


CONTENIDO

1	OBJETIVO.....	3
2	DESTINATARIOS.....	3
3	GLOSARIO.....	3
4	REFERENCIAS.....	5
5	GENERALIDADES.....	5
6	REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PROCEDIMIENTO.....	7
7.	DESCRIPCIÓN DE ETAPAS Y ACTIVIDADES.....	8
	7.1 ETAPA 1: RECEPCIONAR Y REVISAR EL ESTADO DEL IBC.....	8
	7.1.1 Recepcionar y revisar el estado del IBC.....	8
	7.1.2 Realizar operaciones previas al IBC.....	9
	7.2 ETAPA 2: CALIBRAR EL IBC.....	9
	7.2.1 Calibrar el IBC.....	9
	7.3 ETAPA 3: CALCULAR, ANALIZAR LOS DATOS REGISTRADOS DE LA INCERTIDUMBRE DEL IBC Y GENERAR LOS RESULTADOS DE CALIBRACIÓN.....	11
	7.3.1 Calcular la corrección.....	11
	7.3.2 Calcular la incertidumbre de la corrección de temperatura.....	11
	7.3.3 Calcular la incertidumbre de la corrección del porcentaje de humedad relativa.....	13
	7.3.4 Generar los resultados de la calibración del IBC.....	18
	7.3.5 Identificar el IBC calibrado.....	18
	7.3.6 Elaborar y enviar certificado de calibración.....	18
	7.4 ETAPA 4. REVISAR, AUTORIZAR, ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Y EL INSTRUMENTO CALIBRADO.....	19


Elaborado por:	Revisado y Aprobado por:	Aprobación Metodológica por:
Nombre: Stivinson Córdoba Sánchez y Yenny Hernández Cargo: Contratistas de Dirección de Investigaciones para el Control y Vigilancia de Reglamentos técnicos y Metrología Legal	Nombre: Ana María Prieto Rangel Cargo: Director de Investigaciones para el Control y Vigilancia de Reglamentos técnicos y Metrología Legal	Nombre: Amanda Estella Pedraza Rodríguez Cargo: Representante de la Dirección para el Sistema de Gestión de Calidad Fecha: 2023-07-04

Cualquier copia impresa, electrónica o de reproducción de este documento sin la marca de agua o el sello de control de documentos, se constituye en copia no controlada.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE TERMOHIGRÓMETROS	Código: RT03-P21
		Versión: 4
		Página 2 de 24

7.4.1	Revisar el certificado de calibración por el responsable de la dirección técnica (sustituto) y el responsable del SGL, antes de su liberación o emisión:	19
7.4.2	Entregar el IBC y el certificado de calibración	22
7.4.3	Aplicar la encuesta de satisfacción RT03-F07	23
8.	DOCUMENTOS RELACIONADOS.....	23
9.	RESUMEN CAMBIOS RESPECTO A LA ANTERIOR VERSIÓN	24

COPIA NO CONTROLADA OBSOLETA

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE TERMOHIGRÓMETROS	Código: RT03-P21
		Versión: 4
		Página 3 de 24

1 OBJETIVO

Establecer y definir las operaciones a seguir en las calibraciones de las magnitudes de temperatura y humedad relativa de termohigrómetros, por el método de comparación en el laboratorio de calibración, a los usuarios definidos en el procedimiento RT03-P08.

2 DESTINATARIOS

Servidores públicos y/o contratistas que hagan parte del laboratorio de calibración de la SIC.

3 GLOSARIO

CADENA DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA: sucesión de patrones y calibraciones que relacionan un resultado de medida con una referencia.

CALIBRACIÓN: operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, 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 medida a partir de una indicación.

CORRECCIÓN: compensación de un efecto sistemático estimado.

ERROR MÁXIMO PERMITIDO (EMP): valor extremo del error de medida, con respecto a un valor de referencia conocido, permitido por especificaciones o reglamentaciones, para una medición, instrumento o sistema de medida dado.

HIGRÓMETRO: Instrumento que mide la humedad relativa.

HISTÉRESIS: Propiedad de un instrumento de medida cuya respuesta a una señal de entrada determinada, depende de la secuencia de las señales de entrada precedentes.

HUMEDAD: Es la presencia de vapor de agua en el aire (o en cualquier otro gas).

HUMEDAD RELATIVA: La razón de la presión de vapor a la presión de vapor de saturación, se expresa en porcentaje.

INCERTIDUMBRE DE MEDIDA: parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza.

RESOLUCIÓN: La menor diferencia de indicación de un dispositivo visualizador digital, diferencia de la indicación que corresponde al cambio de una unidad en la cifra menos significativa.

RESPONSABLE DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA: es el servidor público o contratista encargado de autorizar los certificados de calibración y al personal clave para la realización de las calibraciones.

RESPONSABLE DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LOS LABORATORIOS-SGL: es el servidor público o contratista encargado de diseñar, documentar, implementar y hacer seguimiento a todos los documentos propios del laboratorio, así como los documentos definidos en el SIGI.

RESPONSABLE DE LAS CALIBRACIONES: servidor público o contratista que realiza la calibración de los termómetros digitales, según lo definido en este procedimiento.


SIC CALIBRA: Aplicativo que busca automatizar y agilizar mediante un sistema de gestión las solicitudes de calibración de los equipos de medición.

TERMISTOR: Sensor construido con un material semiconductor cuya resistencia varía con la temperatura.

