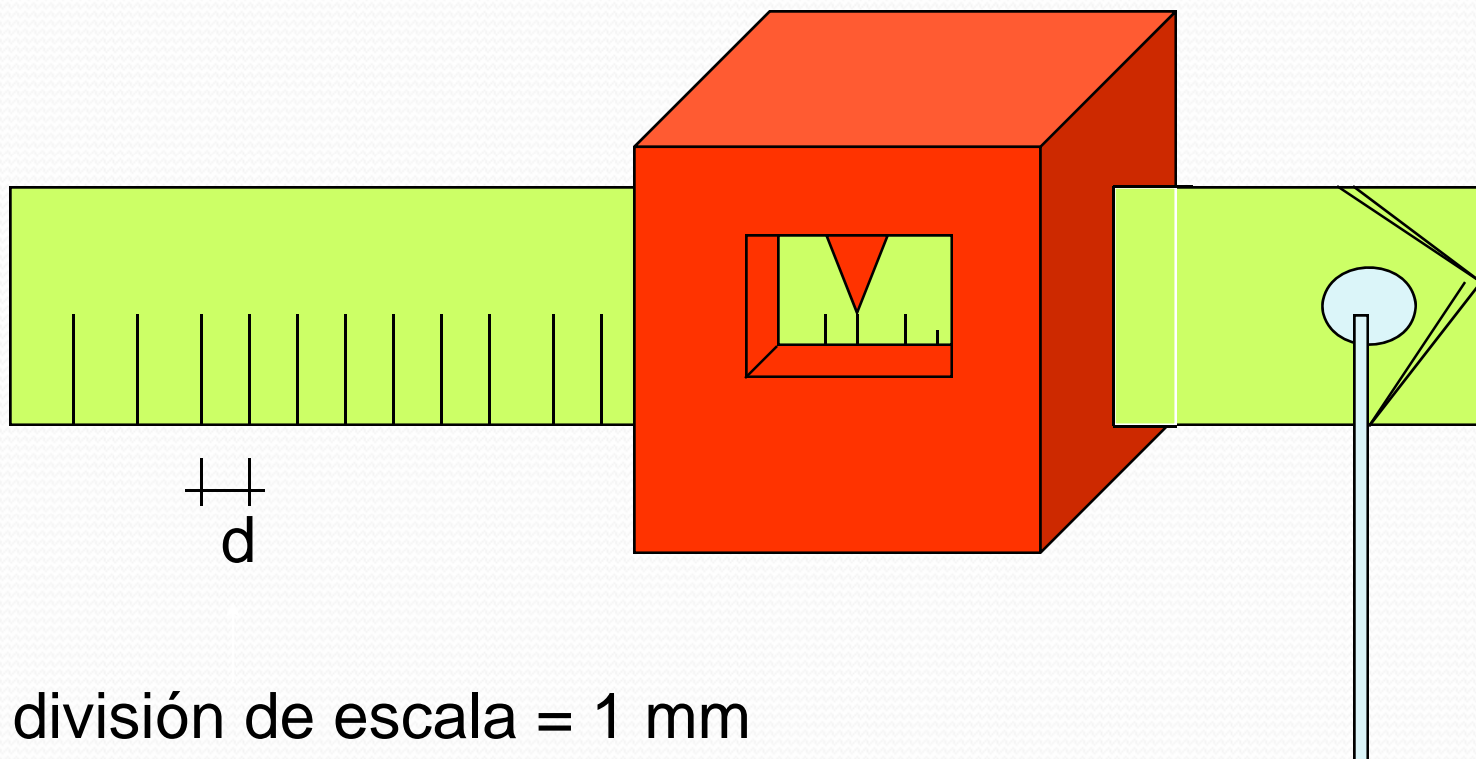
NOTA 2 - No debe confundirse el límite inferior de un intervalo de medición con el **límite de detección** de dicho instrumento.



Resolución (VIM 4.14)

mínima variación de la **magnitud** medida que da lugar a una variación perceptible de la **indicación** correspondiente

- **valor de división de escala (resolución) :**





estabilidad de un instrumento de medición (VIM 4.19)

Aptitud de un **instrumento de medición** para conservar constantes sus características metrológicas a lo largo del tiempo.

NOTA La estabilidad puede expresarse cuantitativamente de varias formas.

- 1) Mediante el tiempo en el curso del cual una característica metrológica varía una cantidad determinada.
- 2) Por la variación de una propiedad en un intervalo de tiempo determinado.



deriva instrumental (VIM 4.21)

variación continua o incremental de una **indicación** a lo largo del tiempo, debida a variaciones de las características metrológicas de un **instrumento de medición**

NOTA La deriva instrumental no se debe a una variación de la **magnitud** medida, ni a una variación de una **magnitud de influencia** identificada.



clase de exactitud

clase de **instrumentos** o **sistemas de medición** que satisfacen requisitos metrológicos determinados destinados a mantener los **errores de medición** o las **incertidumbres instrumentales** dentro de límites especificados, bajo condiciones de funcionamiento dadas

NOTA 1 Una clase de exactitud habitualmente se indica mediante un número o un símbolo adoptado por convención.

