

JORNADA METROLÓGICA

**MEDIR Y CALIBRAR:
CAUSAS Y CONSECUENCIAS**

Caltex Sistemas SL
www.caltex.es

VALENCIA
02 Febrero 2023



Nombre Sergio Extremera Martínez

Cargo Jefe de División

E-mail sgextremera@caltex.es

Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

1999-2001 Director Técnico MG Calibri (Italia)

2003-2009 Director Técnico Caltex

2003-2009 Director Calidad Caltex

2009-Actualidad. Jefe de División. Instrumentación y calibración

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Cómo la Metrología está presente en nuestras vidas
2. Por qué la verificación no sustituye a la calibración
3. El valor de la trazabilidad metrológica

Pausa-Café

Con la Colaboración de



4. Algunos conceptos metrológicos y de medición
5. La incertidumbre de estar seguro al 95%
6. Taller de verificación de Temperatura.

SIMPLEMENTE... ¿QUÉ HORA ES?

1. ¿Todos tenemos la misma hora?
2. ¿Hemos calibrado el reloj anualmente?
3. ¿Cuál ha sido la referencia en la calibración?
4. ¿Es trazable el patrón?
5. ¿Hemos ajustado el reloj?



EVALUACIÓN Y CONSECUENCIAS DE LOS RIESGOS

MAGNITUD: Temperatura

> RIESGO

- ✓ Deficiente Calidad

> POSIBLES CONSECUENCIAS

- ✓ Medidas no compatibles
- ✓ Penalización económica por deterioro del producto
- ✓ Perder la trazabilidad
- ✓ Etc...



ACTUALIDAD DE LA PROBLEMÁTICA

Las nuevas referencias normativas y los nuevo modelos de competitividad han fijado nuevas necesidades en lo que a formas de medir se refiere

Un sistema de medición eficiente se ha convertido en un factor competitivo dentro de las empresas.



REQUERIMIENTO NORMATIVOS

☐ Sector Automóvil

Series ISO/TS

☐ Agroalimentario

BRC, IFS, APPCC's, Guías Fedacova

☐ Ensayos

ISO 17025

☐ Sector Aeronáutico

ISO 9100

☐ Industria

ISO 9000

☐ Madera

Orden AAA/458/2013

OTRO IDIOMA

**Trazabilidad, tolerancias, incertidumbres,
tipo de errores, precisión, exactitud...**



LA SOLUCIÓN: FORMACIÓN

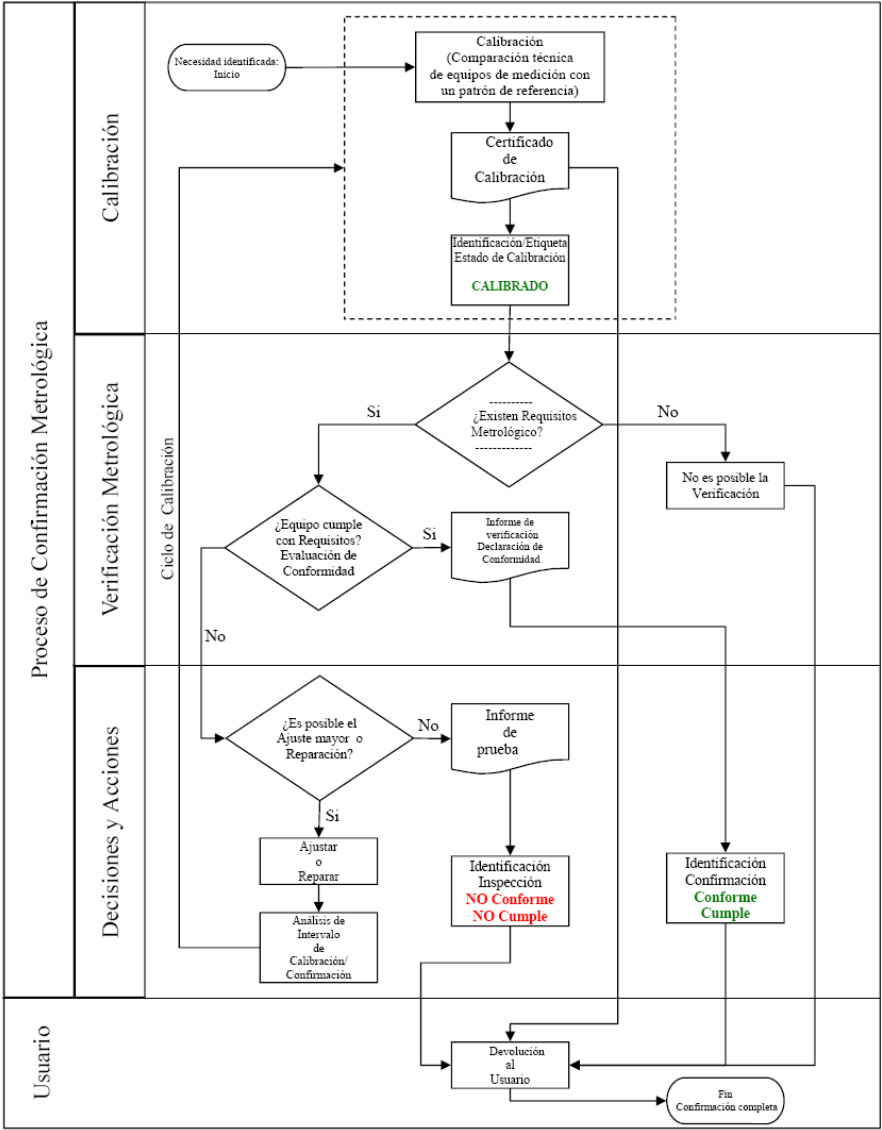


LIBROS Y DOCUMENTOS RECOMENDADOS

- > **VIM. Vocabulario Internacional de Metrología. CEM 2000**
- > **Metrología Abreviada. CEM 2009**
- > **Procedimientos de calibración del CEM.**
- > **EA-4/02 (ENAC) Evaluación de la incertidumbre de medida en las calibraciones. 2013**
- > **ISO-GUM. CEM 2000 Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida.**
- > **G-ENAC-09 Guía para la expresión de la incertidumbre en los ensayos cuantitativos**
- > **La Gestión de Procesos Metrológicos. Análisis e integración de un sistema de gestión de las mediciones (ISO 10012:2003). AENOR**
- > **NT-03 de ENAC. Política de ENAC sobre Intercomparaciones**
- > **NT-62 de ENAC. Evaluación de la trazabilidad metrológica de los resultados de medida**