TERMÓMETRO: Conjunto indicador más sensor o termómetro digital. Instrumento de medición dedicado a mediciones de temperatura con una indicación digital en unidades de temperatura: °C, °F, K. Constituido por un indicador y un sensor.

TERMOPAR: Consiste en dos alambres conductores de distinta naturaleza cuyos dos extremos están conectados juntos en la unión de medición (unión caliente) y sus otros dos extremos están conectados a un instrumento que mide la fuerza electromotriz (fem) generada en el circuito y que es asociada a la diferencia neta de temperatura o gradiente de temperatura que existe a lo largo de la longitud de los alambres. El termopar también se denomina termocupla.

TRAZABILIDAD METROLÓGICA: 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.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE TERMOHIGRÓMETROS		Código: RT03-P21
			Versión: 4
			Página 5 de 24

TERMOHIGRÓMETRO: Instrumento que mide temperatura y humedad relativa ambiente.

4 REFERENCIAS

Jerarquía de la norma	Numero/Fecha	Título	Artículo	Aplicación Específica
Decreto	1595 de 2015	Por el cual se dictan normas relativas al Subsistema Nacional de la Calidad y se modifica el capítulo 7 y la sección 1 del capítulo 8 del título 1 de la parte 2 del libro 2 Del Decreto Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria Y Turismo, Decreto 1074 de 2015 y se dictan otras disposiciones	Sección 2, artículo 2.2.1.7.2.1	Definiciones
CEM-TH-001	2019	Calibración de termómetros digitales (de lectura directa)	Numeral 3	Definiciones.
INM/GTM-T/01	Versión No. 1 2019-12-05	Guía para la calibración de termómetros digitales con sensor tipo PRT, termistor y termopar en baños líquidos y hornos de bloque metálico.	Sección 6.5.2	Incertidumbre por interpolación.
ILAC-G8:09	2019	Guidelines on decision rules and statements of conformity.	Sección 4.2.2	Declaración de conformidad.
ISO/IEC 17025	2ª edición 2017	Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración	Aplicación total	Competencia para la calibración de termómetros digitales.
PEC16	2015	Procedimiento calibración de termohigrómetros	Aplicación total	Calibración de los termohigrómetros.
VIM	3ª edición 2012	Vocabulario intencional de metrología. Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados.	Aplicación total	Para sistemas de conceptos fundamentales y generales utilizados en metrología.
GUM	2008	Guía para estimar la incertidumbre de la medición	Aplicación total	Lineamientos para estimar incertidumbres.

5 GENERALIDADES

Los termómetros usados para medir condiciones ambientales, en general, son termistores o resistencias de platino unidos a sensores de humedad. Debido a que el objetivo de estos termómetros es medir la temperatura del aire, es altamente

recomendable calibrarlos en aire también (en lugar de inmersos en baños líquidos), por tal razón se utiliza una cámara climática. Las incertidumbres alcanzadas por calibraciones en aire son mayores que las alcanzadas en baños líquidos o bloques secos debido a las diferencias en la conductividad térmica y los fenómenos de transporte en el medio.

La calibración en este procedimiento se refiere a la comparación entre un patrón (termohigrómetro), y un instrumento bajo calibración (en adelante IBC), tanto el patrón como el IBC son termohigrómetros que tienen sensores en temperatura y humedad relativa (también puede suceder el caso de que el IBC sea solo termómetro ó solo higrómetro), los cuales se calibran y se emiten certificados de calibración por separado, uno para temperatura y otro para humedad relativa.

El objetivo final de la calibración es obtener el valor corrección C tanto en temperatura como en humedad relativa de las mediciones del termohigrómetro con sus respectivas incertidumbres, las correcciones están definidas por las ecuaciones (1) y (2):

$$C = t_R - t_{IBC} \quad (1)$$

$$C = \varphi r_R - \varphi r_{IBC} \quad (2)$$

La ecuación (1) se refiere a la corrección en temperatura, y la ecuación (2) se refiere a la corrección en humedad. Donde t_R es la temperatura de la referencia, dada por el termómetro patrón y t_{IBC} la temperatura medida por el termohigrómetro bajo calibración y φr_R es la humedad relativa de la referencia, dada por el termohigrómetro patrón y φr_{IBC} la humedad relativa medida por el termohigrómetro bajo calibración. Para llevar a cabo esta actividad es necesario el siguiente equipamiento:

- Cámara climática.
- Termómetro patrón PRT
- Higrómetro patrón
- Termohigrómetro (condiciones ambientales)
- Sistema de cámara de video
- Deshumidificador

La cámara climática debe estar caracterizada en temperatura y humedad relativa en el alcance definido por un laboratorio acreditado por 17025 y/o INM.

Es importante que la cámara climática en el momento de la calibración, la humedad relativa del laboratorio no supere el 52 % hr según recomendación de fabricante,

para lograr la estabilidad en los puntos críticos, en el caso de que el laboratorio supere esta humedad es necesario el uso del deshumidificador.

Nota 1: Para los parámetros de las condiciones ambientales se debe remitir a lo definido en el procedimiento seguimiento de condiciones ambientales RT03-P07.