Ejemplos: Pesa F1

PRT clase A

manómetro clase 1,6

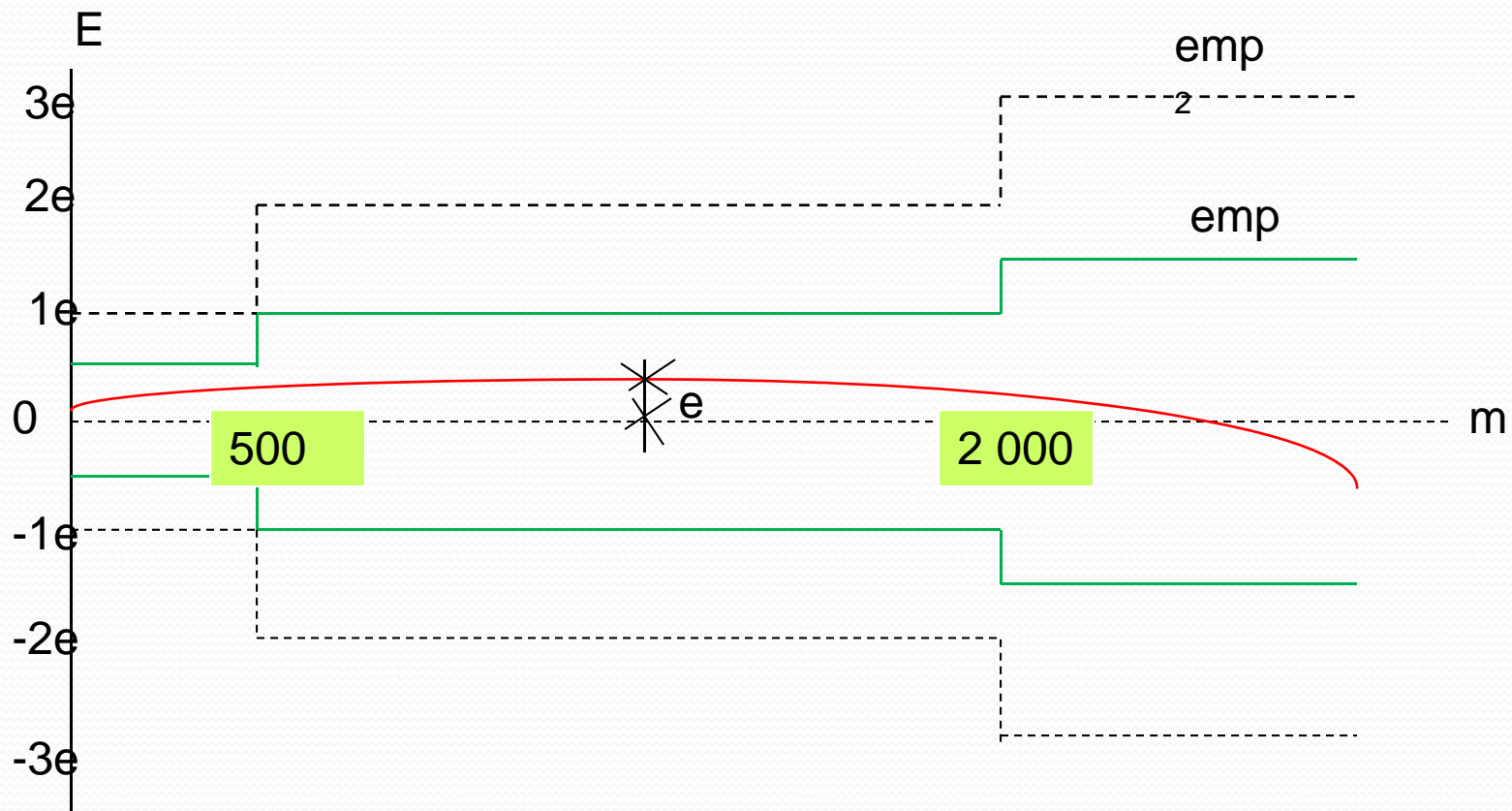



error máximo permitido EMP

valor extremo del **error de medición**, con respecto a un **valor de referencia** conocido, permitido por especificaciones o reglamentaciones, para una **medición, instrumento o sistema de medición** dado

NOTA - En general, los términos “errores máximos permitidos” o “límites de error” se utilizan cuando existen dos valores extremos.

- **Ejemplo: Error Máximo Permitido (EMP)** para una balanza. Algunos fabricantes le llaman incorrectamente exactitud (= **accuracy**) o precisión (=precision) o aún linealidad (=linearity)





*Calibración,
Trazabilidad,
Jerarquía de
patrones*



Calibración (VIM 2.39)

Operación que bajo condiciones especificadas establecen:

En una primera etapa: una relación entre los valores y sus incertidumbres de medición asociadas obtenidas a partir de los patrones de medición y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas (del instrumento que se calibra)

En una segunda etapa: usa esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medición a partir de una indicación (del mismo instrumento que se calibra).



Cuatro principales razones para calibrar 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 confiabilidad del instrumento, es decir que se puede confiar en sus indicaciones (si es correctamente usado).**



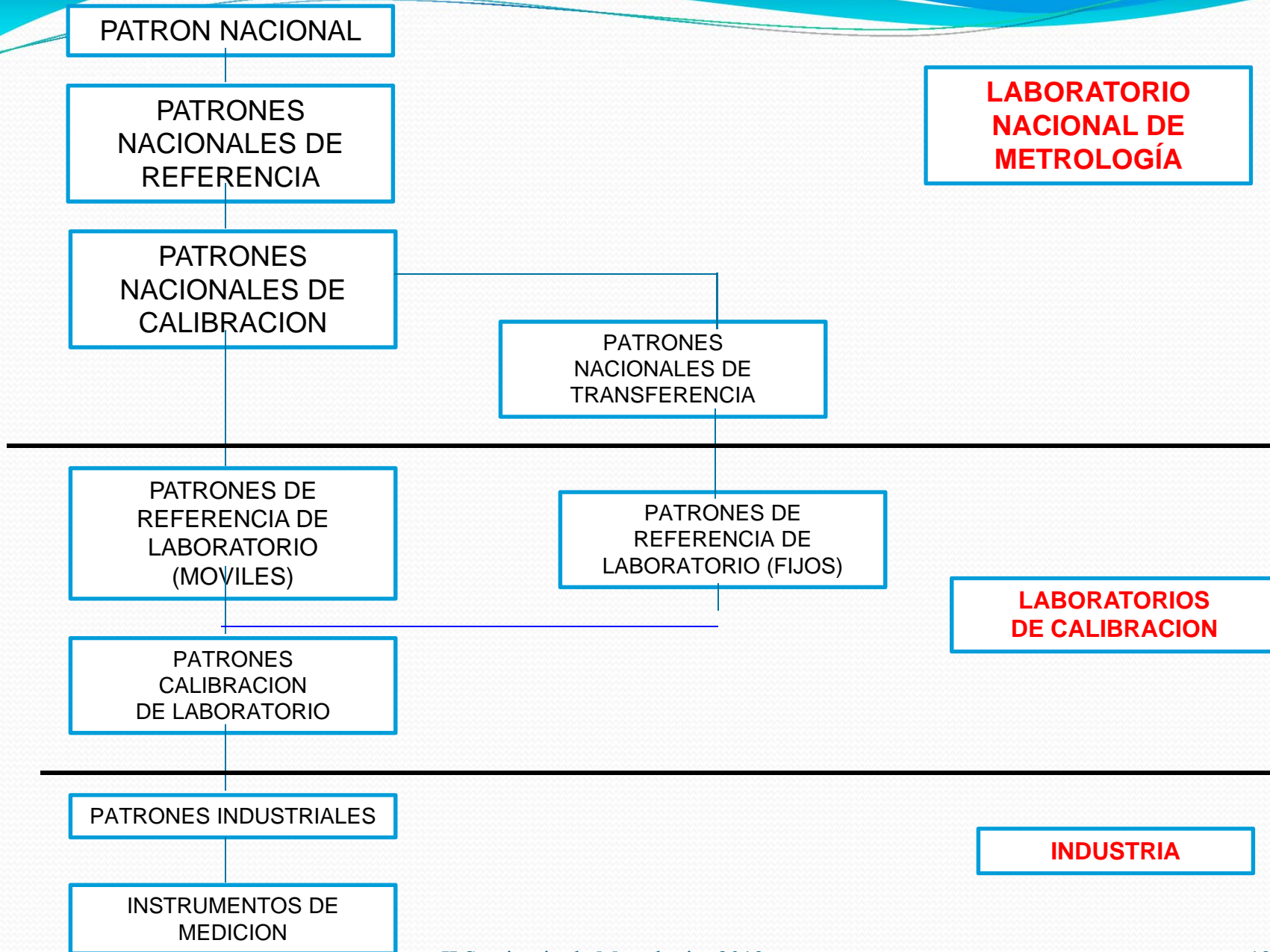
TRAZABILIDAD



TRAZABILIDAD (VIM 2.41)

Es la propiedad del resultado de una medición por la cual dicho **resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones** cada una de las cuales contribuye a las incertidumbres de medición.

