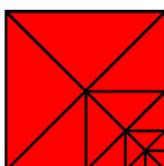


1997-11-26

GUÍA PARA LA EXPRESIÓN DE INCERTIDUMBRE EN LAS MEDICIONES



MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO

E: GUIDE TO THE EXPRESSION OF UNCERTAINTY IN MEASUREMENT.

CORRESPONDENCIA: esta norma es (EQV) a la Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement publicada por la (ISO).

DESCRIPTORES: control metrológico; calibración; instrumento de medida; incertidumbre; productos calibrados; metrología.

I.C.S.: 17.020.00

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078888 - Fax 2221435

Prohibida su reproducción

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor, Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La GTC 51 fue ratificada por el Consejo Directivo el 1997-11-26.

Esta guía está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta guía a través de su participación en el Comité Técnico 000002 Metrología.

ASEA BROWN BOVERI	LUMINEX S.A.
CERAMITA S.A.	METRÓN LTDA.
COLCERÁMICA S.A.	NACIONAL DE CHOCOLATES
COLGATE PALMOLIVE	PROCABLES
COLTAVIRA	PRUGEN LTDA.
ECSI S.A.	SCHLAGE LOCK DE COLOMBIA S.A.
ELECTROPORCELANAS GAMMA S.A.	SHELL COLOMBIA S.A.
EQUIPOS Y CONTROLES INDUSTRIALES	SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y
FÁBRICA NACIONAL DE MUÑECOS	COMERCIO
GRASAS S.A.	THERMOMETRIC
GRIVEL S.A.	UNIVERSIDAD JAVERIANA
INGENIERÍA DE SERVICIOS	

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas.

AROTEQ COL.	GRIVAL S.A.
ASOCRETO	ICOLLANTAS S.A.
BÁSCULAS PROMETÁLICOS S.A.	INCAUCA S.A.
CHICLE ADAMS S.A.	INCOLBESTOS
COATS CADENA S.A.	INDUSTRIAS E INVERSIONES SAMPER
COLOMBIANA UNIVERSAL DE PAPELES	POLIGAR
COMPAÑÍA NACIONAL DE VIDRIOS	SENA COLOMBO ITALIANO
CONCRETOS PREMEZCLADOS	SISTEMAS E INSTRUMENTACIÓN
EMPRESA COLOMBIANA DE PETRÓLEOS	UNILEVER ANDINA S.A.
FÁBRICA DE TORNILLOS GUTENBERTO S.A.	WALTER ROTHLSBERGER
FIBERGLASS COLOMBIANA S.A.	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

TABLA DE CONTENIDO

- PREFACIO**
- 0. INTRODUCCIÓN**
- 1. ALCANCE**
- 2. DEFINICIONES**
 - 2.1 TÉRMINOS GENERALES SOBRE METROLOGÍA**
 - 2.2 EL TÉRMINO “INCERTIDUMBRE”**
 - 2.3 TÉRMINOS ESPECÍFICOS PARA ESTA GUÍA**
- 3. CONCEPTOS BÁSICOS**
 - 3.1 MEDICIÓN**
 - 3.2 ERRORES, EFECTOS Y CORRECCIONES**
 - 3.3 INCERTIDUMBRE**
 - 3.4 CONSIDERACIONES PRÁCTICAS**
- 4. EVALUACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR**
 - 4.1 MODELOS DE LA MEDICIÓN**
 - 4.2 EVALUACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR TIPO A**
 - 4.3 EVALUACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR TIPO B**
 - 4.4 ILUSTRACIÓN GRÁFICA DE LA EVALUACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR**
- 5. DETERMINACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR COMBINADA**
 - 5.1 ARGUMENTOS NO CORRELACIONADOS**