6 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PROCEDIMIENTO

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
1	RECEPCIONAR Y REVISAR EL ESTADO DEL (IBC)	Solicitud de calibración de equipos RT03-F08 y/o SIC-CALIBRA	Comprende las siguientes actividades: - Recepcionar y revisar el estado del IBC. - Realizar operaciones previas al IBC	Responsable de dirección técnica y/o Suplente Responsable de la calibración	Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09 Informe equipos no aptos RT03-F63
2	CALIBRAR EL IBC	Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09 diligenciada. IBC Equipamiento patrón	Comprende la siguiente actividad: - Calibrar el IBC	Responsable de la calibración	Hojas de cálculo para calibración de termohigrómetros-temperatura RT03-F58 Diligenciada Hojas de cálculo para calibración de termohigrómetros-humedad RT03-F60 Diligenciada
3	CALCULAR, ANALIZAR LOS DATOS REGISTRADOS DE LA INCERTIDUMBRE DEL IBC Y GENERAR LOS RESULTADOS DE CALIBRACIÓN	Patrones de trabajo Hojas de cálculo para calibración de termohigrómetros-temperatura RT03-F58 con registro de datos Hojas de cálculo para	Comprende las siguientes actividades: - Calcular la corrección - Calcular la incertidumbre de la corrección de temperatura. - Calcular la incertidumbre de la corrección del	Responsable de la calibración	Hojas de cálculo para calibración de termohigrómetros-temperatura RT03-F58 Diligenciada Hojas de cálculo para calibración de termohigrómetros-humedad RT03-F60

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
		calibración de termohigrómetros-humedad RT03-F60 con registro de datos	<p>porcentaje de humedad relativa.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generar los resultados de la calibración del IBC - Identificar el IBC calibrado. - Elaborar y enviar certificado de calibración. 		Diligenciada
4	REVISAR, AUTORIZAR, ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Y EL INSTRUMENTO CALIBRADO	<p>IBC calibrado</p> <p>Lista de chequeo para recepción de equipos a calibrar RT03-F09 Con registro de datos</p>	<p>Comprende las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisar el certificado de calibración por el responsable de la dirección técnica (sustituto) y el responsable del SGL, antes de su liberación o emisión. - Entregar el IBC y el certificado de calibración. - Aplicar la encuesta de satisfacción RT03-F07 	Responsable de dirección técnica y/o suplente	<p>Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09 Totalmente diligenciada</p> <p>Certificado de calibración de termohigrómetros-temperatura RT03-F59</p> <p>Certificado de calibración de termohigrómetros-humedad RT03-F61</p>


7. DESCRIPCIÓN DE ETAPAS Y ACTIVIDADES

7.1 ETAPA 1: RECEPCIONAR Y REVISAR EL ESTADO DEL IBC

Recepcionar el IBC, en el área destinada para tal fin, de las instalaciones del INM, teniendo en cuenta las siguientes actividades:

7.1.1 Recepcionar y revisar el estado del IBC

Recepcionar y revisar el estado del IBC, diligenciando el formato RT03-F09, y de observar o detectar oxidación, imperfecciones, abolladuras, fisuras, golpe, no encendido si no presenta todas sus partes, se deja la respectiva evidencia

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE TERMOHIGRÓMETROS	Código: RT03-P21
		Versión: 4
		Página 9 de 24

fotográfica, se deja la aclaración que si es necesario el laboratorio liberará memoria de los datos del IBC y se realiza lo siguiente:

- Elaborar comunicación radicada en el sistema de trámites, teniendo en cuenta el radicado de la solicitud de calibración RT03-F08.
- Devolver el equipo con el informe de no aptos RT03-F63

Si el IBC está en condiciones para calibrar, se continúa con la siguiente actividad.

Nota 2: Una vez se ingresa el equipo a calibrar, se debe cargar en el sistema de trámites el registro RT03-F09 con el siguiente perfil: trámite: 23, evento: 0 y actuación 902 y/o por SIC CALIBRA.

7.1.2 Realizar operaciones previas al IBC

Encender y corroborar que el IBC mida la temperatura y humedad relativa ambiente comparando con el termohigrómetro de condiciones. Adicionalmente revisar que contenga baterías apropiadas y estas funcionen correctamente, de igual manera verificar que no se presenten daños en la pantalla indicadora del equipo o en los cables conectores.

Punto de control: revisar el estado del IBC, dejando el respectivo soporte en el formato RT03-F09.


7.2 ETAPA 2: CALIBRAR EL IBC

En esta etapa se realizan las siguientes actividades:


7.2.1 Calibrar el IBC.

Para realizar esta actividad, se deben llevar a cabo los siguientes pasos:

- Si el IBC y/o el patrón cuentan con software de adquisición de datos, verificar que se pueden descargar los datos, se esté grabando la información y coincidan las fechas y horas entre los equipos. Si es posible grabar cada minuto. En el caso de que el IBC ó el patrón no cuenten con herramientas para adquirir los datos, verificar el sistema de grabación de las cámaras, que esté grabando y tenga la memoria de grabación con suficiente espacio.
- Introducir el IBC cómo el patrón en la cámara climática, cuidando de mantener los sensores dentro del espacio destinado a la calibración según estudio de uniformidad de la caracterización realizada.