TRAZABILIDAD NACIONAL



NOTA 7 La International Laboratory Accreditation Cooperation ILAC considera que 6 elementos son necesarios para confirmar la trazabilidad metrológica:

- 1) Una **cadena ininterrumpida de trazabilidad metrológica a un patrón de medición internacional** o a un **patrón de medición nacional**.
- 2) Una **incertidumbre de medición** documentada.
- 3) Un **procedimiento de medición** documentado.
- 4) Una **competencia técnica acreditada**.
- 5) La **trazabilidad metrológica al SI** .
- 6) Los **intervalos entre calibraciones están establecidos** (véase ILAC P-10:2002).

SI

Cadena de Comparaciones

Recalibraciones

Trazabilidad

Documentación

Competencia Técnica

Incertidumbre



Materialización y Realización de las Unidades

CGPM

El kelvin

Definición

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

Materialización y Realización

Patrón Materializado



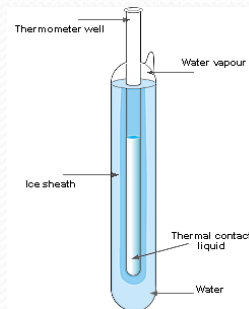
Celdas del Punto Triple del Agua

TRAZABILIDAD

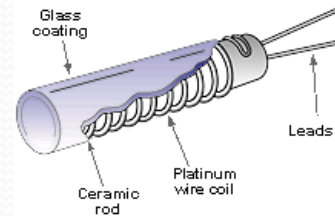


Responsable	Función	Bases para la calibración o medición	Documentos de calibración o medición
Laboratorio Nacional de Metrología LNM	Mantener y diseminar los patrones nacionales	Representante ante el BIPM y participante en inter-comparaciones	Certificado de calibración para patrones de referencia. Reportes de K.C.
Laboratorios Secundarios acreditados	Salvaguardar la estructura metrológica de un país	Certificados del LNM o de otro laboratorio acreditado	Certificado de calibración para patrones de trabajo
Sección de calibración en industrias	Supervisión de equipo de medición para calibraciones internas	Certificados del LNM o de un laboratorio acreditado	Certificado de calibración de la industria, marca de calibración
Todos los sectores de la industria	Mediciones y ensayos como parte del sistema de control de calidad	Certificado de calibración de la empresa o marca de calibración	Marca de ensayo o similar