PROCESO DE CONFIRMACION METROLÓGICA

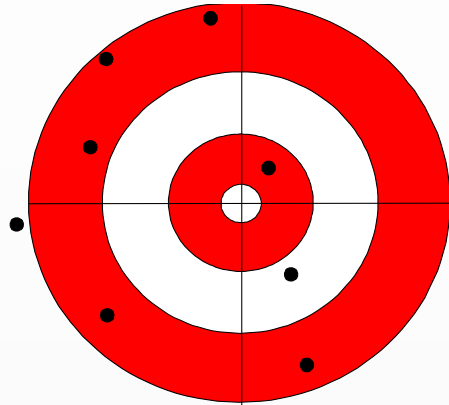


Fuente: ISO 10012:2003

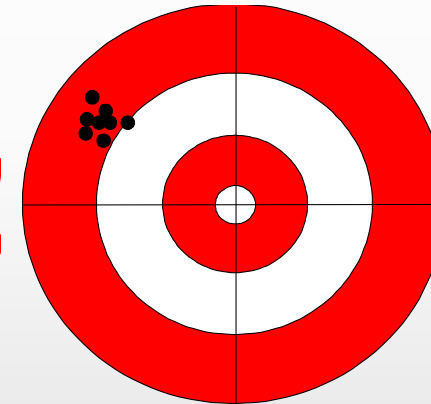
**MEDIR Y CALIBRAR: CAUSAS Y
CONSECUENCIAS**

CONCEPTOS METROLÓGICOS Y TRAZABILIDAD

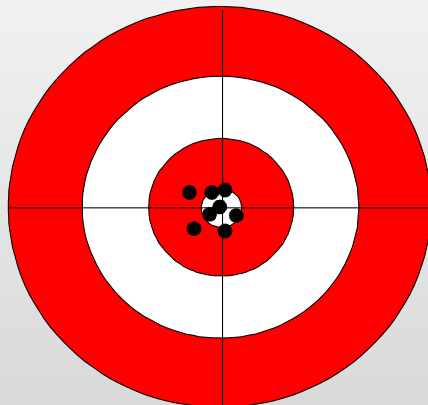
EXACTITUD Y PRECISIÓN



ESCASA PRECISIÓN
ESCASA EXACTITUD



BUENA PRECISION
ESCASA EXACTITUD



BUENA PRECISION
BUENA EXACTITUD

TRAZABILIDAD

Definición según VIM:

Propiedad de un **resultado de medida** 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 medida**.

