

## Reseña Histórica

Compañía Nacional de Metrología Ltda. se constituyó en noviembre de 2007, con el objeto de prestar servicios de metrología y ensayo a la industria así como prestar asesorías técnicas y profesionales, con resultados oportunos, confiables y veraces. En abril 13 de 2009 obtiene la certificación ISO 9001:2000 con Bureau Veritas. En octubre 15 de 2009 obtiene la acreditación según ISO/EC 17025:2005 para los laboratorios de masa, temperatura y ensayos físicos con el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia- ONAC. En mayo de 2010 obtiene la certificación ISO 9001:2008 para las calibraciones en densidad, volumen, pH, aforo de tanques y ensayo de carga a puente grúas. En diciembre de 2010 recibe por parte del ONAC el certificado de acreditación para los laboratorios de humedad y presión, quedando así con cuatro laboratorios acreditados. Gracias a la calidad del servicio, la honestidad, a la experiencia y competencia del personal fundador, cuenta con excelentes clientes y con un futuro promisorio en beneficio tanto del desarrollo del país como de nuestra organización.

# ASEGURAMIENTO METROLÓGICO

---



## **I. Introducción**

1. Metrología
2. Importancia de la metrología
3. Historia de la metrología
4. Clase de la metrología
5. Requisitos de normas

## **II. Sistema Internacional de Unidades**

1. Historia
2. Definiciones
3. Unidades básicas
4. Unidades derivadas
5. Prefijos
6. Reglas de escritura de los símbolos de las unidades y los prefijos
7. Taller 1
8. Taller 2

## **III. Definición de términos metrológicos**

### **IV. Incertidumbre**

1. Definición de Incertidumbre
2. Fuentes de Incertidumbre
3. Error e Incertidumbre

### **V. Elección de instrumentos de medición**

1. Tolerancia vs Exactitud

### **VI. Mantenimiento del Instrumento (ajuste y calibración)**

1. Que es la Calibración
2. Porque es importante calibrar
3. Que es el ajuste
4. Que es el mantenimiento preventivo
5. Ventajas del mantenimiento preventivo

VII. Periodos de calibración

VIII. Bibliografía

## I. Introducción

La necesidad que ha tenido la humanidad para comerciar (contar y medir) entre las diferentes poblaciones y de realizar comparaciones entre fenómenos o cosas (ejemplo: ¿Qué es más largo?, ¿Quién se demora menos?, ¿Qué es más pesado? o ¿Cuál está más caliente?), con el fin de encontrar explicaciones, la ha llevado a crear sistemas de medida o comparación, los cuales hoy en día son parte primordial en el desarrollo de los procesos, por lo que las empresas han encontrado en estos una base importante de mejoramiento.

En el mundo entonces se han creado una serie de sistemas de unidades que al final han dificultado el entendimiento entre los diferentes países, entre estos se encuentran:

El sistema Inglés, MKS, CGS y Sistema Internacional (SI)

### 1. Metrología

Ciencia de las mediciones y sus aplicaciones.

Nota: la metrología incluye todos los aspectos teóricos y prácticos de las mediciones, cualesquiera que sea su incertidumbre de medición y su campo de aplicación.

### 2. Importancia de la Metrología

La metrología ha acompañado al hombre toda la vida, es una necesidad inherente al desarrollo de la humanidad. El hombre domina o controla un fenómeno cuando lo puede medir.

### 3. Historia de la Metrología

Con el fin de poder negociar, los pueblos inventaron sus propios medios de medición, entonces unos medían por ejemplo con pasos y otros con brazos. Lo anterior les evidencio a ellos que se estaban empleando dos sistemas de medición no comparables y que alguno de ellos estaba saliendo perjudicado. Por lo tanto concertaron tomar una sola unidad de medida “El Brazo”, pero se presentó una situación que los dejó desconcertados: “Unos tenían los brazos más cortos que otros”, situación que fue aprovechada por los comerciantes, cuando querían vender utilizaban una persona de brazos cortos y cuando querían comprar, uno de brazos largos. Todo lo anterior llevó entonces a la materialización de las medidas, llegando hoy a tener como medida de referencia en las longitudes como lo es *el metro*.

En un inicio se definieron las medidas, pero las diferentes poblaciones difirieron en su tamaño, por ejemplo, la yarda en algunas regiones era de 83,4 cm y en otra de 90 cm, lo que ponía en evidencia la necesidad de solucionar dicho problema y estandarizar dicha solución.