Trazabilidad en Temperatura



Celda de Punto Fijo



Termómetro de Resistencia

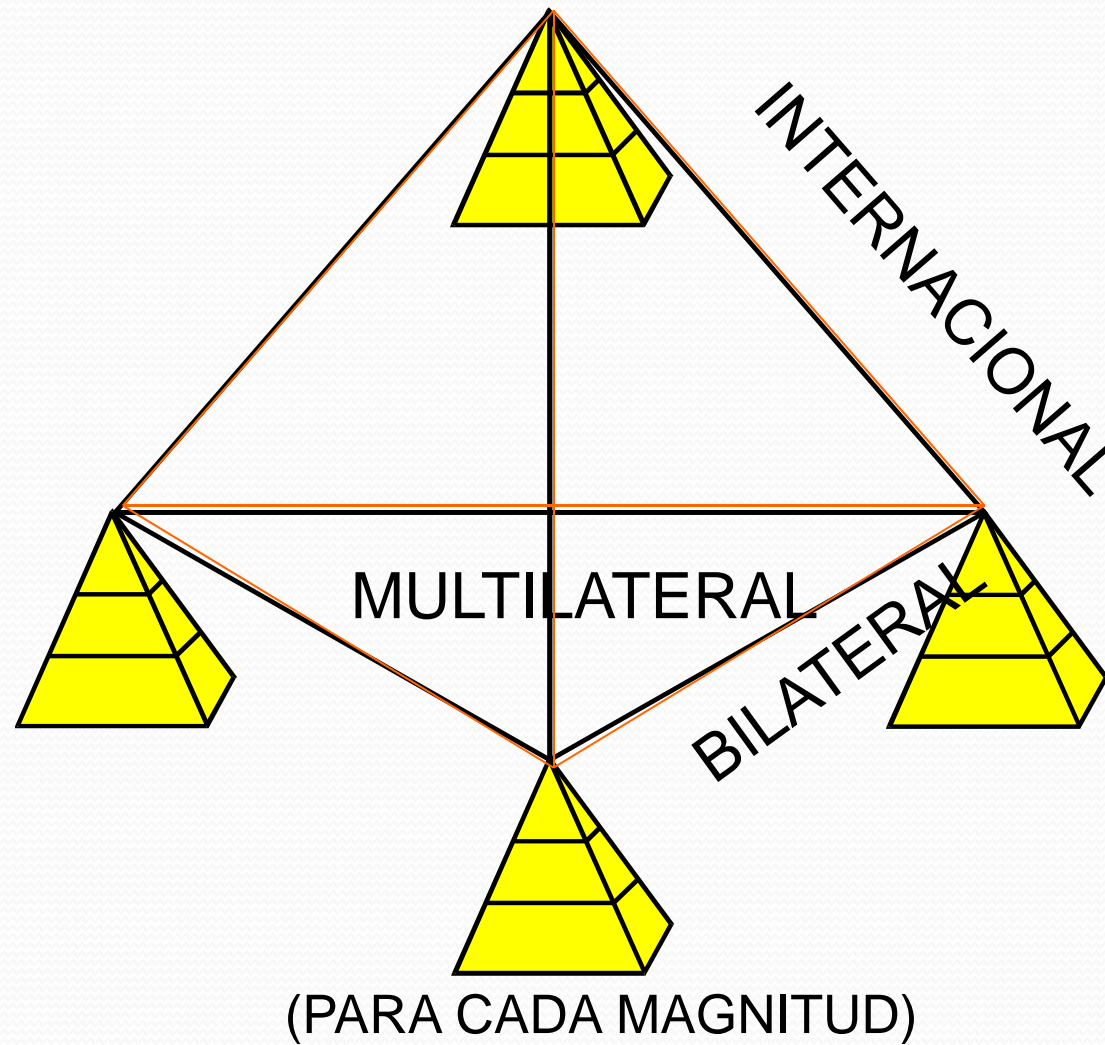


Termómetros patrones de líquido en vidrio

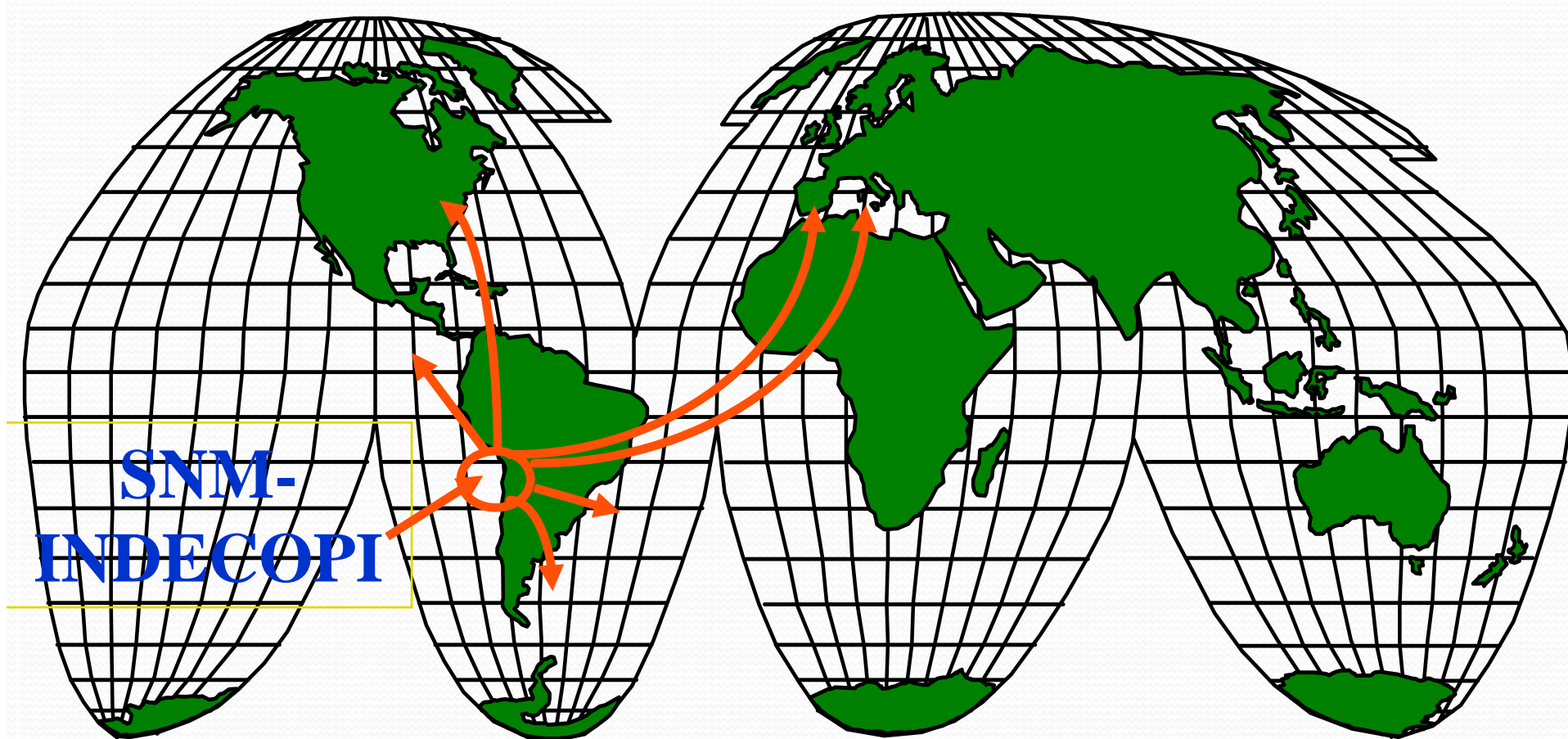


Termómetro Industrial

Trazabilidad Internacional Intercomparaciones

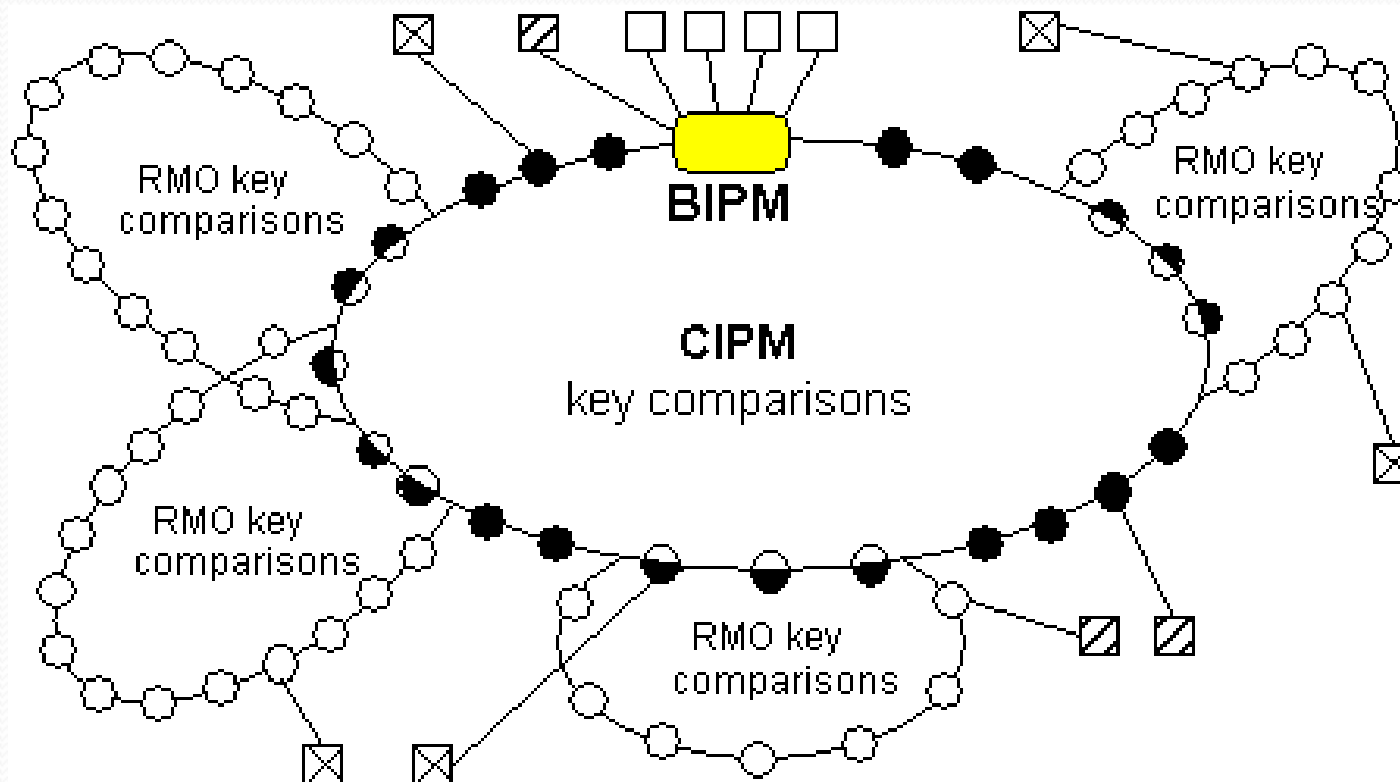


Trazabilidad de los patrones nacionales de medición



1. NIST, U.S.A
2. DKD, ALEMANIA
3. INMETRO-BRASIL
4. INTI-ARGENTINA
5. CENAM-MEXICO
6. CEM-ESPAÑA

TRAZABILIDAD



RMO : Organización Regional de Metrología
Key Comparison: Comparación metrológica clave

PRECAUCIÓN !!!!