	<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE TERMOHIGRÓMETROS</p>	Código: RT03-P21
		Versión: 4
		Página 10 de 24

- Programar en orden de medición los siguientes puntos de calibración en temperatura: 10 °C, 20 °C, 39,5 °C y 20 °C a 50 % hr. Si el cliente solicita otros puntos programarlos en forma ascendente y tomando el punto de histéresis.
- Programar en orden de medición de puntos de calibración en humedad: 30 % hr, 50 % hr, 80 % hr y 30 % hr a 20 ° C y repetir lo indicado en el ítem anterior para cada punto.
- En el caso de que el IBC tenga software de adquisición de datos, la cámara se programará 4 horas por punto y cuando termine todo el ciclo de la calibración de temperatura y humedad relativa, se descargarán los datos tanto del IBC como del patrón; Se analizan todos los datos, se escogen los 9 datos más estables según el patrón y se diligencian en la hoja de cálculo para calibración de termohigrómetros- temperatura RT03-F58 y en la hoja de cálculo para la calibración de termohigrómetros-humedad RT03-F60 .
- En el caso de que el IBC no tenga software de adquisición de datos, se debe revisar constantemente que el sistema de medición (cámara climática y patrón de medición no varíen más de 0.3 °C y 0.5 %hr en un lapso de 10 minutos) alcancen la estabilidad térmica en cada punto, y se registran 9 datos con un intervalo de un minuto cada dato.
- Independientemente a la forma en que se tomen los datos se deben registrar en los formatos RT03-F58 y RT03-F60, respectivamente.
- En los formatos mencionados en el ítem anterior se debe verificar si cada uno de los puntos de calibración pasa la prueba de estabilidad, la cual se compara y debe ser menor con la emitida en el informe de caracterización de la cámara; si la estabilidad es mayor a la reportada en la caracterización, se debe repetir el punto de calibración revisando las posibles causas de la inestabilidad, en el caso de que la estabilidad nuevamente sea mayor, revisar interna y externamente la cámara climática, además del sensor y demás componentes del patrón. Si persiste la inestabilidad se debe repetir el punto las veces que sea necesario teniendo en cuenta los tiempos establecidos para la calibración, de no encontrar solución durante el periodo de calibración se debe enviar comunicación al usuario donde se notifica que se ampliará el tiempo de calibración teniendo en cuenta la programación del laboratorio y/o se suspenderá la calibración hasta encontrar solución al sistema de medición.
- Para el registro de los datos también se puede obtener descargando el video de las cámaras ubicadas dentro del medio isotérmico.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE TERMOHIGRÓMETROS	Código: RT03-P21
		Versión: 4
		Página 11 de 24

- Los archivos de la descarga de los datos por software y los videos descargados deben ser guardados en la carpeta de calibración.

Punto de control: revisar que los datos registrados estén completos y acordes a la calibración realizada, verificando que en la celda pasa punto de calibración, esté en verde y diga "SI" dejando el soporte en los formatos RT03-F58 y RT03-F60.

7.3 ETAPA 3: CALCULAR, ANALIZAR LOS DATOS REGISTRADOS DE LA INCERTIDUMBRE DEL IBC Y GENERAR LOS RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Se realizan las siguientes actividades:

7.3.1 Calcular la corrección

Para cada punto de medición realizado en la etapa 7.2 se calcula el promedio de las lecturas del IBC y del patrón, luego con estos valores se halla la corrección tanto en temperatura como en humedad relativa.

7.3.2 Calcular la incertidumbre de la corrección de temperatura

Con base en los resultados obtenidos de la calibración, calcular y analizar los componentes de incertidumbre según la siguiente ecuación (3):

$$\begin{aligned}
 u_t^2 = & u^2(\delta(t_p)_{rep}) + u^2(\delta(t_p)_{cert}) + u^2(\delta(t_p)_{int}) + u^2(\delta(t_p)_{res}) + u^2(\delta(t_p)_{der}) \\
 & + u^2(\delta t_{est}) + u^2(\delta t_{unf}) + u^2(\delta(t_{IBC})_{rep}) + u^2(\delta(t_{IBC})_{res}) + u^2(\delta(t_{IBC})_{his})
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Los componentes de incertidumbre que se encuentran en azul en la ecuación mencionada, corresponden a componentes dados por el laboratorio y en verde por el IBC, cada componente de incertidumbre se explica en la siguiente tabla 1:


Tabla 1. Presupuesto de incertidumbre en temperatura

Fuente de incertidumbre	Símbolo	Distribución	Incertidumbre típica	Ci*	Grados de libertad
Repetibilidad del termómetro patrón	$\delta(t_p)_{rep}$	Normal	Desviación estándar del termómetro patrón sobre \sqrt{n} *	1	8
Calibración del termómetro patrón	$\delta(t_p)_{cert}$	Normal	Incertidumbre del certificado dividido por el factor de cobertura dado por el certificado	1	200
Interpolación del patrón	$\delta(t_p)_{int}$	Normal	Desviación estándar de los residuos sobre \sqrt{m} **; Ver ecuación (5)	1	m-p
Resolución del termómetro patrón	$\delta(t_p)_{res}$	Rectangular	Resolución sobre $2\sqrt{3}$	1	1 000 000
Deriva del termómetro patrón	$\delta(t_p)_{der}$	Rectangular	Máxima diferencia entre los valores de los dos últimos certificados de calibración. sobre $\sqrt{3}$	1	1 000 000
Estabilidad	δt_{est}	Rectangular	Máxima variación de temperatura en el tiempo. Tomada del estudio de caracterización sobre $\sqrt{3}$	1	1 000 000
Uniformidad	δt_{unf}	Rectangular	uniformidad del medio usado. Tomada del estudio de caracterización sobre $\sqrt{3}$	1	1 000 000
Repetibilidad del termómetro bajo calibración	$\delta(t_{IBC})_{rep}$	Normal	Desviación estándar del termómetro bajo calibración sobre \sqrt{n} *	1	8
Resolución del termómetro bajo calibración	$\delta(t_{IBC})_{res}$	Rectangular	Resolución sobre $2\sqrt{3}$	1	1 000 000
Histéresis	$\delta(t_{IBC})_{his}$	Rectangular	Dispersión de las correcciones obtenidas del punto de medición de temperatura que se repite. sobre $2\sqrt{3}$	1	1 000 000