Una idea para conocer el origen de la metrología es la siguiente cita de la Biblia:

“Hazte un arca de maderas resinosas. Haces el arca de carrizo y la calafateas por dentro y por fuera con betún. Así es como lo harás: longitud del arca, trescientos codos, su anchura cincuenta codos y su altura 30 codos. Hacer al arca una cubierta y a un codo la rematarás por encima, pones la puerta del arca en su costado y haces un primer piso, un segundo y un tercero” (Génesis, 6-14;16)

## 4. Clase de Metrología

**Metrología científica:** investiga métodos y procedimientos para medir y mejorar las mediciones.

**Metrología industrial:** aplica en sus procesos productivos las técnicas de la medición.

**Metrología legal:** protege al consumidor y establece reglas para la relación industria – comercio.

## 5. Requisitos de normas

Asegurar la trazabilidad de las mediciones ISO 9001:2008, ISO 17025:2005 y toda normatividad relacionada con los sistemas de gestión de calidad de procesos que involucren los sistemas de medición.

## II. Sistema Internacional de Unidades (SI)

### 1. Historia

En 1790, a finales de la Revolución Francesa, la Academia de Ciencias de París por encargo de la Asamblea Nacional Francesa presenta la proposición para crear un sistema único de medidas.

El 20 de mayo de 1875 se adoptó universalmente el **Sistema Métrico Decimal** mediante el tratado denominado la Convención del Metro.

En 1875 se crea la Conferencia General de Pesas y Medidas, el Comité y la Oficina de Pesas y Medidas.

En un principio existieron varios sistemas CGS, MKS, MKSA, MTS.

En 1948 se selecciona el MKS para estudio y en 1954 se establece como sistema de medición.

En 1960 denomina Sistema Internacional de Unidades, a este sistema.

La Conferencia General de Pesas y Medidas, es la máxima autoridad de la metrología científica y es la que aprueba las nuevas definiciones del Sistema internacional y recomienda a los países que lo integren a sus legislaciones.

## Algunos antecedentes en Colombia

En 1905 se promulga la ley 33 “la unidad de pesas y medidas es un elemento de unidad nacional”

El sistema internacional se hace obligatorio y oficial en Colombia mediante el decreto No. 1731 de 1967 del MDE.

El decreto 3464 de 1980, refuerza el uso obligatorio del SI de Unidades en el territorio Colombiano.

El Consejo Nacional de Normas y Calidades a través de la Resolución No. 005 del 3 de abril de 1995 oficializa el uso del SI mediante la Norma Técnica Colombiana - NTC 1000 (Metrología. Sistema Internacional de Unidades , equivalente a la ISO 1000).

El decreto 2153 de 1992 establece entre las funciones de la División de Protección al Consumidor “Divulgar el Sistema Internacional de Unidades en los diferentes sectores industriales.”

## 2. Definiciones

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

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

**Magnitud derivada:** Magnitud dentro de un sistema de magnitudes, definida en función de las magnitudes de base de ese sistema.

**Unidad de medida:** Magnitud escalar real, definida y adoptada por convenio, con la que se puede comparar cualquier otra magnitud de la misma naturaleza para expresar la relación entre ambas mediante un número.

### 3. Unidades básicas

Magnitud	Unidad Básica	Símbolo
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	kg
Tiempo	Segundo	s
Corriente Eléctrica	Ampere	A
Temperatura	Kelvin	K
Cantidad de Sustancia	Mol	mol
Intensidad Luminosa	Candela	cd

**Metro:** longitud del trayecto recorrido por la luz en el vacío durante un intervalo de tiempo de  $1/299\,792\,458$  de un segundo.

**Kilogramo:** es la unidad de masa; es igual a la masa de prototipo internacional de kilogramo.

**Segundo:** es la duración de  $9\,192\,631\,770$  periodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de Cesio-133.

**Amperio:** es la intensidad de corriente eléctrica constante que, si se mantiene en dos conductores rectos paralelos de longitud infinita, de sección transversal circular despreciable, y distanciados un metro en el vacío, produciría entre estos conductores una fuerza igual a  $2 \times 10^{-7}$  newton por metro de longitud.

**Kelvin:** unidad de temperatura termodinámica, es  $1/273.16$  de la temperatura del punto triple del agua.

**Mol:** es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas unidades elementales como átomos existen en  $0,012$  kilogramos de carbono  $^{12}$ . Cuando se utiliza el mol, las unidades elementales deben identificarse y pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones, otras partículas, o grupos de tales partículas.