TRAZABILIDAD



EL PROBLEMA DE LAS NACIONALIDADES

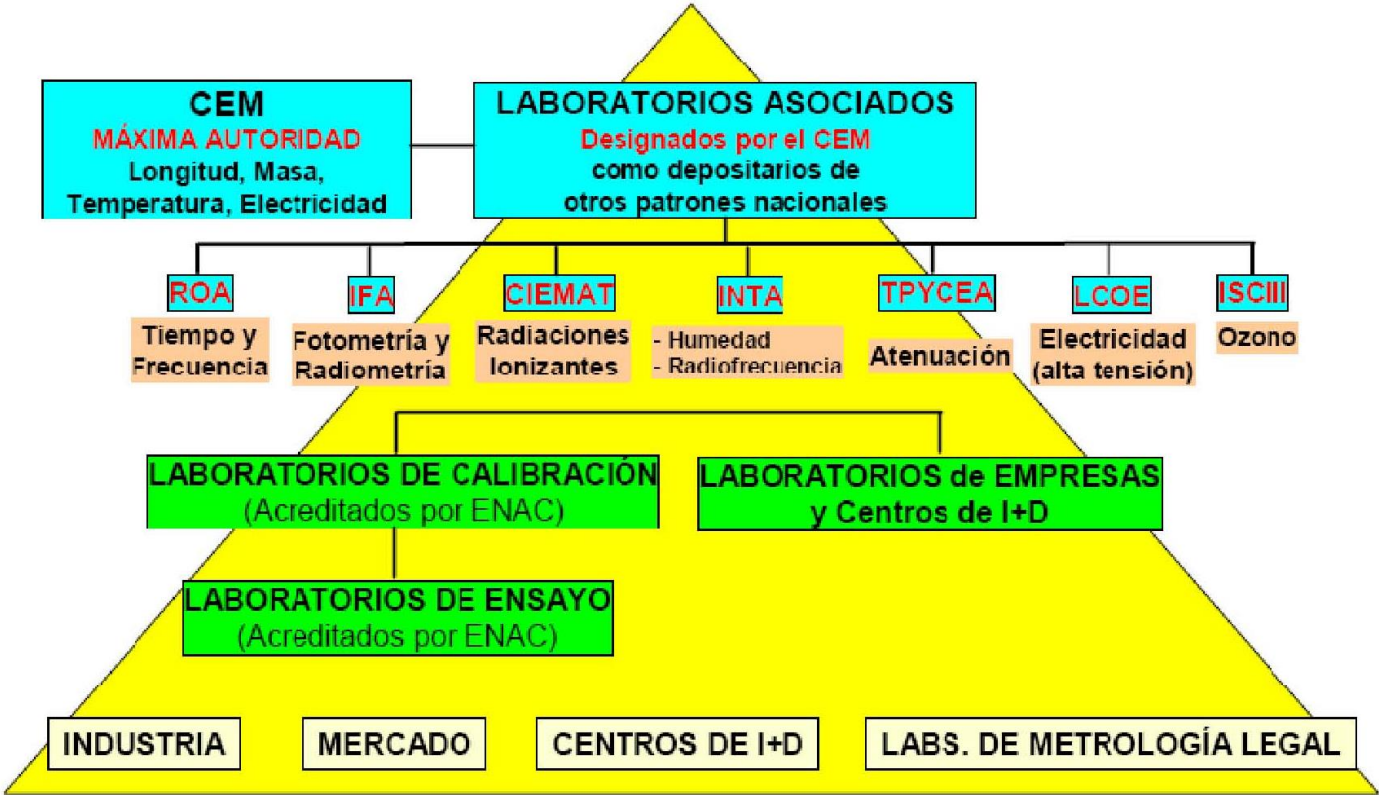


Necesaria una marca de reconocimiento Internacional...

INTERNATIONAL LABORATORY ACCREDITATION COOPERATION



TRAZABILIDAD DE LAS MEDIDAS SI



SISTEMA METROLÓGICO 

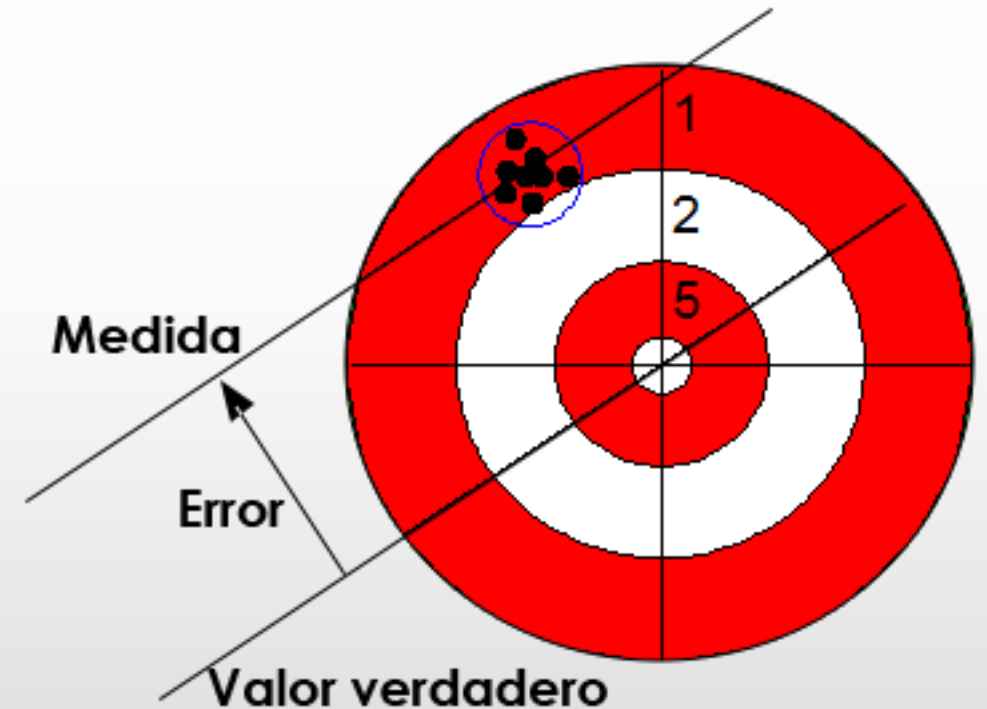
CORRECCIÓN

Diferencia entre el valor verdadero (o considerado como tal) del mensurando y la cantidad expresada de una medida.

$\text{Corrección} = - \text{Error}$

$\text{Valor verdadero} = \text{Medida} + \text{Corrección}$

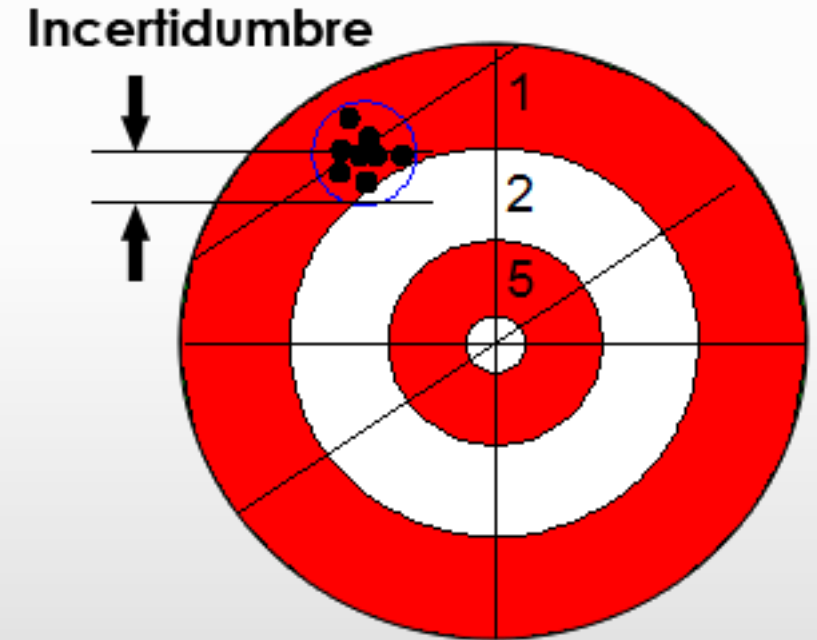
$\text{Valor verdadero} = \text{Medida} - \text{Error}$