*n es el número de datos tomados por punto de calibración

**m es el número de puntos calibrados

- Hallar la componente de incertidumbre por repetibilidad del método $u(\delta_{mr})$
Este dato se obtiene del análisis estadístico de la varianza de un IBC.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE TERMOHIGRÓMETROS	Código: RT03-P21
		Versión: 4
		Página 13 de 24

7.3.3 Calcular la incertidumbre de la corrección del porcentaje de humedad relativa

Con base en los resultados obtenidos en la medición de humedad relativa, calcular, analizar los componentes de incertidumbre según la siguiente ecuación (4):

$$\begin{aligned}
u_{hr}^2 = & \\
& u^2(\delta(hr_p)_{rep}) + u^2(\delta(hr_p)_{cert}) + u^2(\delta(hr_p)_{tint}) + u^2(\delta(hr_p)_{res}) + u^2(\delta(hr_p)_{der}) + \\
& u^2(\delta hr_{Es}) + u^2(\delta hr_{Unf}) + u^2(\delta hr_{temp}) + u^2(\delta(hr_{IBC})_{rep}) + u^2(\delta(hr_{IBC})_{res}) + \\
& u^2(\delta(hr_{IBC})_{his})
\end{aligned} \tag{4}$$

Los componentes de incertidumbre en azul corresponden a componentes dados por el laboratorio y en verde por el IBC, cada componente de incertidumbre se explica en la siguiente tabla 2:

COPIA NO CONTROLADA OBSOLETA

Fuente de incertidumbre	Símbolo	Distribución	Incertidumbre típica	Ci*	Grados de Libertad
Repetibilidad del higrómetro patrón	$\delta(hr_P)_{rep}$	Normal	Desviación estándar del termómetro patrón sobre $\sqrt{n^*}$	1	8
Calibración del higrómetro patrón	$\delta(hr_P)_{cert}$	Normal	Incertidumbre del certificado dividido por el factor de cobertura dado por el certificado	1	200
Interpolación del patrón	$\delta(hr_P)_{int}$	Normal	Desviación estándar de los residuos sobre $\sqrt{m^{**}}$;	Interpolación del patrón	m-p
Resolución del higrómetro patrón	$\delta(hr_P)_{res}$	Rectangular	Resolución del indicador del equipo sobre $2\sqrt{3}$	1	1 000 000
Deriva del higrómetro patrón	$\delta(hr_P)_{der}$	Rectangular	Máxima diferencia de los valores dados entre los certificados sucesivos. sobre $2\sqrt{3}$	1	1 000 000
Estabilidad	δhr_{Est}	Rectangular	Máximo variación de humedad en el tiempo en la cámara climática, Tomada del estudio de caracterización sobre $\sqrt{3}$	1	1 000 000
Uniformidad	δhr_{Unf}	Rectangular	Uniformidad del medio usado. Tomada del estudio de caracterización sobre $\sqrt{3}$	1	1 000 000

Efecto de la temperatura sobre el sensor de humedad	δhr_{Temp}	Rectangular	Se considera la estabilidad de la cámara o la incertidumbre de calibración del Patrón en temperatura, la que resulta mayor. sobre $\sqrt{3}$	Ver ecuación (6)	1 000 000
Repetibilidad del higrómetro bajo calibración	$\delta(hr_{IBC})_{rep}$	Normal	Desviación estándar del termómetro bajo calibración	1	9
Resolución del higrómetro bajo calibración	$\delta(hr_{IBC})_{res}$	Rectangular	<i>Resolución del indicador del IBC sobre $2\sqrt{3}$</i>	1	1 000 000
Efecto de la temperatura sobre el sensor de humedad	$\delta(hr_{IBC})_{Temp}$	Rectangular	Se considera la estabilidad de la cámara o la incertidumbre de calibración del Patrón en temperatura, la que resulta mayor. sobre $\sqrt{3}$	Ver ecuación (6)	1 000 000
Histéresis	$\delta(hr_{IBC})_{his}$	Rectangular	Dispersión de las correcciones obtenidas del punto de medición de temperatura que se repite.	1	1 000 000

Tabla 2. Presupuesto de incertidumbre en humedad relativa

*n es el número de datos tomados por punto de calibración

**m es el número de puntos calibrados

- La fuente de incertidumbre dada por la interpolación del patrón se calcula según la ecuación (5):

$$\delta(t_p)_{int} = \sqrt{\frac{\sum_i^n res_i^2}{m - p}}$$

(5)

$\delta(t_p)_{int}$: Incertidumbre por interpolación

m : Incertidumbre por interpolación

res : Residuo, diferencia entre el valor medido y el valor interpolado

p : Número de parámetros del polinomio de ajuste, equivale al grado del polinomio + 1.