5.2 ARGUMENTOS CORRELACIONADOS**6. DETERMINACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EXPANDIDA****6.1 INTRODUCCIÓN****6.2 INCERTIDUMBRE EXPANDIDA****6.3 ELECCIÓN DEL FACTOR DE COBERTURA****7. INFORME DE LA INCERTIDUMBRE****7.1 GUÍA GENERAL****7.2 GUÍA ESPECÍFICA****8. RESUMEN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN Y EXPRESIÓN DE LA INCERTIDUMBRE****ANEXOS****A. RECOMENDACIONES DEL GRUPO DE TRABAJO Y DEL CIPM****A.1 RECOMENDACIÓN INC-1 (1980)****A.2 RECOMENDACIÓN 1 (CI-1981)****A.3 RECOMENDACIÓN 1 (CI-1986)****B. TÉRMINOS METROLÓGICOS GENERALES****B.1 ORIGEN DE LAS DEFINICIONES****B.2 DEFINICIONES****C. TÉRMINOS Y CONCEPTOS ESTADÍSTICOS BÁSICOS****C.1 ORIGEN DE LAS DEFINICIONES****C.2 DEFINICIONES****C.3 ELABORACIÓN DE TÉRMINOS Y CONCEPTOS**

- D. VALOR “VERDADERO”, ERROR E INCERTIDUMBRE**
 - D.1 EL MENSURANDO (MEDIBLE)**
 - D.2 LA MAGNITUD REALIZADA**
 - D.3 EL VALOR “VERDADERO” Y EL VALOR “CORREGIDO”**
 - D.4 EL ERROR**
 - D.5 INCERTIDUMBRE**
 - D.6 REPRESENTACIONES GRÁFICAS**

- E. MOTIVACIONES Y BASES PARA LA RECOMENDACIÓN INC-1 (1980)**
 - E.1 “SEGURO”, “ALEATORIO” Y “SISTEMÁTICO”**
 - E.2 JUSTIFICACIÓN PARA LAS EVALUACIONES REALES DE LA INCERTIDUMBRE**
 - E.3 JUSTIFICACIÓN PARA EL TRATAMIENTO IDÉNTICO DE TODAS LAS COMPONENTES DE LA INCERTIDUMBRE**
 - E.4 LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMO UNA MEDIDA DE LA INCERTIDUMBRE**
 - E.5 UNA COMPARACIÓN DE DOS PUNTOS DE VISTA EVALUACIÓN Y EXPRESIÓN DE LA INCERTIDUMBRE**

- F. GUÍA PRÁCTICA PARA LA EVALUACIÓN DE LAS COMPONENTES DE LA INCERTIDUMBRE**
 - F.1 EVALUACIÓN DE LAS COMPONENTES OBTENIDAS A PARTIR DE OBSERVACIONES REPETIDAS: EVALUACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR TIPO A**
 - F.2 COMPONENTES EVALUADAS MEDIANTE OTROS MÉTODOS. EVALUACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE ESTÁNDAR TIPO B**

- G. GRADOS DE LIBERTAD Y NIVELES DE CONFIANZA**
 - G.1 INTRODUCCIÓN**
 - G.2 TEOREMA DEL LÍMITE CENTRAL**

G.3 LA DISTRIBUCIÓN T Y LOS GRADOS DE LIBERTAD

G.4 GRADOS DE LIBERTAD EFECTIVOS

G.5 OTRAS CONSIDERACIONES

G.6 RESUMEN Y CONCLUSIONES

H. EJEMPLOS

H.1 CALIBRACIONES DE BLOQUES CALIBRE PARALELO

H.2 MEDICIONES SIMULTÁNEA DE RESISTENCIA Y REACTANCIA

H.3 CALIBRACIÓN DE UN TERMÓMETRO

H.4 MEDICIÓN DE RADIATIVIDAD

H.5 ANÁLISIS DE VARIANZA

H.6 MEDICIONES EN UNA ESCALA DE REFERENCIA: DUREZA

J. GLOSARIO DE LOS SÍMBOLOS PRINCIPALES

K. BIBLIOGRAFÍA

PREFACIO

En 1978, al reconocerse la falta de consenso alrededor de la expresión de incertidumbres en las mediciones, la más alta autoridad en metrología en el mundo, el Comité International des Poids et Mesures (CIPM) sugirió al Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) que abordara el problema conjuntamente con los laboratorios nacionales y que hiciera una recomendación.