**Candela:** es la intensidad luminosa en una dirección determinada, de una fuente que emite una radiación monocromática con una frecuencia de  $540 \times 10^{12}$  Hz y cuya intensidad radiante, en la dirección determinada es de  $1/683$  vatios por estereorradián.

## 4. Unidades derivadas (Ejemplos)

Como ejemplos de unidades derivadas, se encuentran las unidades de volumen, aceleración, superficie, fuerza, trabajo, potencia, etc.

## 5. Prefijos

Factor	Prefijo	Símbolo
$10^9$	giga	G
$10^6$	mega	M
$10^3$	kilo	k
$10^2$	hecto	h
10	deca	da
$10^{-1}$	deci	d
$10^{-2}$	centi	c
$10^{-3}$	mili	m
$10^{-6}$	micro	$\mu$

## 6. Reglas de escritura de los símbolos de las unidades y los prefijos.

Todo lenguaje contiene reglas para su escritura que evitan confusiones y facilitan la comunicación.

El Sistema Internacional de Unidades (SI) tiene sus propias reglas de escritura que permiten una comunicación unívoca.

Cambiar las reglas puede causar ambigüedades.

### Múltiplos y submúltiplos

6.1 Los múltiplos y submúltiplos se escogen usualmente de manera que los valores numéricos estén entre 0,1 y 1.000.

Ejemplo:

Valor	Se puede escribir
$1,2 \times 10^4$ N	12 kN
0,00394 m	3,94 mm
1.401 Pa	1,401 KPa
1.000 mm	1 m
10.000 kg	10 t
$2.400 \text{ kg/m}^3$	$2,4 \text{ g/cm}^3$
$10.000 \text{ m}^2$	10 mm



6.2 Los símbolos de las unidades se escriben con minúsculas, excepto cuando el nombre se deriva de un nombre propio; en este caso la primera letra se escribe con mayúscula.

Ejemplo:

Símbolo	Unidad
m	metro
s	segundo
A	Ampere
K	Kelvin

6.3 Los símbolos se deben escribir en letra romana, no tienen plural ni se les coloca punto final, excepto para puntuación normal, dejando un espacio entre el punto y el símbolo.

Ejemplo:

El símbolo de la unidad básica de longitud, el metro se escribe con la letra m.

El hecho de colocar el punto seguido después del símbolo, es significado de lo precede otro símbolo.

Ejemplo:

Las unidades de fuerza son  $\text{kg.m/s}^2$ .

6.4 Se debe dejar espacio entre el valor de la magnitud y el símbolo.

Ejemplo:

50 °C    60 m

6.5 Si el valor numérico se expresa en letras no se utiliza símbolo

Ejemplo:

diez segundos

6.6 El signo decimal debe ser una coma sobre la línea.

Ejemplo:

123,4

6.7 Los números en grupos de tres (preferiblemente) a derecha e izquierda del signo decimal.

Ejemplo:

345 899,234

6,458 706

6.8 Para la multiplicación de unidades se recomienda un punto o un espacio. Newton metro o Newton-metro.

Ejemplo:

Nm ó N.M

6.9 Para el cociente se intercala la palabra “por”. Newton por metro cuadrado.

Ejemplo:

N/m<sup>2</sup>

6.10 Se utilizan dos o cuatro caracteres para el año, dos para el mes y dos para el día, en ese orden.

Ejemplo:

2000-08-30 ó 00-08-30

6.11 Se utiliza el sistema de 24 horas

Ejemplo:

20 h 00

09 h 45 min 00

## 7. Taller No. 1

Identifique las diferentes magnitudes que existen en su compañía.

En que unidades se miden dichas magnitudes.

Cuáles unidades pertenecen al SI y cuáles no.

Qué propuestas tiene para homologar y difundir el SI en su compañía.

## 8. Taller No. 2

Escriba el texto de manera correcta, de acuerdo a lo establecido por el sistema internacional de unidades.

El 16 de noviembre de 2002 a las 8:45 pm se produjo un accidente automovilístico, las autoridades determinaron que el conductor viajaba a 120 KM por Hora, después de aplicar los frenos el vehículo se desplazo aproximadamente cien m., durante 30 seg. Encontrándose que el conductor viajaba en estado de embriaguez se le aplicó una multa equivalente 19785564.56 pesos.