- La Incertidumbre debida a la uniformidad y estabilidad de la cámara climática, se toma de los certificados de caracterización realizados por un laboratorio de calibración acreditado por ONAC o por el INM y se toma el valor máximo entre dos puntos adyacentes.
- La incertidumbre por calibración: los patrones deben tomarse de los certificados de calibración realizados por un laboratorio de calibración acreditado o por el INM. En puntos intermedios se realiza una interpolación.
- La deriva es estimada de los datos históricos de las calibraciones, como la máxima diferencia encontrada entre los puntos de calibración. Si el patrón es nuevo se toma del manual del equipo.
- La afectación que ejerce la variación de la temperatura al sensor de humedad cuando se está midiendo un punto fijo de humedad, se denomina efecto de temperatura. Este componente de incertidumbre se calcula tomando el máximo entre la variación de temperatura en el punto medido y la incertidumbre de la calibración del termohigrómetro patrón, y para calcular su coeficiente de sensibilidad se debe medir un mismo punto de humedad relativa en dos puntos distintos de temperatura, como por ejemplo: 50 % hr ($\% hr_1$) a 20 °C ($^{\circ}C_1$) y (50 % hr ($\% hr_2$) a 40 °C ($^{\circ}C_2$) y con estos valores se realiza el siguiente calculo:

$$C_i = \frac{\% hr_1}{^{\circ}C_1} - \frac{\% hr_2}{^{\circ}C_2} \quad (6)$$

- Este componente de incertidumbre y su respectivo análisis aplica tanto para el patrón como para el IBC.
- La incertidumbre expandida se determina multiplicando la incertidumbre combinada por el factor de cobertura K , que nos garantiza una confiabilidad del 95 %, a través de la siguiente ecuación (6):

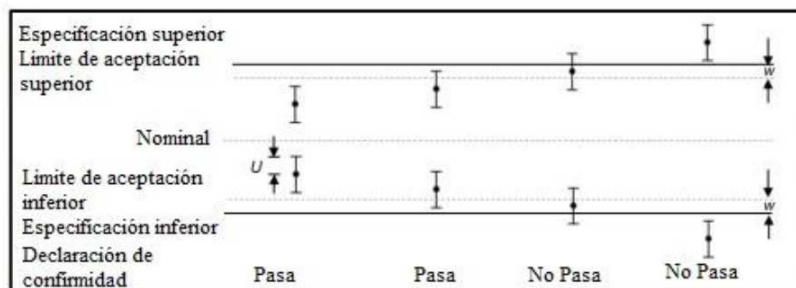
$$U = k \times u_c \quad (6)$$

- Para obtener el valor de K , se debe calcular los grados de libertad efectiva ν_{eff} a partir de la siguiente fórmula de Welch-Satterthwaite, ecuación (7):


$$\nu_{eff} = \frac{u_c^4}{\sum_{i=1}^N \frac{u_i^4}{\nu_i}} \quad (7)$$

Donde los ν_i son los grados de libertad para cada componente de incertidumbre u_i , explicados en la tabla 1.

- Dado a que las incertidumbres debidas a la repetibilidad del patrón del IBC son de tipo A, sus grados de libertad se determinan como $\nu = n - 1$, con $n = 10$ (número de lecturas por punto de calibración). El grado de libertad de la incertidumbre debida al certificado es $\nu = 200$ ya que viene de una distribución normal y se puede realizar la aproximación de menor orden, mediante la fórmula de Welch-Satterthwaite como se explica en el párrafo G.4.2 de la guía para estimar la incertidumbre de la medición GUM 2008, el resto de los grados de libertad se toma como $\nu = 1\,000\,000$, ya que su distribución de probabilidad es rectangular.
- Con los grados efectivos calculados, se calcula el factor de cobertura k , calculando la función inversa de la distribución t-student con una probabilidad de cobertura del 95 %.
- La incertidumbre final no debe estar estimada por debajo de la CMC (capacidad de medición y calibración) reportada en el alcance.
- Con la información de la calibración, el laboratorio declara conformidad basada en la regla de decisión binaria con banda de seguridad (ver gráfica 1). El EMP será definido por el cliente.



U = 95 % Incertidumbre expandida de medida

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE TERMOHIGRÓMETROS	Código: RT03-P21
		Versión: 4
		Página 18 de 24

Gráfica 1: representación gráfica de la regla de decisión no binaria.

- Las declaraciones de conformidad se informan como:
 - **Pasa:** los valores medidos se observaron dentro del EMP en los puntos medidos con un riesgo global de aceptación falsa menor o igual al 2.5 %.
 - **No-pasa:** uno o más de los valores medidos se observaron fuera de tolerancia en los puntos medidos o el riesgo global de aceptación falsa para uno o más valores medidos fue superior al 2.5%.

Los resultados de la calibración, junto a sus incertidumbres se registran en el formato certificado de calibración de termohigrómetros-temperatura RT03-F59 y Certificado de calibración de termohigrómetros humedad RT03-F61.

7.3.4 Generar los resultados de la calibración del IBC

Generar los resultados de calibración del IBC indicados en el formato RT03-F59 y RT03-F61.

7.3.5 Identificar el IBC calibrado

El responsable de la calibración identifica el IBC a través de una estampilla, donde se menciona fecha de calibración y número de certificado, los cuales deben coincidir con el certificado emitido.


7.3.6 Elaborar y enviar certificado de calibración

El responsable de la calibración, elabora el certificado de calibración, envía al responsable de la dirección técnica y al responsable del sistema de gestión, a través de correo electrónico institucional y/o SIC CALIBRA la siguiente información:

1. Documento en PDF, que contenga registro fotográfico del ítem (cuando aplique): serie, modelo, fabricante, código interno y la estampilla de calibración.
2. Hoja de cálculo (RT03-F58 y RT03-F60) en Excel y certificado de calibración RT03-F59 y RT03-F61, junto a sus complementos debidamente diligenciados.