El BIPM preparó un cuestionario detallado el cual cubría los temas involucrados y lo hizo llegar a 32 laboratorios nacionales de metrología interesados en el tema (y, para información, a cinco organizaciones internacionales). A principios de 1979 se recibieron las respuestas de 21 laboratorios [1]¹. Casi todos estaban de acuerdo en que era importante contar con un procedimiento aceptado internacionalmente para expresar las incertidumbres en mediciones y para combinar los componentes individuales de la incertidumbre en una única incertidumbre total. Pero, no se alcanzó un consenso acerca del método que debía ser utilizado. El BIPM convocó, entonces, a una reunión con el propósito de diseñar un procedimiento uniforme y mayoritariamente aceptable para la especificación de las incertidumbres, al cual asistieron expertos de 11 laboratorios nacionales. Este Grupo de Trabajo para la Expresión de Incertidumbres generó la Recomendación INC-1 (1980), Expresión de Incertidumbres Experimentales [2]. El CIPM aprobó dicha recomendación en 1981 [31] y la reafirmó en 1986 [4].

La tarea de desarrollar una guía detallada basada en la Recomendación del Grupo de Trabajo (que es un bosquejo general más que una receta detallada) fue delegada por el CIPM en la International Organization for Standardization (ISO), puesto que la ISO está más al tanto de las necesidades que surgen del amplio espectro de intereses de la industria y el comercio.

La responsabilidad fue asignada al Grupo Asesor Técnico en Metrología (TAG 4) dado que una de sus tareas es coordinar el desarrollo de guías en tópicos de la medición que son de interés común, tanto para ISO, como para las seis organizaciones que colaboran con ISO en el trabajo del TAG 4. Dichas organizaciones son: la International Electrotechnical Commission (IEC), el organismo que, al igual que la ISO, se dedica a la normalización a nivel mundial; el CIPM y la International Organization of Legal Metrology (OIML), las dos organizaciones de metrología a nivel mundial; la International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) y la International Union of Pure and Applied Physics (IUPAP), las dos uniones internacionales que representan a las comunidades química y física, respectivamente; y la International Federation of Clinical Chemistry (IFCC).

El TAG 4 a su vez estableció el Grupo de Trabajo 3 (ISO/TAG 4/WG 3) compuestos por expertos nombrados por la BIPM, la IEC, la ISO, y la OIML y citados por el Presidente del TAG 4. A este grupo se le asignaron los siguientes términos de referencia:

¹ Véase el Anexo K (página 145) Bibliografía.

Desarrollar un documento guía basado en la Recomendación del Grupo de Trabajo para la Expresión de Incertidumbres del BIPM que proporcione reglas acerca de la expresión de incertidumbres en la medición para ser usado en normalización, calibración, acreditación de laboratorios y servicios de metrología;

El propósito de tal guía es:

- proporcionar información completa acerca de cómo se llega a la expresión de incertidumbres, y
- proporcionar una base para la comparación internacional de los resultados de las mediciones.

GUÍA PARA LA EXPRESIÓN DE INCERTIDUMBRES EN LAS MEDICIONES

0. INTRODUCCIÓN

0.1 Cuando se reporte el resultado de una medición de una magnitud física es obligatorio proporcionar alguna indicación cuantitativa de la calidad del resultado, de manera tal que el usuario pueda apreciar su contabilidad. Sin esta indicación, los resultados de las mediciones no pueden ser comparados, ni entre ellas mismas ni con respecto a valores de referencia dados en una especificación o norma. Por lo tanto, es necesario que exista un procedimiento fácil de usar y aceptado de manera general para caracterizar la calidad del resultado de una medición, esto es, para evaluar y expresar su *incertidumbre*.

0.2 El concepto de *incertidumbre* como un atributo cuantificable es relativamente nuevo en la historia de las mediciones, a pesar de que los conceptos de *error* y *análisis de error* han sido parte de la práctica de la ciencia de la medición por largo tiempo. Actualmente se acepta de manera general que cuando todas las componentes, conocidas o supuestas, del error han sido evaluadas y se han aplicado las correcciones apropiadas, aún persiste una incertidumbre acerca del estado de corrección del resultado expresado, esto es, persiste una duda acerca de qué tan bien representa el resultado de la medida al valor de la cantidad que está siendo medida.