INCERTIDUMBRE

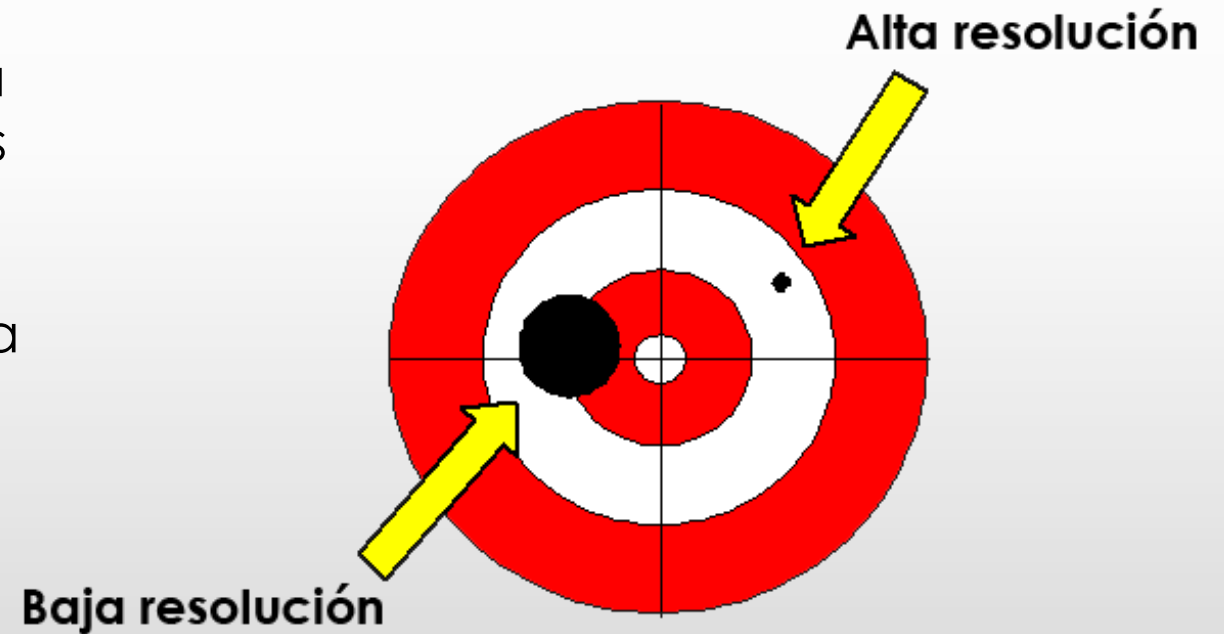
El intervalo de incertidumbre indica el grado de dispersión de n medidas de un mismo mensurando obtenidas en condiciones de repetibilidad. Según la normativa internacional es expresada como intervalo simétrico de valores:

(medida \pm incertidumbre)



RESOLUCIÓN

La variación más pequeña de la indicación de un instrumento que puede ser percibida de modo significativo. Para los instrumentos con indicaciones digitales, en la mayoría de los casos, equivale a una cifra menos significativa (a veces 2 ó 5 unidades). Para los instrumentos con indicaciones analógicas, la resolución depende también de la capacidad del operador y equivale, normalmente, desde una división a 1/5 de división.

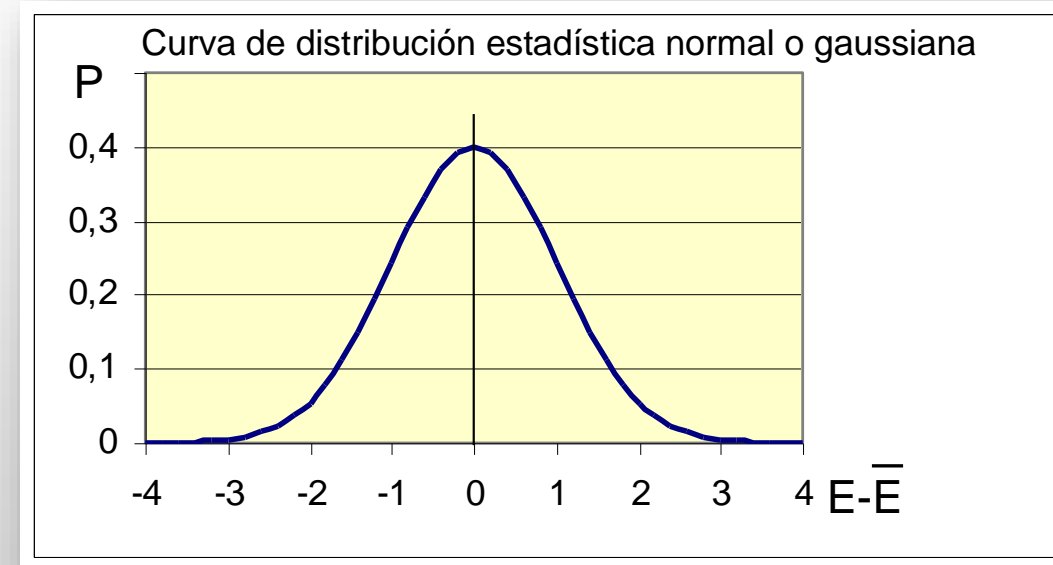


REPETIBILIDAD

Comportamiento de un instrumento de medida para reproducir el mismo valor del mismo mensurando. La definición es válida si las mediciones son efectuadas:

- con el mismo instrumento
- en las mismas condiciones y en la misma posición
- por el mismo técnico
- con los mismos procedimientos
- dentro de un breve periodo de tiempo (minutos-horas).