Nota 3:

La lista de chequeo para recepción y entrega de equipo RT03-F09, se debe entregar físicamente y/o por SIC CALIBRA.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE TERMOHIGRÓMETROS	Código: RT03-P21
		Versión: 4
		Página 19 de 24

Punto de control: Revisar detalladamente todos los datos obtenidos como resultado de la calibración, a través de los formatos: RT03-F58, RT03-F59, RT03-F60 y RT03-F61.

- Verificar que coincida el certificado de calibración RT03-F59 y RT03-F61 con la estampilla que contenga: la fecha y número de certificado de calibración.

7.4 ETAPA 4. REVISAR, AUTORIZAR, ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Y EL INSTRUMENTO CALIBRADO

Para el desarrollo de la etapa, se realizan las siguientes actividades:

7.4.1 Revisar el certificado de calibración por el responsable de la dirección técnica (sustituto) y el responsable del SGL, antes de su liberación o emisión:

El responsable de la Dirección Técnica junto al responsable del SGL revisa la siguiente información en el formato RT03-F65:

- Solicitud de calibración
- Respuesta a la calibración
- Comunicaciones emitidas por el usuario (si las hay)
- Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03- F09
- Hojas de cálculo para calibración de termohigrómetros-temperatura RT03-F58
- Certificado de calibración de termohigrómetros-temperatura RT03-F59.
- Hojas de cálculo para calibración de termohigrómetros-humedad RT03-F60
- Certificado de calibración de termohigrómetros-humedad RT03-F61.
- Documento en PDF, que contenga registro fotográfico del ítem (cuando aplique): serie, modelo, fabricante, código interno y la estampilla de calibración.

- Criterios del ONAC

Reglamento de uso de los símbolos de acreditado y/o asociado RAC-3.0-03, versión vigente


Criterios específicos para la estimación y declaración de la incertidumbre de medición en la calibración CEA 3.0-06, versión vigente

Criterios específicos de acreditación □ trazabilidad metrológica CEA-3.0-02, versión vigente.

- **Criterios del documento PEC16 de 2015.**

- **Criterios definidos en la norma NTC ISO/IEC 17025, versión vigente:**

Título (ejemplo: □Certificado de calibración□)

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE TERMOHIGRÓMETROS	Código: RT03-P21
		Versión: 4
		Página 20 de 24

Certificado No: Identificación única del certificado de calibración y en cada página una identificación para asegurar que la página es reconocida como parte del certificado de calibración, la identificación del certificado es LCTA-XXX-XX y LCTH-XXX-XX, donde:

- LCTA: L hace referencia al laboratorio, C hace referencia a Calibración y TA hace referencia a la sigla de la magnitud temperatura ambiente del termohigrómetro bajo calibración; XXX: número del certificado, consecutivo que inicia desde 001 para cada año; XX los dos últimos dígitos del año en que se calibra.


LCTH: L hace referencia al laboratorio, C hace referencia a Calibración y TH hace referencia a la sigla del termohigrómetro en la magnitud humedad relativa bajo calibración; XXX: número del certificado, consecutivo que inicia desde 001 para cada año; XX los dos últimos dígitos del año en que se calibra.

Información del cliente: solicitante, dirección, ciudad del usuario que realizó la solicitud.

Fecha de recepción: fecha en que se recibió el IBC, según lo registrado en el formato RT03-F09.

Fecha de calibración: fecha en que se realizó la calibración del IBC.

1. **Información del equipo sometido a calibración:** objeto, fabricante, número de serie, modelo, resolución y rango de medición.
2. **Lugar y dirección de calibración:** nombre y dirección del laboratorio
3. **Código Interno:** LCTH o LCTA seguido del número de radicado según la solicitud de calibración (sin número de consecutivo)
4. **Método de calibración utilizado:** Identificación del método utilizado
5. **Condiciones ambientales corregidas:** temperatura y humedad relativa.
 - Incertidumbre de medición con dos cifras significativas.
 - Trazabilidad metrológica: describir los patrones utilizados en la calibración: instrumento, fabricante, intervalo de medida, No. de serie, trazabilidad.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE TERMOHIGRÓMETROS	Código: RT03-P21
		Versión: 4
		Página 21 de 24

- Resultado de la calibración: resultado de calibración con sus unidades de medida, temperatura de referencia, temperatura nominal, corrección, incertidumbre y resultado de conformidad para cada punto de calibración.

Si el usuario solicita declaración de conformidad, el certificado cuenta con el siguiente mensaje:

El laboratorio declara conformidad basada en la regla de decisión de la regla de decisión binaria con banda de seguridad

- Observaciones:
- Calibrado por: cargo, nombre y firma de los servidores públicos y/o contratistas que realizan las calibraciones.
- Firma autorizada: cargo, nombre y firma de los servidores públicos que autorizan el certificado de calibración: el responsable de la dirección técnica o su suplente son los encargados de revisar y autorizar a través de su firma la emisión del certificado,
- Fecha de elaboración del certificado.
- Declaración de descargo de responsabilidades
- Fin de este documento


Si el certificado de calibración está conforme continúa con la siguiente actividad.