0.3 De la misma manera que el uso casi universal del Sistema Internacional de unidades (SI) ha propiciado la coherencia a todas las mediciones científicas y tecnológicas, un consenso mundial acerca de la evaluación y la expresión de la incertidumbre en las mediciones permitiría dar significado a una gran variedad de resultados de medición en la ciencia, ingeniería, comercio, industria y reglamentaciones, haciéndolas entendibles de manera inmediata y posibilitando que sean propiamente interpretadas. En esta era del mercado mundial, es imperativo que el método para evaluar y expresar a las incertidumbres se uniforme en todo el mundo, de tal manera que las mediciones realizadas en diferentes países puedan ser fácilmente comparadas.

0.4 El método ideal para evaluar y expresar la incertidumbre del resultado de una medición debe ser:

- *universal*: el método debe ser aplicable a cualquier tipo de mediciones y a cualquier tipo de datos utilizados en las mediciones.

La cantidad utilizada para expresar la incertidumbre debe ser:

- *internamente consistente*: debe poder obtenerse directamente a partir de los componentes que contribuyen a ella, asimismo, debe ser independiente de la forma en que dichas componentes son agrupadas y del método en que éstas se descomponen en subcomponentes.
- *transferible*: debe ser posible utilizar directamente la incertidumbre es evaluada para un resultado, como una componente al evaluar la incertidumbre de otra medida en la cual es utilizado el primer resultado.

Adicionalmente, en muchas aplicaciones industriales y comerciales, así como en las áreas de salud y seguridad, frecuentemente es necesario proporcionar un intervalo, centrado en el resultado de la medición, que contenga una fracción considerable de la distribución de valores que pueden ser razonablemente atribuidos a la cantidad que se está midiendo. Por tanto, el método ideal para evaluar y expresar la incertidumbre en la medición debe ser capaz de proporcionar, directamente, tal tipo de intervalo, en particular, uno con una probabilidad de cobertura o nivel de confianza que corresponda de forma realista con lo requerido.

0.5 La metodología en la que se basa este documento guía² se describe en la Recomendación INC-1 (1980) [2] del Grupo de Trabajo para la Expresión de Incertidumbres, que fue habilitado por el BIPM en respuesta a una petición del CIPM (véase el Prefacio). Esta metodología satisface todos los requisitos descritos arriba. Este no es el caso para la mayoría de los métodos usados comúnmente. La recomendación INC-1 (1980) fue aprobada y ratificada por el CIPM en sus propias Recomendaciones 1 (CI-1981) [3] y 1 (CIPM-1982) [4]; la traducción al español de tales Recomendaciones del CIPM se reproducen en el Anexo A (véanse los numerales A.2 y A.3 respectivamente). Dado que la Recomendación INC-1 (1980) es la base para este documento, su traducción al español se reproduce en 0.7 y el texto en francés, que es el legalmente autorizado, se reproduce en el numeral A.1.

0.6 Un sumario sucinto del procedimiento recomendado en este documento guía para evaluar y expresar las incertidumbres en la medición se da en el capítulo 8, en tanto que en el Anexo H se presentan, detalladamente, varios ejemplos. En otros anexos se tratan los siguientes temas: términos generales de metrología (véase el Anexo B); términos y conceptos estadísticos básicos (véase el Anexo C); valor “verdadero”, error, e incertidumbre (véase el Anexo D); sugerencias prácticas para la evaluación de las componentes de la incertidumbre (véase el Anexo F); grados de Libertad y niveles de confianza (véase el Anexo G); los principales símbolos matemáticos usados en este documento (véase el Anexo J); y referencias bibliográficas (véase el Anexo K). Un índice alfabético concluye el documento.

0.7 Recomendación INC-1 (1980)

Expresión de las incertidumbres experimentales:

² N.T. la justificación de esta metodología se discute en el Anexo E

- 1) La incertidumbre en el resultado de una medición consta, generalmente, de varias componentes que pueden ser agrupadas en dos categorías, dependiendo de la manera en que se estime su valor numérico:
 - A) aquellas que se evalúan por métodos estadísticos.
 - B) aquellas que se evalúan por otros medios.

No siempre existe una correspondencia simple entre las categorías A y B y la clasificación en incertidumbres “aleatorias” y “sistemáticas” que se usaba anteriormente. El término “incertidumbre sistemática” puede ser confuso y debe ser evitado.

Cualquier informe detallado de la incertidumbre debe constar de una lista completa de las componentes, especificando en cada caso el método usado para la obtención de su valor numérico.