La repetibilidad se expresa en términos de dispersión de los valores medidos (desviación estándar σ de n valores) o también de varianza (σ^2).

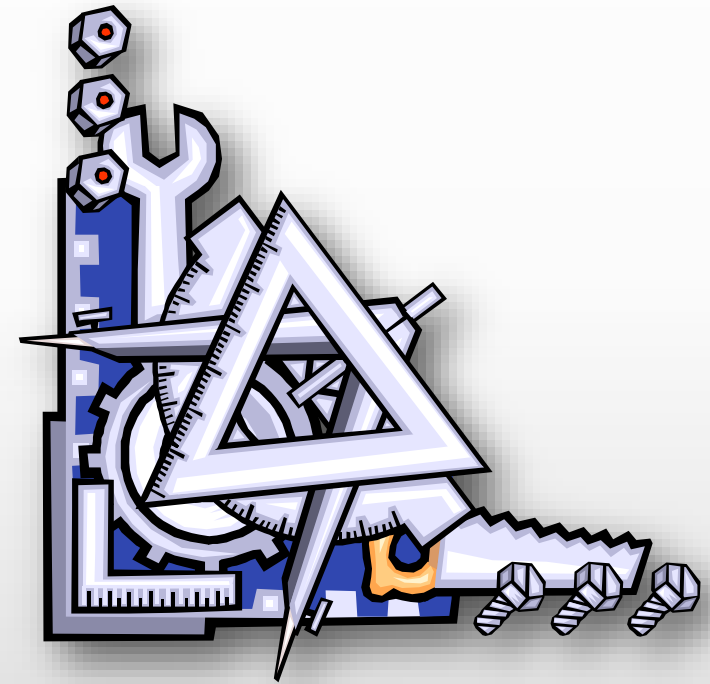


CLASE DE PRECISIÓN

Número que identifica el máximo error de indicación, positivo o negativo, consentido para un instrumento de medida en las condiciones especificadas. Incluye, normalmente, los errores de resolución, histéresis, linealidad y repetibilidad.

Es expresado, normalmente, como porcentaje del rango de medida.

En general las clases de instrumentos particulares son definidas por una norma específica.



Cómo ahorrar dinero en calibración



ESTABILIDAD



Comportamiento de un instrumento de medida a mantener en el tiempo las propias características metrológicas.

Ingredientes para ahorrar

1. Disponer de un histórico de 3 certificados consecutivos
2. Cuantificar una contribución a la incertidumbre
3. Realizar un cálculo de la incertidumbre según EA4/02

Cogemos los certificados

AÑO 1

| Ref | Ins | Error | U |
|-----|-----|-------|-----|
| 20 | 21 | 1 | 0,1 |
| 50 | 52 | 2 | 0,1 |
| 70 | 72 | 2 | 0,1 |

AÑO 2

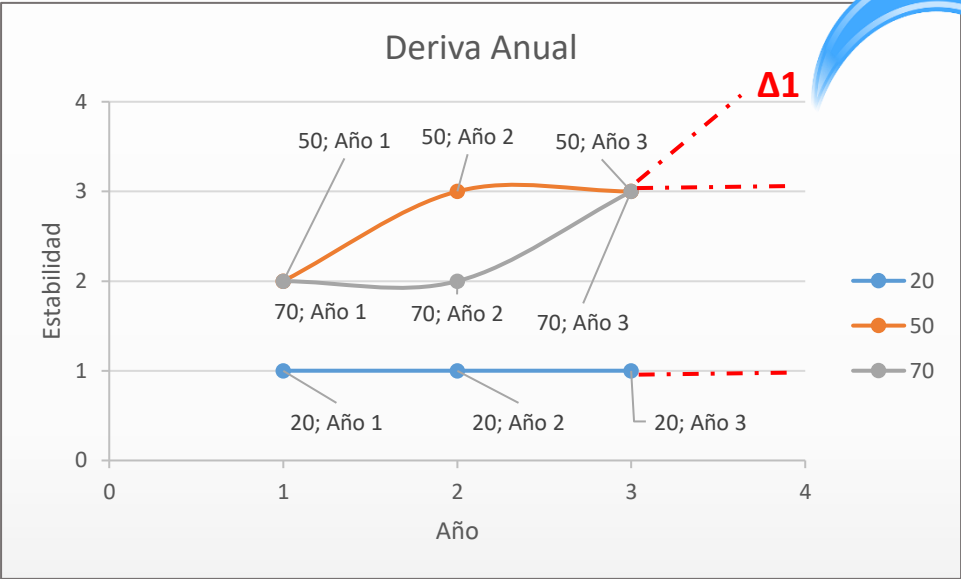
| Ref | Ins | Error | U |
|-----|-----|-------|-----|
| 20 | 21 | 1 | 0,1 |
| 50 | 53 | 3 | 0,1 |
| 70 | 72 | 2 | 0,1 |

AÑO 3

| Ref | Ins | Error | U |
|-----|-----|-------|-----|
| 20 | 21 | 1 | 0,1 |
| 50 | 53 | 3 | 0,1 |
| 70 | 73 | 3 | 0,1 |

Mismos puntos todos los años

Ingredientes para ahorrar



Cuantificar

$$u = \frac{e_{der}}{\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

Combinar

$$U_{uso} = 2 * \sqrt{u_{cal}^2 + u_{res}^2 + u_{der}^2} + |E_{max}| \quad \text{Periodo 1 año}$$

$$U_{uso} = 2 * \sqrt{u_{cal}^2 + u_{res}^2 + 2 * u_{der}^2} + |E_{max}| \quad \text{Periodo 2 años}$$

$$U_{uso} = 2 * \sqrt{u_{cal}^2 + u_{res}^2 + 3 * u_{der}^2} + |E_{max}| \quad \text{Periodo 3 años}$$

... ∞

¿Y ahora qué Termómetro....?