LA TRAZABILIDAD

NO

GARANTIZA

“EXACTITUD”

EJEMPLOS DE MEDICIONES TRAZABLES PERO NO EXACTAS

Una masa de 1000 g calibrada (trazable) cuyo error es tan grande como 20 g

Una medición que se realiza con equipo trazable pero el modelo matemático utilizado es incorrecto o incompleto.

$$V = \frac{m}{\textit{densidad}}$$

← **Modelo Incompleto**

$$V_{20} = m_c \cdot \left(\frac{1}{\rho_w - \rho_a} \right) \cdot \left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_s} \right) \cdot [1 - \beta(T - T_R)]$$

← **Modelo Completo**

Trazabilidad Nacional

Se puede lograr a través de :

- El Laboratorio Nacional de Metrología (SNM)
- Los Laboratorios de Calibración Acreditados
- Las Calibraciones por la propia empresa (“en casa”)

Jerarquía de patrones

- Patrón internacional
- Patrón nacional
- Patrón primario
- Patrón de referencia
- Patrón de trabajo

Patrón de medición (VIM 5.1)

Realización de la definición de una **magnitud** dada, con un **valor** determinado y una **incertidumbre de medición** asociada, tomada como referencia

EJEMPLO 1 Patrón de masa de 1 kg , con una incertidumbre estándar asociada de $3 \mu\text{g}$.

EJEMPLO 2 Resistencia patrón de 100Ω , con una incertidumbre estándar asociada de $1 \mu\Omega$.



patrón de medición internacional (VIM 5.2)

patrón de medición reconocido por los firmantes de un acuerdo internacional con la intención de ser utilizado mundialmente

EJEMPLO 1 El prototipo internacional del kilogramo

Patrón Internacional: Ejemplo



**El kilogramo prototipo
del BIPM**



patrón de medición nacional (VIM 5.3)

patrón reconocido por una autoridad nacional para servir, en un estado o economía, como base para la asignación de **valores** a otros **patrones** de magnitudes de la misma **naturaleza**

Patrón Nacional: Ejemplos



**Patrón de Temperatura:
Celda del Punto Triple del Agua**



patrón de medición primario (VIM 5.4)

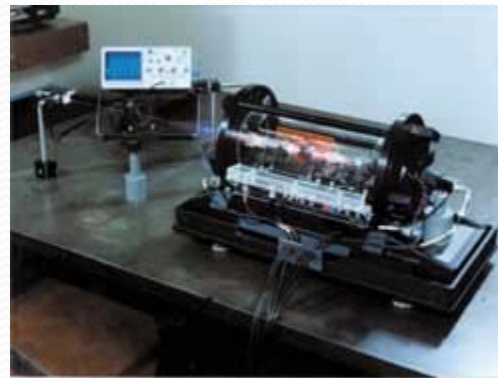
patrón establecido mediante un **procedimiento de medición primario** o creado como un objeto elegido por convención

EJEMPLO: Patrón primario de presión basado en **mediciones** independientes de fuerza y de área.

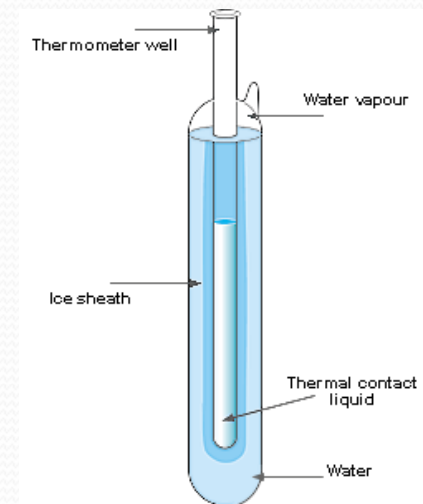
Patrón Primario: Ejemplos



El kilogramo prototipo del BIPM

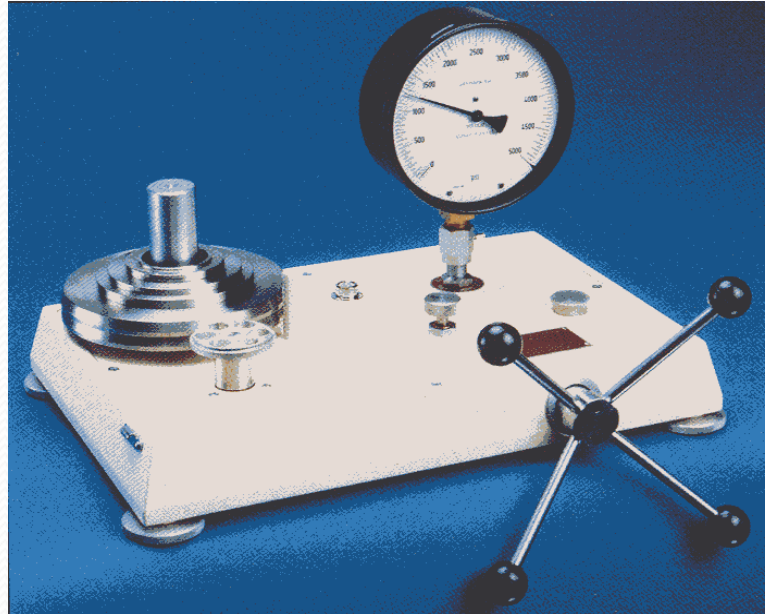


Definición del metro



Celda de punto fijo Patrón Temperatura

Patrón Primario: Ejemplos



**Balanza de Presión con
caracterización muy
detallada, método adecuado.**



patrón secundario de medición (VIM 5.5)

patrón establecido por medio de una **calibración** respecto a un **patrón primario** de una **magnitud** de la misma **naturaleza**