- 2) Los componentes en la categoría A se caracterizan mediante las varianzas estimadas s_i^2 (o las “desviaciones estándar” estimadas s_i) y el número de grados de libertad ν_i . En caso de ser necesario, debe darse el valor de las covarianzas.
- 3) Los componentes en la categoría B deben ser caracterizados mediante las cantidades u_j^2 , las cuales pueden ser consideradas como aproximaciones a las varianzas correspondientes, cuya existencia se supone. Las cantidades u_j^2 pueden ser tratadas como varianzas, y las cantidades u_i como desviaciones estándar. En caso de ser necesario, las covarianzas deben ser tratadas de la misma manera.
- 4) La incertidumbre combinada debe ser caracterizada mediante el valor numérico que se obtiene al aplicar el método usual para la combinación de varianzas. La incertidumbre combinada y sus componentes deben expresarse en la forma de “desviaciones estándar”.
- 5) Si en una aplicación particular es necesario que se multiplique la incertidumbre combinada por un factor con la finalidad de obtener una incertidumbre total, el factor multiplicativo debe especificarse siempre.

GUÍA PARA LA EXPRESIÓN DE INCERTIDUMBRES EN LAS MEDICIONES

1. ALCANCE

1.1 Esta guía establece reglas generales para la evaluación y la expresión de incertidumbres en la medición, las cuales pueden seguirse a diferentes niveles de exactitud y en muchos campos desde el piso de ventas hasta la investigación. Por tanto, se pretende que los principios de esta guía sean aplicables a una amplia gama de mediciones, incluyendo aquellas requeridas para:

- mantener el control de la calidad y el aseguramiento de la calidad en la producción, cumplir con leyes y reglamentos obligatorios;
- conducir investigación básica, e investigación y diseños aplicados en ciencia e ingeniería;
- calibración de patrones e instrumentos y realización de pruebas a través de un sistema nacional de mediciones con la finalidad de lograr la trazabilidad a patrones nacionales;
- desarrollar, mantener, y comparar los patrones de referencia físicos nacionales e internacionales, incluyendo los materiales de referencia.

1.2 Esta guía trata, principalmente, de la expresión de incertidumbres en la medición de una magnitud física bien definida - el mesurando (medible) - que puede ser caracterizada por un valor esencialmente único. Si el fenómeno de interés puede ser representado únicamente como una distribución de valores dependientes de uno o más parámetros, como el tiempo, entonces, para la descripción de los mensurandos, se requiere de un conjunto de cantidades que describan tal distribución o dependencia.

1.3 Esta guía se aplica, también, para la evaluación y la expresión de incertidumbres asociadas con el diseño conceptual y el análisis teórico de experimentos, métodos de medición, y componentes y sistemas complejos. Dado que el resultado de una medición y su incertidumbre pueden ser conceptuales y basados enteramente en datos hipotéticos, en esta guía, al término "resultado de una medición" se le otorgará el significado más amplio.

1.4 Esta guía proporciona reglas generales para evaluar y expresar la incertidumbre en la medición, más que instrucciones técnicas detalladas y específicas. En ella no se discute cómo la incertidumbre del resultado de una medición particular, una vez evaluada, puede ser utilizada para diferentes propósitos, por ejemplo, para deducir conclusiones acerca de la compatibilidad de ese resultado particular con algunos otros similares, para establecer los límites de tolerancia en un proceso de manufactura, o para decidir si un cierto curso de acción puede ser seguido sin riesgos. Puede ser, por tanto, necesario desarrollar normas particulares, basadas en esta guía, para enfrentar los problemas peculiares de los campos específicos de medición o para tratar los varios usos de las expresiones cuantitativas de la incertidumbre.

Nota. Pueden existir situaciones en las que se considere que el concepto de incertidumbre de la medición no es totalmente aplicable, como en el caso en que se determina la precisión de un método de ensayo (véase la referencia [5], por ejemplo).