### III. Definición de algunos términos metrológicos

**Medir:** Es la comparación con una unidad de medida legalmente establecida, la cual está relacionada con escalas.

**Instrumento de Medición:** Elemento con el cual se efectúan las mediciones.

**Patrón:** Medida materializada, instrumento de medición, material de referencia o sistema de medición destinado a definir, realizar o conservar o reproducir una unidad o uno o más valores de una magnitud que sirva como referencia.

**Patrón Internacional:** Patrón reconocido mediante acuerdo internacional, utilizable como base para asignar valores a otros patrones de la magnitud que interesa.

**Patrón nacional:** Patrón reconocido mediante una decisión nacional utilizable en un país, como base para asignar valores a otros patrones de la magnitud que interesa.

**Patrón de referencia:** Patrón que generalmente posee la máxima calidad metrológica disponible en un sitio dado o en una organización dada, a partir de la cual se derivan las mediciones hechas.

**Patrón de trabajo:** Patrón que se utiliza rutinariamente para calibrar o comprobar medidas materializadas, instrumentos de medición o materiales de referencia.

**Sustancia de referencia:** Sustancia estable elaborada materiales a los cuales se les conoce todas las propiedades, la cual puede ser diseñada por quién la utiliza o un fabricante reconocido que permite la trazabilidad de la misma. Por ejemplo las sustancias Buffer para la medición del pH.

**Trazabilidad metrológica:** Propiedad de un resultado de medición por la cual el resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medición.

Nota: No es necesario solicitar a los laboratorios de calibración acreditados, el certificado de calibración utilizado en la calibración de un instrumento y/o equipo. Es suficiente si se reporta en el certificado, la cadena de trazabilidad a un patrón primario o a un ente nacional o internacional de metrología.

**Exactitud de medición:** Proximidad del acuerdo 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 reinterpreta a veces como la proximidad entre los valores medidos atribuidos al mensurando.

**Resolución:** Menor diferencia entre las indicaciones de un indicador, que se puede distinguir de forma significativa. Corresponde a la mínima lectura que es posible realizar en un instrumento.

En un instrumento digital, la división de escala y la resolución son las mismas.

En un instrumento análogo la resolución es menor que la división de escala y depende de las divisiones imaginarias o no que nos permita el mismo instrumento hacer o la destreza de quién realiza la medida.

**Incertidumbre:** Caracteriza la dispersión de los valores que se le podría atribuir a la magnitud. Nos indica que tan cerca estamos del valor verdadero.

**Error de medición:** Diferencia entre un valor medido de una magnitud y un valor de referencia.

Nota: conviene no confundir el error de medición con un error en la producción o con un error humano.

**Error absoluto (Desviación absoluta):** Diferencia entre un valor leído y el valor convencionalmente verdadero correspondiente.

**Error relativo** (Desviación relativa): Es la relación entre el error absoluto y el convencionalmente verdadero.

**Error por el instrumento de medición o equipo:** No existe en el mundo instrumentos o equipos de medición perfectos, pues todos tienen errores. Lo importante en ese momento es poder evaluarlos.

### **Error del operador o por el método de medición**

Para algunos casos en los métodos de medición se ha identificado la desviación que aporta. Dicho valor se conoce cuando se ha realizado un proceso de Repetibilidad y Reproducibilidad ( $r$  y  $R$ )

### **Error por el uso de instrumentos no calibrados**

Aunque este hecho no debe presentarse, se puede ver desde el punto de vista de las correcciones que se deben realizar a las medidas después de realizadas las mediciones y que mediante la calibración conocemos las desviaciones y la incertidumbre de las mediciones efectuadas.

**Tolerancia:** Intervalo especificado de valores dentro del cual debe estar un resultado, la cual es determinada por la criticidad del proceso o de la medición.

**Calibración:** Operación que bajo condiciones especificadas establece, en la 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 y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medición a partir de una indicación.

Nota 1: Una calibración puede expresarse mediante una declaración, una función de calibración, un diagrama de calibración, una curva de calibración o una tabla de calibración.

Nota 2: conviene no confundir la calibración con el ajuste de un sistema de medición, a menudo llamado incorrectamente "autocalibración" ni con una verificación de la calibración.

Nota 3: frecuentemente se interpreta que únicamente la primera etapa de esta definición corresponde a la calibración.