Patrón Secundario: Ejemplo

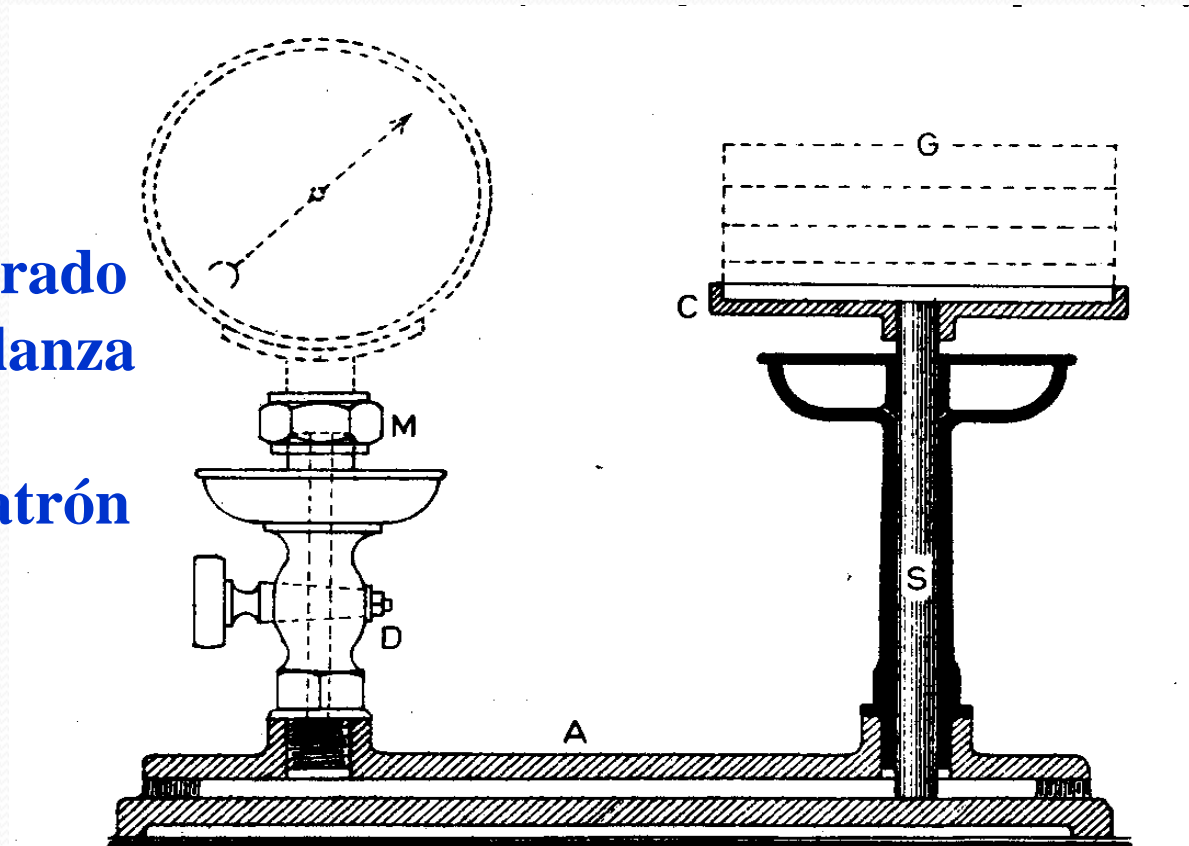
**Celda de punto fijo
Patrón primario**



**Termómetro de Resistencia
calibrado con la celda: patrón
secundario**

Patrón Secundario: Ejemplos

Manómetro
Patrón calibrado
contra la balanza
de presión
primaria: patrón
secundario





patrón de medición de referencia, (VIM 5.6)

patrón designado para la **calibración** de otros **patrones** de **magnitudes** de la misma **naturaleza**, en una organización o lugar dado

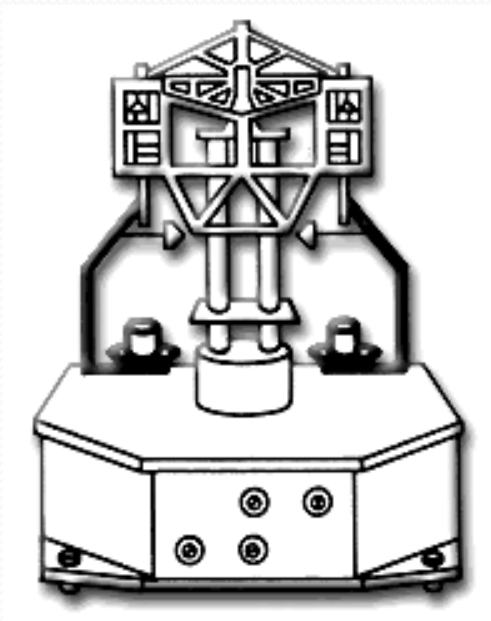


dispositivo de transferencia (VIM 5.9)

dispositivo utilizado como intermediario para comparar
patrones de medición

NOTA. Algunas veces, los propios patrones se utilizan como dispositivos de transferencia.

Dispositivo de Transferencia: Ejemplos



Comparador de masa



Comparador de bloques

patrón de medición de trabajo (VIM 5.7)

patrón utilizado habitualmente para calibrar o verificar **instrumentos o sistemas de medición**

NOTA 1 Un patrón de trabajo se calibra habitualmente con relación a un patrón de referencia

NOTA 2 Un patrón de trabajo utilizado en **verificación** se designa también como “patrón de verificación” o “patrón de control”.

Patrón de trabajo: Ejemplos



Juego de bloques de trabajo



Juego de masas de trabajo

material de referencia (VIM 5.13)

material suficientemente homogéneo y estable con respecto a propiedades especificadas, establecido como apto para su uso previsto en una **medición** o en un examen de **propiedades cualitativas**.

EJEMPLO 1 *Ejemplos de materiales de referencia que representan magnitudes:*

- a) **Agua de pureza declarada**, cuya viscosidad dinámica se emplea para la calibración de viscosímetros.
- b) **Sustancia con un valor de pH** reconocido y con una incertidumbre de medición suficientemente pequeña.

material de referencia certificado MRC (VIM 5.14)

material de referencia acompañado por la documentación emitida por un organismo autorizado, que proporciona uno o varios valores de propiedades especificadas, con incertidumbres asociadas y trazabilidades, empleando **procedimientos válidos**

EJEMPLO Etanol con valores asignados de densidad y su **incertidumbre de medición** asociada indicados en un certificado que lo acompaña, empleado como material para el control de la **veracidad** de la medición



INDECOPI suministra algunos materiales de referencia en pH y conductividad

El NIST de Estados Unidos suministra una abundante variedad de materiales de referencia . Ver : www.nist.gov

standard reference materials

<http://ts.nist.gov/ts/htdocs/230/232/232.htm>



Error y exactitud

error de medición (VIM 2.16)

valor medido de una magnitud menos un **valor de referencia**

NOTA 1 El concepto de error de medición puede emplearse

a) cuando exista un único valor de referencia, como en el caso de realizar una **calibración** mediante un **patrón** cuyo **valor medido** tenga una **incertidumbre de medición** despreciable, o cuando se toma un **valor convencional**, en cuyo caso el error de medición es conocido.

b) cuando el mensurando se supone representado por un valor verdadero único o por un conjunto de valores verdaderos, de amplitud despreciable, en cuyo caso el error de medición es desconocido.

exactitud de medición (VIM 2.13)

grado de concordancia entre un **valor medido** y un **valor verdadero** de un **mensurando**

NOTA 1 El concepto “exactitud de medición” no es una magnitud y no se expresa numéricamente. Se dice que una **medición** es más exacta cuanto más pequeño es el error de medición.

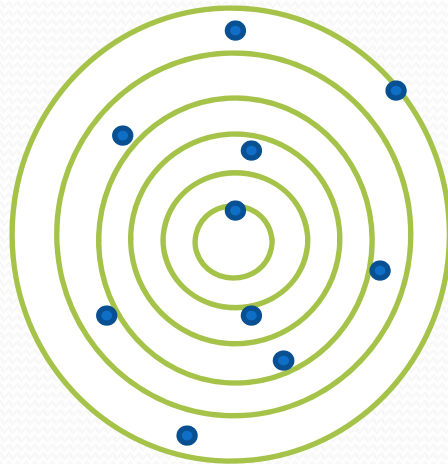
NOTA 2 El término “exactitud de medición” no debe utilizarse en lugar de “**veracidad de medición**”, al igual que el término “**precisión de medición**” tampoco debe utilizarse en lugar de “exactitud de medición”, ya que este último término incluye ambos conceptos.

precisión de medición (VIM 2.15)

grado de concordancia entre **las indicaciones** o los **valores medidos** obtenidos en **mediciones** repetidas de un mismo objeto, o de objetos similares, bajo condiciones especificadas

NOTA 1 Es habitual que la precisión de una medición se exprese numéricamente mediante medidas de dispersión tales como la desviación estándar, la varianza o el coeficiente de variación bajo las condiciones especificadas