2. DEFINICIONES

2.1 TÉRMINOS GENERALES SOBRE METROLOGÍA

En el Anexo B se da la definición de algunos términos generales de metrología relevantes a esta guía, tales como “magnitud medible”, “mensurando (medible)” y “error de medición”. Estas definiciones se han tomado del *Vocabulario Internacional de términos básicos y generales en Metrología* (abreviado como VIM) [6] (NTC 2194 Segunda actualización). Adicionalmente, en el Anexo C se dan las definiciones de algunos términos estadísticos básicos tomados principalmente de la Norma Internacional ISO 3534-1 [7]. A partir del Capítulo 3 estos términos metrológicos o estadísticos (o algún término íntimamente relacionado) se imprimen con negritas cuando se utilizan por primera vez en el texto y entre paréntesis se da el número de la sección en la cual se definen.

Debido a su importancia en esta guía, la definición del término “incertidumbre de medición” se da en el Anexo B y en el numeral 2.2.3. En los numerales del 2.3.1 al 2.3.6, se dan las definiciones de los términos específicos más importantes para esta guía. En todas esas secciones y en los Anexos B y C, el encerrar ciertas palabras entre paréntesis significa que pueden ser omitidas si causan confusión.

2.2 EL TÉRMINO "INCERTIDUMBRE"

El concepto de incertidumbre se discute a fondo en el numeral 3 y en el Anexo C.

2.2.1 La palabra “incertidumbre” significa duda, y por tanto, en un sentido más amplio “incertidumbre de medición” significa duda en la validez del resultado de una medición. Debido a la falta de palabras diferentes para *este concepto general* de incertidumbre y para las magnitudes específicas que suministran las medidas cuantitativas del concepto, por ejemplo la desviación estándar, es necesario usar la palabra “incertidumbre” en estos dos sentidos diferentes.

2.2.2 En esta guía, la palabra “incertidumbre” sin adjetivos se refiere tanto al concepto general de incertidumbre, como a cualquier otra o a todas las medidas cuantitativas de ese concepto. Cuando se trate de una medida específica se deben utilizar los adjetivos apropiados.

2.2.3 La definición formal del término “incertidumbre de medición” que se ha desarrollado para utilizarse en esta guía y en el VIM [6] (VIM párrafo 3.9) es la siguiente:

- **incertidumbre (de la medición)**
- parámetro asociado con el resultado de una medición que caracteriza la dispersión de los valores, que en forma razonable se le podría atribuir a una magnitud por medir.

Notas:

- 1) El parámetro puede ser, por ejemplo, una desviación estándar (o un múltiplo dado de ella), o la semilongitud de un intervalo que tenga un nivel de confianza determinado.
- 2) En general, la incertidumbre de una medición comprende muchas componentes. Algunas de estas componentes pueden ser evaluadas a partir de la distribución estadística de los resultados de una serie de mediciones y puede ser caracterizada por desviaciones estándar experimentales. Las otras componentes, que también pueden ser caracterizadas utilizando desviaciones estándar, se determinan a partir de distribuciones de probabilidad supuestas, basadas en la experiencia u otra información.
- 3) Se entiende que el resultado de la medición es la mejor estimación del valor de la magnitud por medir, y que todos los componentes de incertidumbre contribuyen a la dispersión, incluyendo aquellos resultantes de efectos sistemáticos. Tales como los componentes asociados con correcciones y patrones de referencia.

2.2.4 La definición de incertidumbre de medición dada en el numeral 2.2.3 es una definición operacional que se enfoca en el resultado de la medición y su incertidumbre evaluada. Sin embargo, esta no es inconsistente con otros conceptos de incertidumbre de medición, tales como:

- una medida del posible error en el valor estimado del mensurando proporcionado por el resultado de una medición.
- una estimación que caracteriza el intervalo de valores dentro de los cuales se halla el valor verdadero de un mensurando (VIM, 1a. edición, 1984, párrafo 3.09).

Aunque estos dos conceptos tradicionales son válidos como ideales, ellos se enfocan a magnitudes desconocidas: el “error” del resultado de una medición y el “valor verdadero” del mensurando (en contraste con su valor estimado), respectivamente. No obstante cualquiera que sea el *concepto* de incertidumbre que se adopte, una componente de incertidumbre siempre se *evalúa* usando los mismos datos e información relacionada. (Véase también el numeral E.5.)