Especificaciones de Instrumentacion

✓ 0,5 % de la lectura

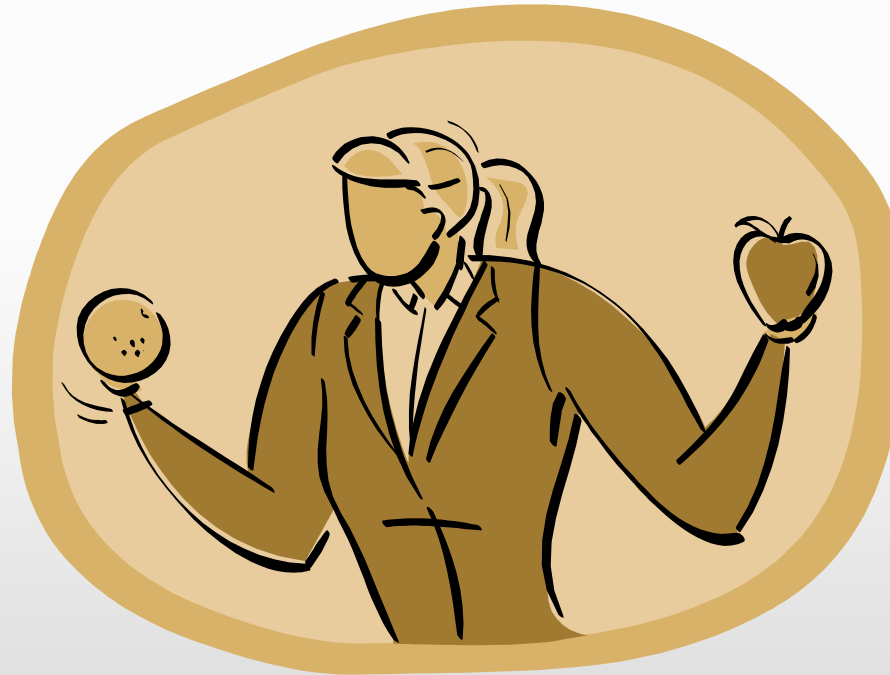
✓ 0,5 % FS (Full Scale)

✓ 0,5 °C

Y el \pm ?

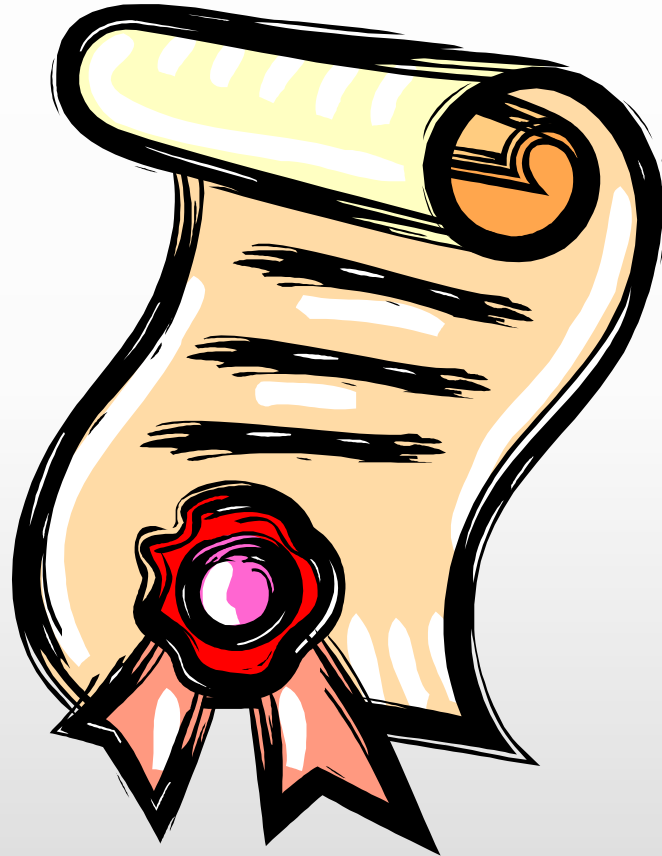
CALIBRACIÓN

Conjunto de operaciones que tienen por objeto establecer la relación que hay, en condiciones especificadas, entre los valores indicados por un instrumento de medida y los valores conocidos correspondientes de un mensurando.



Calibrar = Comparar

Certificado de calibración



**MEDIR Y CALIBRAR:
CAUSAS Y
CONSECUENCIAS**

**CERTIFICADO DE
CALIBRACIÓN TEMPERATURA**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número
Number

8852-9851

Página
Page

1 de 3

páginas
pages

CALTEX SISTEMAS, S.L
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
Av. Juan de La Cierva, N° 10 (N 7). 46980 Paterna (VALENCIA)
Tel.: 96 182 99 02 – Fax: 96 143 82 72
e-mail: caltex@caltex.es Web: http://www.caltex.es

| | |
|---|---|
| OBJETO <i>Item</i> | TERMÓMETRO DE LECTURA DIRECTA <i>SENSOR DE TERMOPAR</i> |
| MARCA <i>Mark</i> | -ebro- |
| MODELO <i>Model</i> | TTX 100 |
| IDENTIFICACIÓN <i>Identification</i> | CÓDIGO : NO CONSTA Nº SERIE : 50087497 |
| SOLICITANTE | SOLICITANTE dirección Población PROVINCIA |
| FECHA/S DE CALIBRACIÓN <i>Date/s of calibration</i> | 25/09/2017 |

| | |
|--|---|
| Signatario/s autorizado/s <i>Authorized signatory/ies</i> | Fecha de emisión <i>Date of issue</i> |
| Rafael Jiménez He revisado este documento 2016-03-09 12:11+01:00 | martes, 26 de septiembre de 2017 |

Responsable del centro

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC que ha comprobado las capacidades de medida y su trazabilidad a patrones nacionales o internacionales.
ENAC es el firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MLA) de calibración de European Cooperation for Accreditation (EA) y de International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC)
Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio de calibración CALTEX SISTEMAS.