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



*....no es
preciso*



*.... es preciso pero no es
exacto*



*... es exacto y
preciso*

Exactitud implica precisión perono viceversa



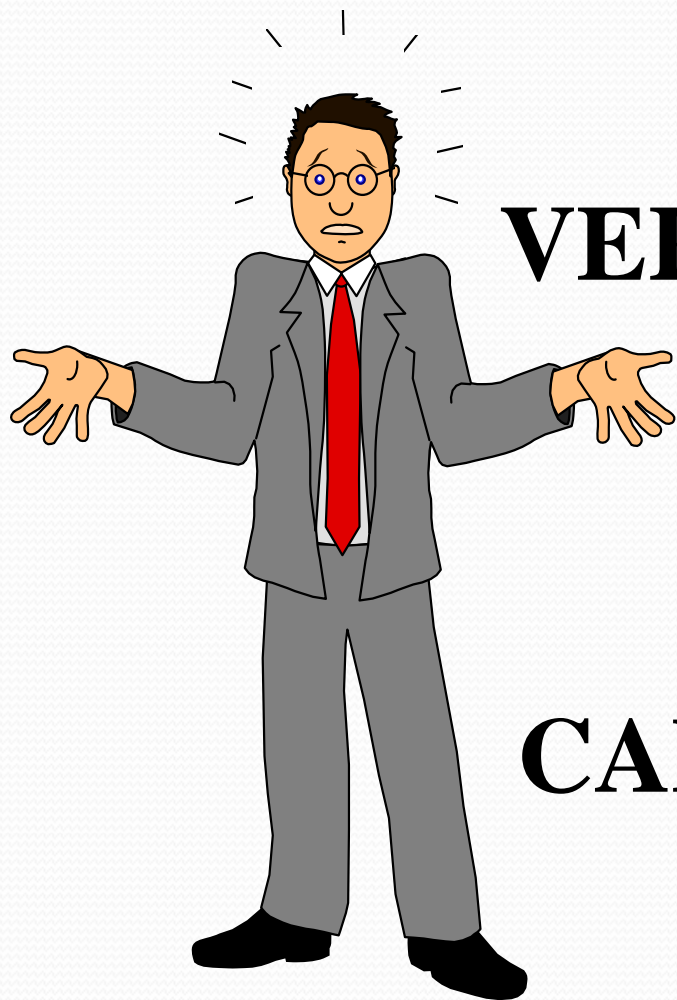
...UNA POBRE PRECISION (USUALMENTE)
SIGNIFICA UNA POBRE EXACTITUD



...UNA BUENA PRECISIÓN NO SIGNIFICA
NECESARIAMENTE UNA BUENA EXACTITUD



...UNA BUENA EXACTITUD SIGNIFICA BUENA PRECISIÓN

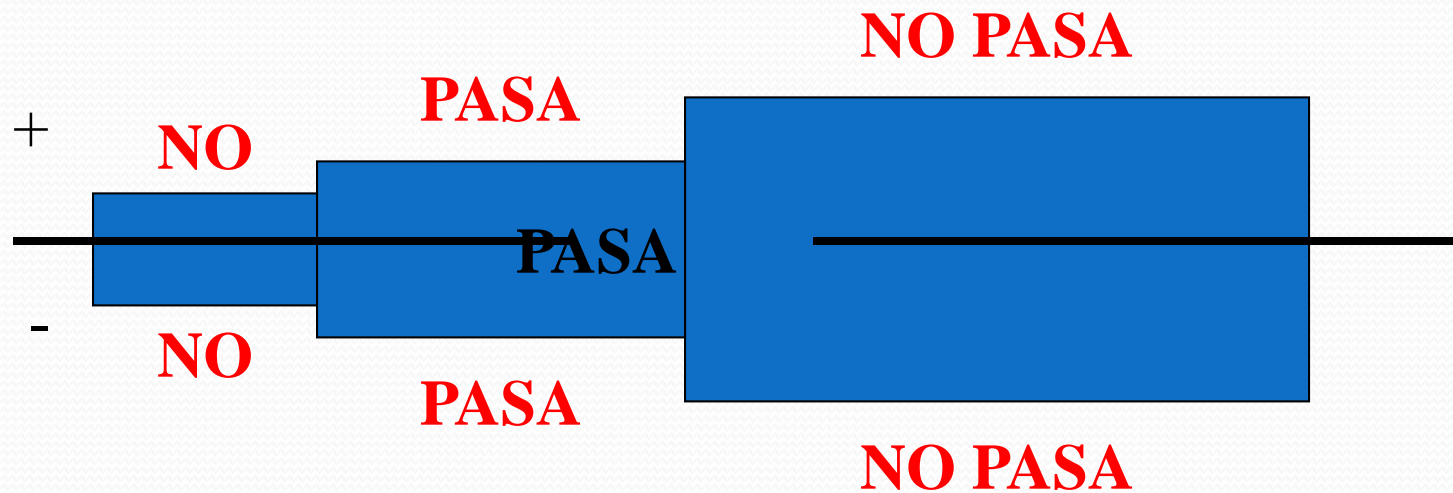


VERIFICACIÓN

Ó

CALIBRACIÓN

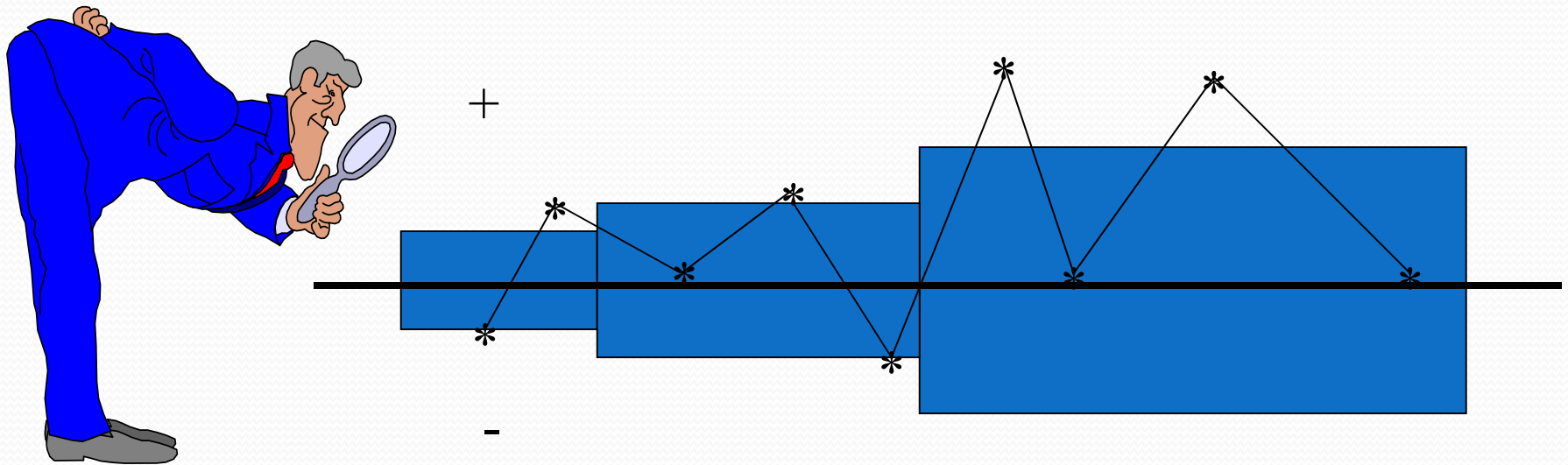
VERIFICACIÓN



La verificación es la aportación de evidencia objetiva de que un elemento dado satisface los requisitos especificados