**Verificación:** Suministro de evidencia objetiva de que un ítem satisface los requisitos especificados.

Ejemplo: La confirmación de que se satisfacen las propiedades de funcionamiento declaradas o los requisitos legales de un sistema de medición.

Nota 1: el ítem puede ser por ejemplo, un proceso, un procedimiento de medición, un material, un compuesto o un sistema de medición.

Nota 2: no debe confundirse la verificación con la calibración. No toda verificación es una validación.

**Norma:** Solución que se adopta para resolver un problema repetitivo, es una referencia respecto a la cual se juzgará un producto o una función y, en esencia, es el resultado de una elección colectiva y razonada.

**Especificación:** Exigencia o requisito que debe cumplir un producto, un proceso o un servicio, ya que siempre el procedimiento por medio del cual puede determinarse si el requisito exigido es satisfactorio. Una especificación puede ser una norma, pero generalmente hace parte de esta.

**Certificado de calibración:** Documento emitido por un laboratorio de calibración acreditado o no acreditado, en el cual presenta los resultados obtenidos al emplear un método de calibración.

**Repetibilidad:** Precisión de medición bajo un conjunto de condiciones de repetibilidad.

**Condición de repetibilidad:** Condición de medición, dentro de un conjunto de condiciones que incluye el mismo procedimiento de medición, los mismos operadores, el mismo sistema de medición, las mismas condiciones de operación y el mismo lugar, así como mediciones repetidas del mismo objeto o de un objeto similar en un periodo corto de tiempo.

**Reproducibilidad:** Precisión de medición bajo un conjunto de condiciones de reproducibilidad.

**Condición de reproducibilidad:** Condición de medición, dentro de un conjunto de condiciones que incluye diferentes lugares, operadores, sistemas de medición y mediciones repetidas de los mismos objetos u objetos similares.

**Precisión:** Proximidad del acuerdo entre las indicaciones de 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.

Nota 2: Las condiciones especificadas pueden ser condiciones de repetibilidad, condiciones de precisión intermedia, o condiciones de reproducibilidad (véase la norma ISO 5725-3:1994).

Nota 3: La precisión se utiliza para medir la repetibilidad de medición, la precisión intermedia y la reproducibilidad.

Nota 4: Con frecuencia “precisión de medición” se utiliza, erróneamente en lugar de exactitud de medición.

## IV. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

### 1. Definición de Incertidumbre

La incertidumbre de una medición refleja la falta de conocimiento completo del valor del mensurando, es decir, la incertidumbre de la medición es una forma de expresar el hecho de que, para un mensurando y su resultado de medición dados, no hay un solo valor, sino un número infinito de valores dispersos alrededor del resultado, que son consistentes con todas las observaciones datos y conocimientos que se tengan del mundo físico, y que con distintos grados de credibilidad pueden ser atribuidos al mensurando.

La definición de Incertidumbre es la siguiente (VIM):

**Parámetro, asociado con el resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que pudieran ser razonablemente atribuidos al mensurando.**

En general, el uso de la palabra incertidumbre se relaciona con el concepto de duda. La palabra incertidumbre sin adjetivos se refiere a un parámetro asociado con la definición anterior o al conocimiento limitado acerca de un valor particular. La incertidumbre de la medición no implica duda acerca de la validez de un mensurando; por el contrario, el conocimiento de la incertidumbre implica el incremento de la confianza en la validez del resultado de una medición.

### 2. Fuentes de Incertidumbre

Los fenómenos que contribuyen a la incertidumbre y ha que el resultado de una medición no pueda ser expresado como un valor único se denominan fuentes de

incertidumbre, entre las muchas fuentes de incertidumbre se enunciarán las siguientes:

- Definición incompleta del mensurando
- Realización imperfecta de la definición del mensurando
- Efectos no considerados en condiciones ambientales o en mediciones inadecuadas
- Desviaciones del experimentador en la lectura de indicaciones análogas.
- Límites de discriminación o resolución del instrumento.
- Valores no exactos de los patrones
- Aproximaciones o hipótesis incorporadas en el método de medición
- Variaciones en observaciones repetidas del mesurando realizadas en condiciones aparentemente idénticas.

### 3. Error e Incertidumbre

Todo procedimiento de medición tiene imperfecciones que dan lugar a un error en el resultado de la medición, lo que provoca que el resultado sea sólo una aproximación o estimado del valor del mensurando.