This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC which has assessed the measurement capability of the laboratory and its traceability to national standards.
ENAC is one of the signatures of the Multilateral Agreement of the European Cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory CALTEX SISTEMAS.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



8852-9851

Página 2 de 3
Page of pages

El resultado de las medidas incluidas en el presente certificado ha sido obtenido aplicando el procedimiento N°.

LT-PC-05

The measurement results reported in this certificate were obtained following procedures N°.

CONDICIONES AMBIENTALES DE CALIBRACIÓN

Temperatura / Humedad Relativa [24,9 ~ 25] °C [52,2 ~ 50,8] %Hr

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN DEL INSTRUMENTO

Rango de Medida -18 ~ 70 °C Resolución / Div escala 0,1 / 0,1 °C
La sonda bajo calibración ha sido sumergida en los medios de temperatura controlada al menos 100 mm
Patrones de Trabajo 8026 8041 8042

NOTAS

Para valorar la repetibilidad del instrumento bajo calibración se repite la medida sobre la misma temperatura al principio y final de la calibración, encontrando diferencias no compatibles con la resolución del instrumento, por lo que se realiza una aportación adicional a la incertidumbre de 0,1 °C

INCERTIDUMBRES

Las contribuciones consideradas para el cálculo de la incertidumbre han sido todas las que afectan al método de calibración, incluyendo la resolución y la estabilidad a corto plazo del instrumento en calibración. No ha sido considerada la componente relativa a la estabilidad a largo plazo.

La incertidumbre expandida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$, que para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de aproximadamente el 95 %. El cálculo se ha efectuado conforme a la guía europea EA-4/02 M:2013.

Los valores e incertidumbres reportados en este documento, corresponden al momento y condiciones de las medidas.



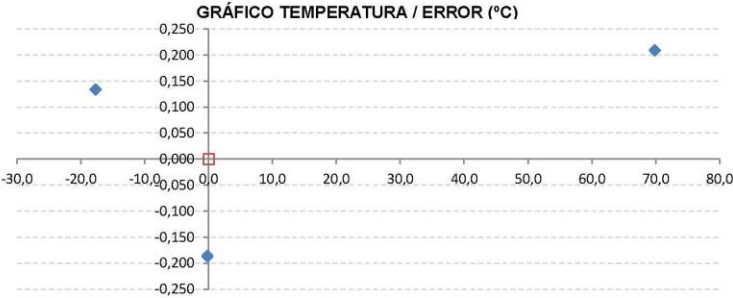
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

8852-9851

Página 3 de 3 páginas
Page of pages

RESULTADOS OBTENIDOS

| Temperatura | Temperatura | Error | Incertidumbre |
|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Referencia | Indicada | | expandida |
| t_ref | t_ind | t_ind-t_ref | U (k=2) |
| °C | °C | °C | °C |
| -17,83 | -17,70 | 0,13 | 0,50 |
| -0,01 | -0,20 | -0,19 | 0,50 |
| 69,64 | 69,85 | 0,21 | 0,50 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |



INCERTIDUMBRE DE CALIBRACIÓN

Incetidumbre resultado de una calibración. Es el producto de la comparación de dos medidas una materializada por un patrón de referencia y otra por el equipo al que se le quiere transferir la trazabilidad. Es la incertidumbre que se encuentra en el certificado de calibración.

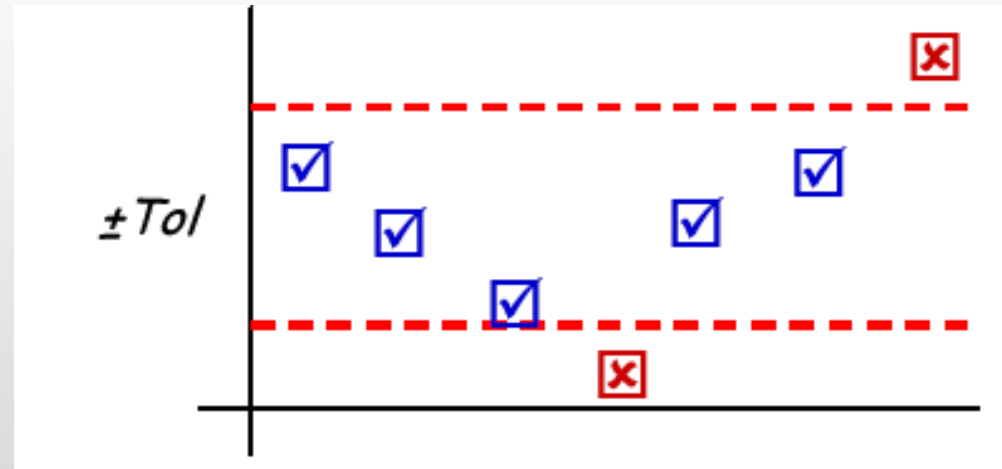
Las contribuciones que se suelen considerarse en la calibración es la del patrón de referencia, la del método de calibración, la resolución y la repetibilidad.

!!!! NO CONFUNDIR CON LA
INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO !!!!!

