

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA MEDICIÓN, LA CALIBRACIÓN Y LA EVALUACIÓN TÉCNICA EN TERMOMETRÍA DE RADIACIÓN

Daniel Cárdenas García

El Marqués, Qro., México, diciembre 2018

SÓLO SE PERMITE SU REPRODUCCIÓN SIN FINES DE LUCRO Y HACIENDO REFERENCIA A LA FUENTE:

Cárdenas-García, D., Requerimientos técnicos para la medición y calibración en termometría de radiación, Centro Nacional de Metrología, México, diciembre 2018. Disponible en <<http://www.cenam.mx>>

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
OBJETIVO	4
REQUERIMIENTOS PARA LA MEDICIÓN	4
REQUERIMIENTOS PARA LA CALIBRACIÓN	6
REQUERIMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN TÉCNICA	9
ANEXO 1 TEMARIOS MÍNIMOS PARA LA CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DEDICADO A LA MEDICIÓN, CALIBRACIÓN Y EVALUACIÓN TÉCNICA EN TERMOMETRÍA DE RADIACIÓN	10

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA MEDICIÓN, LA CALIBRACIÓN, Y LA EVALUACIÓN TÉCNICA EN TERMOMETRÍA DE RADIACIÓN

INTRODUCCIÓN

Los termómetros de radiación miden el valor de temperatura de la superficie de un objeto por medio de la radiación electromagnética que ésta emite y la emisividad efectiva de la superficie en el intervalo de longitudes de onda de trabajo del termómetro de radiación.

La medición de temperatura con termometría de radiación tiene ventajas en ciertas aplicaciones y su uso ha ganado popularidad. Sin embargo, para calibrar y usar correcta y confiablemente los termómetros de radiación es necesario el uso de instrumentos y métodos adecuados, y que el personal tenga la competencia técnica.

Los requerimientos técnicos que aparecen en este documento son de utilidad para formar una lista de verificación para la evaluación, o autoevaluación, de la capacidad técnica de un laboratorio para la medición y calibración en termometría de radiación.

1. OBJETIVO

1.1 Establecer los requerimientos técnicos para la medición, la calibración y la evaluación técnica en termometría de radiación.

2. REQUERIMIENTOS PARA LA MEDICIÓN

Los requerimientos para la medición comprenden los requerimientos para el personal, los instrumentos y métodos de medida, la estimación de la incertidumbre y la expresión de los resultados.

2.1 Requerimientos para el personal.

El personal debe estar capacitado en:

- Metrología básica.
- Fundamentos de termometría de radiación.
- Medición en termometría de radiación.

La evidencia de la capacitación debe ser la documentación, expedida por una institución reconocida, que acredite la capacitación en los temas señalados. Adicionalmente, tendrá que aprobar el examen de competencias para la medición en termometría de radiación del CENAM.

En el ANEXO 1 se da una lista más detallada de los requerimientos de los puntos anteriores.

2.2 Requerimientos para el instrumento de medición.

Se debe tener información documentada de:

- estado vigente de calibración (certificado o informe de calibración) y conservación metrológica,
- intervalo de longitudes de onda de trabajo (respuesta espectral del instrumento)
- función del efecto de tamaño de fuente (reporte o informe de medición)
- efecto de la deriva (reporte o informe de medición)

2.3 Requerimientos para el método de medición.

Se debe tener evidencia de que el método de medición:

- está validado por el Centro Nacional de Metrología
- incluye las instrucciones para que el montaje experimental de medición permita la repetibilidad y reproducibilidad de las mediciones
- incluye el estudio de las condiciones ambientales y de radiación reflejada para establecer su influencia en la medición (reporte o informe del estudio)
- incluye el estudio de la emisividad espectral de lo que se desea medir
- mantiene la cadena de trazabilidad

2.4 Requerimientos para la estimación de la incertidumbre.

Se debe tener evidencia de la estimación de la contribución de al menos las siguientes magnitudes de influencia:

2.4.1 Para el instrumento de medición

Magnitud de influencia	Documento
Incertidumbre de la calibración	Certificado
Estabilidad del instrumento	Informe de estudio
Incertidumbre de medición con el instrumento	Informe de estudio
Efecto de tamaño de fuente	Informe de estudio
Efecto de la deriva	Informe de estudio
Efecto del ajuste de emisividad	Informe de estudio

2.4.2 Para el montaje experimental y la medición

- Condiciones ambientales: medición y registro.
- Radiación reflejada: determinación experimental o informe de estudio.
- Emisividad de la superficie del objeto que se mide: informe.
- Uniformidad térmica (gradientes) de la superficie: determinación experimental o informe.
- Estabilidad térmica de la superficie: determinación experimental o informe.
- Tamaño de fuente: determinación experimental o informe.

2.5 Requerimientos para el informe de medición.

Debe incluir lo establecido en la norma NMX-EC-17025-IMNC vigente.

3. REQUERIMIENTOS PARA LA CALIBRACIÓN

3.1 Requerimientos para el personal.

Adicionalmente a los requerimientos establecidos en el punto 2.1, se debe tener evidencia de que el personal está capacitado para realizar calibraciones en termometría de radiación, y de que aprobó el examen de competencias para la calibración en termometría de radiación del CENAM.

Nota: La evidencia de la capacitación debe ser la documentación que acredite la capacitación en los temas señalados en el ANEXO 1.

3.2 Requerimientos para el sistema de referencia

3.2.1 Si el termómetro de referencia es un termómetro de contacto, se debe tener evidencia de que se cuenta con la información de:

- Estado vigente de calibración.
- Profundidad de inmersión en la fuente de radiación.
- Diferencia de temperatura entre la superficie radiante y la temperatura leída por el termómetro de referencia.
- Anclaje térmico (fugas térmicas): estudio de profundidad de inmersión.
- Estudio de deriva.

3.2.2 Si el termómetro de referencia es un termómetro de radiación, se debe tener evidencia de que se cuenta con la información de:

- Estado vigente de calibración.
- Intervalo de longitudes de onda de trabajo (respuesta espectral del termómetro).
- Función del efecto de tamaño de fuente.
- Estudio de deriva.

3.2.3 Requerimientos para la fuente de radiación.

Se debe tener la información de los valores e incertidumbres de:

- Dimensiones de la superficie radiante
- Uniformidad de temperatura de la superficie radiante
- Estabilidad en temperatura de la superficie radiante
- Emisividad efectiva en los intervalos de longitudes de onda de trabajo de los termómetros de radiación que calibra. La incertidumbre de la emisividad efectiva de una fuente radiante es función de la emisividad intrínseca del material de su(s) superficie(s) radiante(s), su no isotermicidad (gradientes de temperatura), sus dimensiones geométricas y sus imperfecciones.
- Efectos por intercambio térmico de la superficie radiante con el medio ambiente por radiación y convección.

3.3 Requerimientos para las instalaciones.

Se deben tener instalaciones designadas para la calibración de termómetros de radiación, que cuenten con:

- El control y registro de temperatura ambiente.
- El registro de valores de humedad relativa. El control de humedad puede ser necesario en algunos casos.
- Control de la radiación extraviada.
- Control de polvos y vapores.

3.4 Requerimientos para el montaje experimental.

El montaje experimental de medición debe garantizar la colocación estable de los instrumentos y la repetibilidad de las posiciones relativas de los termómetros y las fuentes de radiación para disminuir su influencia en los resultados experimentales.

3.5 Requerimientos para el método de calibración.

Se debe tener evidencia de que el método de calibración:

- Está validado por el Centro Nacional de Metrología.
- Incluye las condiciones de aceptación o rechazo de un instrumento para su calibración.
- Mantiene la cadena de trazabilidad.
- Asegura los resultados de la calibración.