El error es definido como la diferencia entre un resultado individual de una medición y el valor verdadero del mensurando. Es decir el error es un simple valor. En principio el valor de un error conocido puede ser aplicado como una corrección al resultado de una medición.

El valor verdadero del mensurando es aquel que caracterizaría idealmente al resultado de la medición, o sea, el que resultaría de una medición "perfecta".

El error es un concepto idealizado y los errores no pueden ser conocidos exactamente.

La incertidumbre, por otro lado, toma la forma de un rango, y, si es estimada para un procedimiento de medición, puede aplicarse a todas las determinaciones descritas en dicho procedimiento. En general, el valor de la incertidumbre no puede utilizarse para corregir el resultado de una medición.

Para ilustrar la diferencia, el resultado de una medición después de la corrección puede estar muy cercano al valor del mensurando, y por lo tanto tener un error despreciable. Sin embargo, la incertidumbre puede todavía ser muy grande, simplemente porque la persona que ejecuta la medición está muy insegura de cuán cercano está el resultado del valor del mensurando.

La incertidumbre del resultado de una medición nunca debe ser interpretada como la propia representación del error ni como el error remanente después de la corrección.



Es considerado que un error tiene dos componentes una componente sistemática y una componente aleatoria.

El error aleatorio normalmente se origina de variaciones impredecibles de magnitudes influyentes. Estos efectos aleatorios dan origen a variaciones en observaciones repetidas del mensurando. El error aleatorio del resultado de una medición no puede ser compensado por el incremento del número de mediciones, pero este puede normalmente ser disminuido por tal incremento.

El error sistemático es definido como la componente de error la cual en el curso de un número de mediciones del mismo mensurando, permanece constante o varía de una forma predecible. Este es independiente del número de mediciones llevadas a cabo y no puede por lo tanto ser disminuido por el incremento del número de mediciones bajo condiciones constantes de medición.

Ejemplos:

Un incremento gradual en la temperatura de un conjunto de muestras durante un análisis químico puede conducir a cambios progresivos en el resultado.

Los sensores y pruebas que muestran efectos de envejecimiento sobre la escala de tiempo de un experimento pueden además introducir errores sistemáticos no constantes.

## V. Elección de Instrumentos de medición

### 1. Tolerancia vs Exactitud del Instrumento

A continuación se presentan algunas preguntas, que permiten dar un enfoque general para la elección de los instrumentos de medición.

¿Qué incidencia tiene la medición en la calidad de un proceso o producto?

¿Qué vamos a medir?

¿Qué resolución requiere la medición?

¿Cuál es el valor mínimo que se desea medir?

¿Cuál es el valor máximo que se desea medir?

¿Qué tipo de instrumento me permite cubrir el alcance de la medición y su resolución?

¿Qué método debo aplicar para realizar la medición?

¿Qué condiciones de entorno requiere la medición?

¿Cómo hago para garantizar la calidad de las mediciones?

¿Qué necesidades cubre el instrumento durante el proceso:

¿Uso diario?, ¿Área control calidad?, ¿Instrumento patrón?

¿Cuál es el costo de la medición?

¿Cuál es el costo del instrumento?

¿Cuál es el costo para obtener las condiciones de la medición?

¿Cuál es el costo de la capacitación y actualización?

¿Cuál es el costo-beneficio de la medición en el proceso?

¿Cuál es el costo de los patrones?

¿Cuál es el costo de la calibración de los instrumentos?

¿Cuál es el costo de la calibración de los patrones?

Uno de los mayores problemas al responder las anteriores preguntas, es no saber por donde empezar y además determinar los niveles de criticidad de las mediciones para desarrollarlas en el tiempo y mediante un proyecto, ya que en ese momento se requieren de inversiones importante de potencial humano, recursos físicos, capacitación y otras que si no son bien llevados, podemos tener inversiones muertas o elefantes blancos.

A continuación se presentan entonces una metodología sencilla de matrices, que permiten visualizar y controlar el desarrollo del proyecto de mediciones confiables para la empresa.

- Elaborar una matriz general donde se relacionen los procesos con las variables metrológicas que se cree se utilizan.
- Llenar la matriz con X donde se identifique que realmente la variable metrológica se utiliza y determinar la frecuencia para cada variable, la cual corresponde al número de veces que se mide la variable. Esto da un indicio de las variables de mayor presencia y una idea inicial de la variable más crítica.