2.3 TÉRMINOS ESPECÍFICOS PARA ESTA GUÍA

En general, los términos que son específicos a esta guía, se definen cuando se presentan por primera vez. Sin embargo, las definiciones de los términos más importantes se dan aquí como referencia:

Nota. Una discusión más a fondo relacionada con estos términos, puede encontrarse en: para el numeral 2.3.3, véase los numerales 3.3.3 y 4.3; para el numeral 2.3.4. véase el Capítulo 5 y las ecuaciones (10) y (13); y para el numeral 2.3.5, véase el Capítulo 6.

2.3.1 Incertidumbre estándar

Incertidumbre del resultado de una medición expresada como una desviación estándar.

2.3.2 Evaluación (de incertidumbre) Tipo A

Método para evaluar la incertidumbre mediante el análisis estadístico de una serie de observaciones.

2.3.3 Evaluación (de incertidumbre) Tipo B

Método para evaluar la incertidumbre por otro medio que no sea el análisis estadístico de una serie de observaciones.

2.3.4 Incertidumbre estándar combinada

Incertidumbre estándar del resultado de una medición cuando el resultado se obtiene a partir de los valores de algunas otras magnitudes, igual a la raíz cuadrada positiva de una suma de términos, siendo estos términos las varianzas y covarianzas de estas otras magnitudes ponderadas de acuerdo cómo el resultado de la medición varía con respecto a cambios en estas magnitudes.

2.3.5 Incertidumbre expandida

Cantidad que define un intervalo alrededor de una medición del que se puede esperar que abarque una fracción grande de la distribución de valores que razonablemente pudieran ser atribuidos al mensurando.

Notas:

- 1) La fracción puede considerarse como la probabilidad de cobertura o el nivel de confianza del intervalo.
- 2) Asociar un nivel específico de confianza con el intervalo definido por la incertidumbre expandida, requiere de suposiciones explícitas o implícitas que tomen en consideración la distribución de probabilidad caracterizada por el resultado de la medición y su incertidumbre estándar combinada. El nivel de confianza que puede ser atribuido a este intervalo puede ser conocido únicamente hasta el punto en el cual tales suposiciones puedan justificarse.
- 3) A la incertidumbre expandida se le denomina *incertidumbre total* en el párrafo 5 de la Recomendación INC-1 (1980).

2.3.6 factor de cobertura

Factor numérico usado como multiplicador de la incertidumbre estándar combinada con el propósito de obtener una incertidumbre expandida.

Nota. El factor de cobertura, k , usualmente toma valores en el intervalo de 2 a 3.

ANEXO K

Bibliografía

- [1.] CIPM (1980), *BIPM Proc.-Verb. Com.Int Poids et Mesures 48*, CI-C30 (en francés): BIPM (1980), *Rapport BIPM-80/3, Report on the BIPM Enquiry on Error Statements*, Bur. Intl. Poids et Mesures (Sèvres, France) (en inglés).
- [2.] Kaarls, R. (1981). *BIPM Proc.-Verb. Com. Int. Poids et Mesures 49*, A1-A12 (en francés); Giaconio, P. (1981), *Metrologia 17*, 73-74 (en inglés).

Nota. La traducción al inglés de la Recomendación INC-1 (1980). cuya traducción al español es presentada en la Introducción a esta *Guía* (véase el numeral 0.7), se hizo a partir de la versión final de la Recomendación y fue tomada de un reporte interno del BIPM. Es consistente con el texto autorizado en francés de la Recomendación dado en *BIPM Proc.-Verb. Com. Int. Poids et Mesures 49*. reproducido en A. 1, en el Anexo A de esta guía. La versión en inglés de la Recomendación INC-1 (1980) dada en *Metrologia 17* se hizo a partir de un borrador y difiere ligeramente de la traducción dada en el reporte interno del BIPM y por tanto de 0.7.

- [3.] CIPM (1981), *BIPM Proc.-Verb. Com. Int. Poids et Mesures 49*,8-9, 26 (en francés); Giacomo, P. (1982) *Metrologia 18*,43-44 (en inglés).
- [4.] CIPM (1986), *BIPM Proc.-Verb. Com Int. Poids et Mesures 54*,14,35 (en francés); Giacomo, P. (1987) *Metrologia 24*,49.50 (en inglés).
- [5.] ISO 5725:1986, *Precision of Test Methods - Detemination of Repeatability and Reproducibility for a Standar Test Method by Inter-Laboratory Tests*, International Organization for Standarization (Ginebra, Suiza).