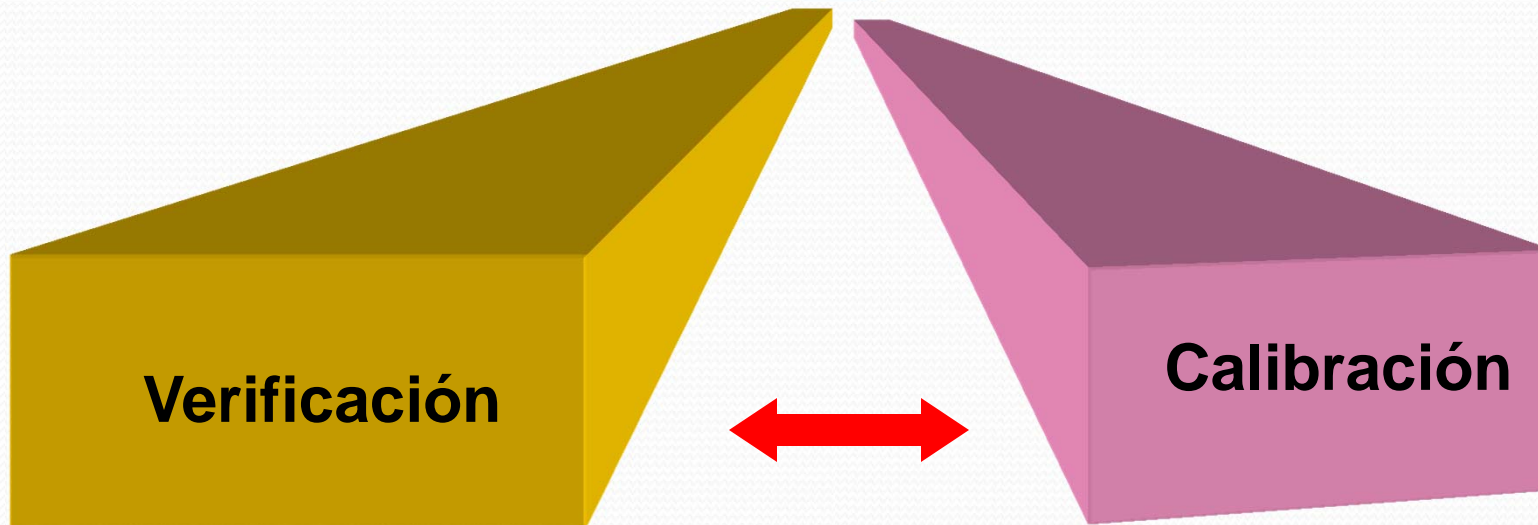
La verificación se realiza conforme a normas y/o recomendaciones nacionales o internacionales.

CALIBRACIÓN



El resultado de una medición permite atribuir a las indicaciones, los valores correspondientes del mensurando y/o determinar las correcciones que deben aplicarse a las indicaciones, determinando las incertidumbres asociadas a dichas correcciones.

Confirmación Metrológica



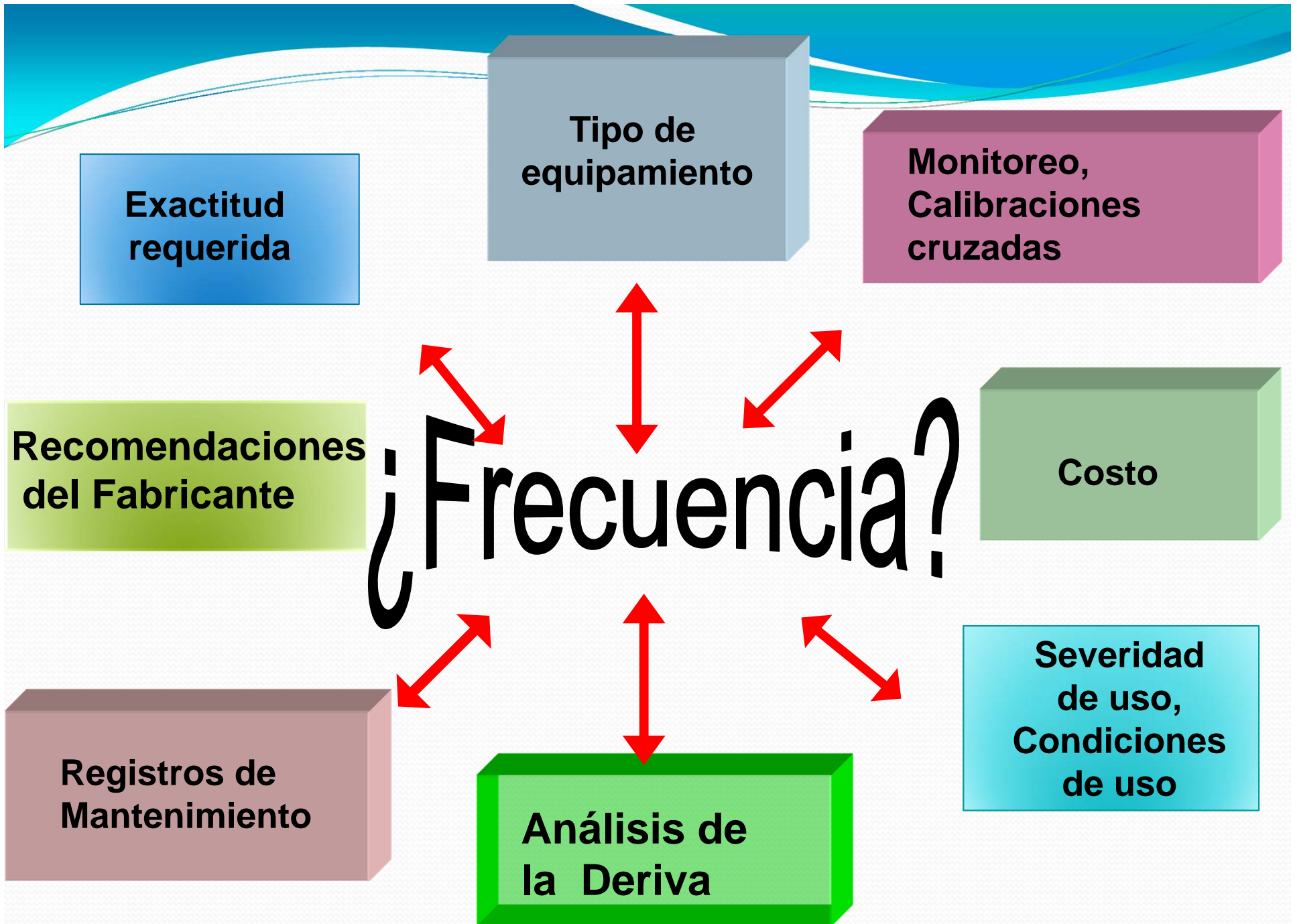


Frecuencia de Calibración

Referencia:

International Document OIML D 10 2007

“Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instruments





GRACIAS POR SU ATENCION !

Lic. Lili Jannet Carrasco Tuesta

jcarrasco@indecopi.gob.pe