3.6 Requerimientos para la estimación de la incertidumbre.

Se debe tener evidencia de que se estiman las contribuciones de al menos las siguientes magnitudes de influencia:

- Fuente radiante
 - Emisividad efectiva en el intervalo de longitudes de onda del termómetro de radiación bajo calibración.
 - Pérdidas térmicas: intercambio térmico de la fuente con su entorno.
 - Uniformidad de temperatura de la superficie radiante.
- Termómetro de contacto de referencia
 - Calibración.
 - Profundidad de inmersión.
 - Anclaje térmico (fugas térmicas): pruebas de inmersión.
 - Deriva.
- Termómetro de radiación de referencia.
 - Calibración.
 - Efecto de tamaño de fuente.
 - Deriva.
- Montaje experimental.
 - Radiación del medio ambiente.
 - Repetibilidad de la posición.
 - Tamaño de fuente.

3.7 Requerimiento para el informe de calibración.

Debe incluir lo establecido en la norma NMX-EC-17025-IMNC vigente.

4. REQUERIMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN TÉCNICA

4.1 El personal que evalúe técnicamente los procesos de medición o de calibración debe mostrar evidencia de capacitación en los requerimientos establecidos para el personal responsable de efectuar calibraciones y, adicionalmente,

- la norma NMX-EC-17025-IMNC vigente, y
- la metodología de auditoría.

La evidencia de la capacitación debe ser la documentación que acredite la capacitación en los temas señalados en el ANEXO 1. Adicionalmente, tendrá que aprobar el examen de competencias para la evaluación técnica en termometría de radiación del CENAM.

4.2 La lista de verificación que utilice el evaluador deberá cubrir, al menos, todos los requerimientos establecidos en este documento.

ANEXO 1

Temarios mínimos para la capacitación del personal dedicado a la medición, calibración o evaluación técnica en termometría de radiación.

- Metrología básica.
 - Vocabulario.
 - Estadística básica.
 - Mensurando.
 - Modelo matemático.
 - Tipos de incertidumbres.
 - Análisis de incertidumbres.
 - Determinación analítica y experimental de los coeficientes de sensibilidad.

- Fundamentos de termometría de radiación.
 - Leyes de la termodinámica (concepto de temperatura termodinámica).
 - Espectro electromagnético.
 - Interacción radiación electromagnética-materia (Absorción, reflexión y transmisión).
 - Ley de Kirchhoff (Absorción y emisión).
 - Radiación electromagnética en una cavidad isotérmica.
 - Radiancia espectral.
 - Ley de radiación de Planck.
 - Temperatura de radiancia.
 - Emisividad espectral direccional.

- Medición en termometría de radiación
 - La Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT-90).
 - Relación de T_{90} con T .
 - Uso de la información del certificado de calibración.
 - Temperaturas debajo del PS Ag: Ecuación de interpolación de Sakuma-Hattori y obtención de los coeficientes A , B y C .
 - Temperaturas arriba del PS Ag: Ecuación de extrapolación.
 - Corrección de error por incompatibilidad del valor de emisividad de la superficie con la de operación del termómetro.
 - Magnitudes de influencia del termómetro de radiación.
 - Efecto de tamaño de fuente.
 - Respuesta espectral
 - Linealidad.
 - Deriva.

- Magnitudes de influencia en el montaje experimental de medición.
 - Absorción.
 - Radiación extraviada.
 - Transmitancia del medio.
 - Temperatura ambiental.
- Resultado de la medición.
- Análisis de incertidumbre.
- Obtención del resultado al medir un objeto con emisividad menor que uno.

- Calibración en termometría de radiación.
 - Métodos de calibración.
 - Efecto de tamaño de fuente del patrón y del instrumento bajo calibración (IBC)
 - Respuesta espectral (patrón e IBC).
 - Emisividad efectiva de la fuente de radiación.
 - Estimación de la temperatura de referencia.
 - Estimación de errores de medida.
 - Estimación de coeficientes de sensibilidad.
 - Estimación de la incertidumbre.

- Metodología de evaluación técnica
 - Competencias del evaluador técnico.
 - Elementos para la conducción de auditorías.
 - Principios de auditoría.
 - Elaboración del plan de auditoría.
 - Lista de verificación.
 - Auditoría.
 - Revisión de resultados.
 - Reunión de cierre.
 - Preparación del informe de auditoría.

-Fin del documento-