Si se presentan trabajos no conformes-TNC, se registra un comentario sobre el trabajo no conforme identificado en el certificado de calibración y en la Listado de chequeo de certificados de calibración RT03-F65, en las celdas a las que haya lugar y se procede a:

- Sombrear la casilla en rojo en caso de que se presente trabajo no conforme (según lo definido en el procedimiento RT03-P01)
- Realizar un comentario en la celda identificando el trabajo no conforme
- Devolver al responsable de la calibración el certificado de calibración, para que realice los respectivos ajustes, a través de correo electrónico institucional.

Se repite esta actividad hasta que se encuentre a satisfacción (tener en cuenta el procedimiento RT03-P01).

Si se presentan errores de ortografía al momento de la revisión se corrigen.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE TERMOHIGRÓMETROS	Código: RT03-P21
		Versión: 4
		Página 22 de 24

Nota 4:

- Los responsables de revisión (responsable de la calibración, responsable de la dirección técnica (suplente) y responsable del sistema de gestión, deben revisar cada uno de los criterios).
- Si se identifica un trabajo no conforme, este se socializa semanalmente con todo el personal del laboratorio (ver procedimiento de trabajo no conforme).


Efectuados los ajustes, se procede a:

- Aprobar y emitir el certificado de calibración.
- Finalizar el trámite a través de comunicado por sistema de trámites.
- Crear carpeta con número de radicado y número de certificado según corresponda (bloqueada), la cual debe contener:
 1. Solicitud de calibración
 2. Respuesta a solicitud de calibración
 3. Lista de chequeo: contiene el registro [lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03- F09 firmado y escaneado], incluido el registro fotográfico.
 4. Certificado de calibración:
 - Hoja de cálculo (RT03-F58) en excel bloqueada;
 - certificado de calibración RT03-F59 en excel bloqueada;
 - certificado de calibración RT03-F59 en pdf firmado;

 - Hoja de cálculo (RT03-F60) en Excel bloqueada;
 - certificado de calibración RT03-F61 en Excel bloqueada;
 - certificado de calibración RT03-F61 en pdf firmado.
 5. Comunicación radicada para entrega del certificado y IBC
 6. Encuesta de satisfacción
 7. Comunicaciones emitidas por usuario (si aplica)
 8. Comunicaciones emitidas por el laboratorio (si aplica)
 9. Modificación al certificado de calibración (si aplica)
 10. TNC (si aplica)

7.4.2 Entregar el IBC y el certificado de calibración

Se entrega al usuario:

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE TERMOHIGRÓMETROS	Código: RT03-P21
		Versión: 4
		Página 23 de 24

- Certificados de calibración de termohigrómetros en temperatura y humedad relativa RT03-F61 y RT03-F59;
- El instrumento calibrado;
- Estampilla de calibración;

Se verifica y registra el estado del IBC, el certificado y la estampilla, dejando como soporte la información de lo entregado y el nombre del usuario a través del formato RT03-F09.

Nota 5: Una vez se haya realizado la entrega del equipo calibrado al usuario, se debe cargar el registro lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09 totalmente diligenciado, al sistema de trámites con el siguiente perfil: trámite: 23, evento: 0 y actuación 306 y/o por SIC CALIBRA.

7.4.3 Aplicar la encuesta de satisfacción RT03-F07

Una vez se haya explicado el certificado de calibración al usuario, se aplica la encuesta de satisfacción de la prestación de los servicios de calibración RT03-F07 o por formulario digital. Trimestralmente se recopilan los datos obtenidos por el responsable del SGL, el cual hace seguimiento, con el fin de medir y analizar el indicador satisfacción.

Punto de control:

- Verificar que la lista de recepción y entrega de equipos RT03-F09 se encuentre debidamente diligenciada

8. DOCUMENTOS RELACIONADOS

RT03-F07	Encuesta de satisfacción de la prestación de los servicios de calibración.
RT03-F08	Solicitud de calibración de equipos.
RT03-F09	Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos.
RT03-F21	Programación de equipos a calibrar
RT03-F58	Hojas de cálculo para calibración de termohigrómetros-temperatura.
RT03-F59	Certificado de calibración de termohigrómetros-temperatura.
RT03-F60	Hojas de cálculo para calibración de termohigrómetros-humedad.
RT03-F61	Certificado de calibración de termohigrómetros humedad.
RT03-F63	Informe de no aptos
RT03-F65	Listado de chequeo de certificados de calibración y modificación de los certificados de calibración de los termómetros digitales y termohigrómetros

9. RESUMEN CAMBIOS RESPECTO A LA ANTERIOR VERSIÓN

- Inclusión del RT03-P08 en el objetivo
- Inclusión de error máximo permitido en el numeral 3.
- Modificación parcial del numeral 4.
- Se incluye en el documento IBC
- Modificación parcial del numeral 5, donde se incluye: deshumificador, cámara climática debe estar caracterizada y la humedad relativa del laboratorio no supere el 52 %
- Inclusión de nota 2 en el numeral 7.1.1
- Modificación 7.2.1
- Inclusión de los numerales 7.3.1 y 7.3.2.
- Modificación de los nombres de los siguientes numerales: 7.3.3, 7.3.4 Y 7.3.5
- Inclusión de la componente de incertidumbre por repetibilidad del método en el numeral 7.3.2.
- Modificación parcial del numeral 7.3.3, donde se modificó la tabla presupuesto de incertidumbre en humedad relativa, se ajustó la probabilidad de cobertura
- Modificación del nombre del numeral 7.4
- Modificación parcial del numeral 7.4.1 y 7.4.3
- Inclusión de nota en el numeral 7.4.2
- Modificación parcial del numeral 6

Fin documento