Colocar la resolución del instrumento con el que se realiza la medición. Esto se realiza con el fin de originar un inventario de los instrumentos y determinar la mínima y máxima resolución que posee la instrumentación. Lo anterior nos va a permitir también determinar si tenemos instrumentación para la medición en los procesos que los requiera.

- Llenar la matriz con las tolerancias exigidas para el proceso.
- Relacionar las tolerancias con la resolución de los instrumentos que se poseen, utilizando la siguiente expresión:

$$A = \text{Tolerancia} / \text{Resolución}$$

- Determinar la resolución del instrumento requerida para cada proceso o subproceso utilizando la siguiente expresión:

$$1 \leq \text{Tolerancia/Resolución} \leq 10$$

## VI. Mantenimiento del Instrumento (ajuste y calibración)

### 1. Que es la Calibración

La calibración es el conjunto de operaciones bajo condiciones específicas establece en una primera etapa, una relación entre sus valores y sus incertidumbre de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbre asociadas y en una segunda etapa utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación.

Para calibrar un instrumento es necesario disponer de uno que proporcione el valor convencionalmente verdadero que es el que se empleará para compararlo con la indicación del instrumento sometido a calibración.

### 2. Porque es importante calibrar

El envejecimiento de los componentes, los cambios de temperatura y el estrés mecánico que soportan los equipos deterioran poco a poco sus funciones. Cuando esto sucede, los ensayos y las medidas comienzan a perder confianza y se refleja tanto en el diseño como en la calidad del producto. Este tipo de situaciones puede ser evitado, por medio del proceso de calibración.

La correcta calibración de los equipos proporciona la seguridad de que los productos o servicios que se ofrecen reúnen las especificaciones requeridas. Cada vez son más numerosas las razones que llevan a los fabricantes a calibrar sus equipos de medida, con el fin de:

- Mantener y comprobar el buen funcionamiento de los equipos.
- Responder a los requisitos establecidos en las normas de calidad.
- Garantizar la fiabilidad y trazabilidad de las medidas.

### 3. Que es el ajuste

El ajuste es el conjunto de operaciones realizadas sobre un sistema de medida para que proporcione indicaciones prescritas, correspondiente a valores dados de la magnitud a medir.

Los tipos de ajuste que normalmente se encuentran son:

- ajuste de cero
- ajuste del offset (desplazamiento)
- ajuste de la amplitud de escala (ganancia)

### 4. Que es el mantenimiento preventivo

Por otra parte, se conoce como mantenimiento preventivo planificado (MPP) a la programación de inspecciones en el funcionamiento, seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario.

El propósito fundamental del mantenimiento preventivo es el de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, corrigiéndolas en el momento oportuno.

### 5. Ventajas del mantenimiento preventivo

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas
- Mayor duración de los equipos e instalaciones
- Disminución de existencias en almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento debido a una programación de actividades
- Menor costo de las reparaciones

En todas las industrias es importante la disminución de costos ya que esto se verá reflejado en aumento de las utilidades, dicha disminución se tiene que llevar a cabo sin comprometer la calidad del producto final ya que durante el proceso de producción es

importante que cada parte sea realizada con calidad para obtener los resultados deseados.

## VII. Periodos de calibración

Los periodos de calibración deben ser definidos por los usuarios de los instrumentos y/o equipos de medición, de acuerdo a la criticidad de los mismos en los respectivos procesos.

Algunos aspectos a tener en cuenta para definir los periodos de calibración:

Exactitud del instrumento y/o equipo de medición

Influencia de la medición en el producto final.

Recomendaciones del fabricante.

Tolerancia de la medición.

Tiempo de uso.

Número de personas que manipulan el instrumento y/o equipo de medición.

Condiciones ambientales en las cuales es operado.

Los periodos de calibración no pueden ser definidos por los laboratorios de calibración. "Un certificado de calibración no debe contener ninguna recomendación sobre el intervalo de calibración, excepto que este haya sido acordado con el cliente" (ISO 17025:2005 5.10.4.4)

## VIII. Bibliografía

NTC ISO 1000: 2004 Metrología. Sistema internacional de unidades.

GTC ISO IEC 99: 2009 Vocabulario internacional de metrología. Conceptos fundamentales, generales y términos asociados (VIM).

NTC ISO IEC 17025: 2005 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

Capacitación metrología básica, Superintendencia de Industria y comercio.

OIML G 1 – 100 Edition 2008 Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement.