TOLERANCIA

Intervalo establecido en un reglamento o una instrucción técnica, dentro del cual, los resultados obtenidos en las mediciones de una magnitud, son aceptables

(medida \pm tolerancia)



CRITERIO PARA RELACIONAR TOLERANCIA CON INCERTIDUMBRE

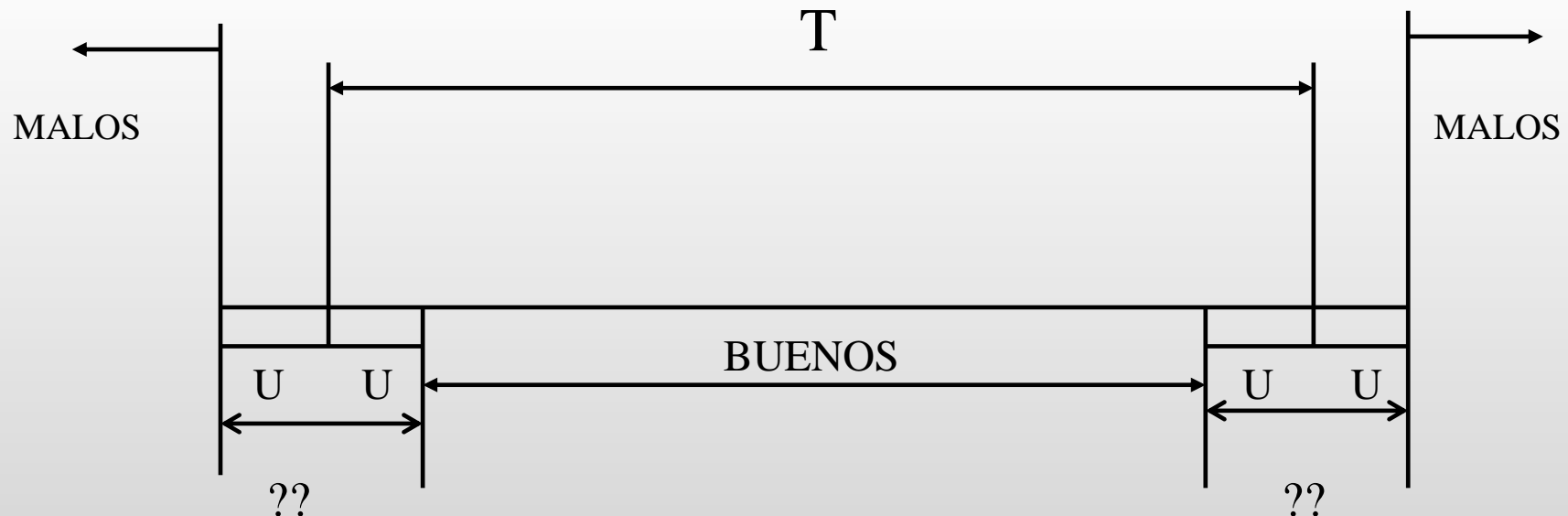


$$3 < \frac{T}{U} < 10$$

Fuente: *La Gestión de Procesos Metrológicos*. AENOR 2004

RELACIONES ENTRE TOLERANCIA E INCERTIDUMBRE:

- El disponer de equipos calibrados permite clasificar cualquier elemento fabricado, de acuerdo con una especificación, en bueno, malo o dudoso (conforme, no conforme o dudoso).



CRITERIO DE VERIFICACIÓN

$$T_v = T - U_{USO}$$

SIENDO:

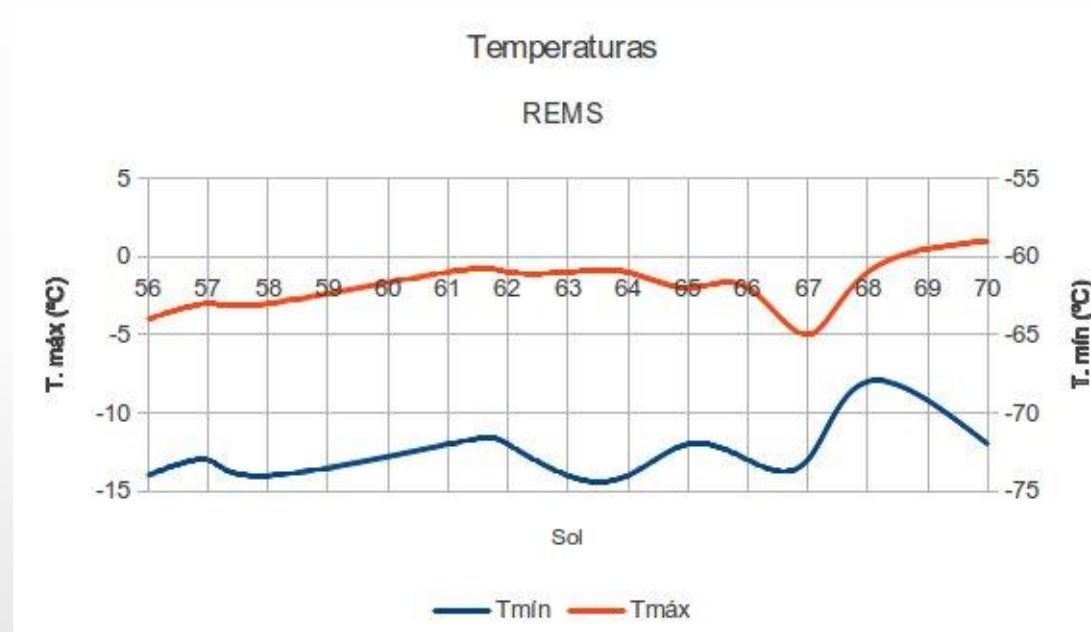
T_v = Tolerancia de verificación

T = Tolerancia del proceso

U_{USO} = Incertidumbre expandida de uso (Máxima Aceptable)

Fuente: UNE-EN ISO 14253-1:2015

TALLER DE VERIFICACIÓN DE TEMPERATURA



Experimentando...

GRACIAS





Programación Cursos

PRÁCTICOS 2023

Prepárate para la Acción...

<https://www.caltex.es/formacion/>