Nota. Esta norma esta siendo revisada actualmente. La revisión tiene un nuevo título: "Exactitud (veracidad precisión) de métodos y resultados de medición". Está compuesta de seis partes.

- [6.] *International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology*, segunda edición, 1993, Intemational Organization for Standarization (Ginebra, Suiza).

La abreviatura del título de este vocabulario es VIM

Notas:

- 1) Las definiciones de los términos dados en el Anexo B fueron traducidos del texto revisado en inglés del VI en su versión final previa a la publicación.
- 2) La segunda edición del VIM fue revisada por la International Organization for Standarization(ISO) a nombre las siguientes siete organizaciones que participan en el trabajo del Grupo Asesor Técnico de Trabajo 4 (TAG 4) la ISO; este grupo apoyó el desarrollo del VIM: el Bureau Intemational des Poids et Mesures (BIPM), la Internatic Electrotechnical Commission (IEC), la International Federation of Clinical Chemistry (IFCC), ISO, la International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). La Internacional Union of Pure and Applied Physics (IUPAP), Interntional Organization of Legal Metrology (OIML)
- 3) La primera edición del VIM fue publicado por la ISO en 1984 a nombre de BIPM, IEC, ISO, Y OIML

-
- [7] ISO 3534-1:1993, *Statistics - Vocabulary and Symbols - Part 1: Probability and General Statistical* ter International Organization for Standardization (Ginebra, Suiza).
- [8] Fuller, W. A. (1987), *Measurements Error Models*, John Wiley (New York, N.Y.).
- [9] Allan, D. W. (1987), *IEEE Trans. Instrum. Meas.* IM-36, 646-654.
- [10] Dietrich, C. F. (1991), *Uncertainty, Calibration and Probability*, segunda edición, Adam - Higler (Bristol).
- [11] Müller, J. W. (1979), *Nucl. Instrum. Meth.* 163. 241-251
- [12] Müller, J. W. (1984), in *Precision Measurement and Fundamental Constants*, Taylor II, B. N., y Phillips, W. D. eds., Natl. Bur. Stand. (U.S.) Spec. Publ. 617, US GPO (Washington D. C.), 375-381.
- [13] Jeffreys, H. (1983), *Theory of Probability*, tercera edición, Oxford University Press (Oxford).
- [14] Press, S. J. (1989). *Bayesian Statistics: Principles, Models, and Applications*, John Wiley (New York, N.Y.).
- [15] Box, G. E. P. , Hunter, W. G., and Hunter, J. S. (1978), *Statics for Experimenters*, John Wiley (New York. N. Y).
- [16] Welch. B. L. (1936), *J. R. Stat. Soc. Suppl.* 3, 29-48-, (1938). *Biometrika* 29, 350-362; (1947), *ibid.* 34, 2835.
- [17.] Fairfield - Smith, H. (1 936), *J. Counc. Sci. Indust. Res. (Australia)* 9(3), 211.
- [18] Satterthwaite, F. E. (1 94 I), *Psychometrika* 6, 309-316. (1946) *Biometrics Bull.* 2(6), 110-114.
- [19] Guía ISO 35: 1989, *Certification of reference materials - General and Statistical Principles*, segunda edición, Internacional Organization for Standardization (Ginebra, Suiza).
- [20] Barker, T. B. (1985), *Quality by Experimental Design*, Marcel Dekker (New York, N. Y).

IMPORTANTE

Este resumen no contiene toda la información necesaria para la aplicación del documento normativo original al que se refiere la portada. ICONTEC lo creo para orientar a su cliente sobre el alcance de cada uno de sus documentos y facilitar su consulta. Este resumen es de libre distribución y su uso es de total responsabilidad del usuario final.

El documento completo al que se refiere este resumen puede consultarse en los centros de información de ICONTEC en Bogotá, Medellín, Barranquilla, Cali o Bucaramanga, también puede adquirirse a través de nuestra página web o en nuestra red de oficinas (véase www.icontec.org).

El logo de ICONTEC y el documento normativo al que hace referencia este resumen están cubiertos por las leyes de derechos reservados de autor.

Información de servicios aplicables al documento aquí referenciado la encuentra en: www.icontec.org o por medio del contacto cliente@icontec.org