

## 1. OBJETIVO

Establecer la metodología para la estimación de la incertidumbre asociadas a las mediciones realizadas en la ejecución de los métodos de ensayo en el LNS.

## 2. ALCANCE

Este instructivo aplica a las diferentes determinaciones analíticas desarrolladas en el LNS. Inicia con la especificación, luego con la definición de fuentes de incertidumbre, continúa con la cuantificación y finaliza con el reporte del cálculo de la incertidumbre.

## 3. DESARROLLO

### 3.1. RECOMENDACIONES

Con base en el concepto de incertidumbre el cual establece que ésta proporciona una idea de la calidad del resultado, debido a que indica cuanto puede alejarse un resultado del valor que puede atribuirse al mensurando, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones generales:

- Previamente a la estimación de la incertidumbre de un método analítico se debe verificar su trazabilidad debido a que se requiere garantizar que se han corregido o tenido en cuenta todos los posibles errores sistemáticos del método y, por tanto, es posible asegurar que el intervalo de valores resultado  $\pm$  incertidumbre contiene el valor considerado verdadero.
- Para estimar la incertidumbre de una medición la tarea primordial consiste en la identificación de las fuentes relevantes de incertidumbre y la asignación de un valor a cada una de las contribuciones significativas. Las contribuciones independientes se deben combinar posteriormente con el fin de obtener un valor global.
- En la identificación de las fuentes relevantes de incertidumbre, se debe considerar la secuencia completa de las etapas o los eventos necesarios para alcanzar el propósito de la determinación analítica.
- Cada una de las etapas tiene fuentes de incertidumbre asociadas. Las incertidumbres de los diferentes componentes se pueden evaluar individualmente o en grupos apropiados

### 3.2. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ICONTEC, 2017. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO/IEC 17025 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.
- Evaluación Estadística de los Análisis Químicos. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. IDEAM. 1999
- Norma Técnica Colombiana GTC 51. Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones.1997-11-26
- Uncertain ty Calculations in a Measurement Standards Laboratory. RahatHusain and KhamisA.An-Nahdi.1999.
- Norma ISO 13843 Calidad del agua: guía para la validación de métodos microbiológicos. 2000-06-01.
- ICONTEC, 1997. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA GTC 51 Guía para la expresión de incertidumbre en las mediciones. Ratificada, 1997-11-26.
- EURACHEM / CITAC Guide. Quanti fying Uncertainty in Analytical Measurement. Second Edition.2000.
- European Co-Operation For Accreditation. Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration. 1999

### 3.3. PROCEDIMIENTO

En la estimación de la incertidumbre global de los métodos desarrollados en el LNS, se trata por separado cada una de las fuentes de incertidumbre para obtener su contribución al total, denominada componente de incertidumbre o incertidumbre estándar cuando esta se expresa como una desviación estándar.

Para el resultado de una medición, la incertidumbre total se denomina incertidumbre estándar combinada, simboliza como  $u_c$  (y). Generalmente se utiliza la incertidumbre expandida,  $U$ , que es un intervalo en el cual se espera encontrar el valor del mensurando con un nivel de confianza dado.

### 3.3.1. ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE GLOBAL DE LA MEDICIÓN

Los pasos principales para cuantificar la incertidumbre global son los siguientes:

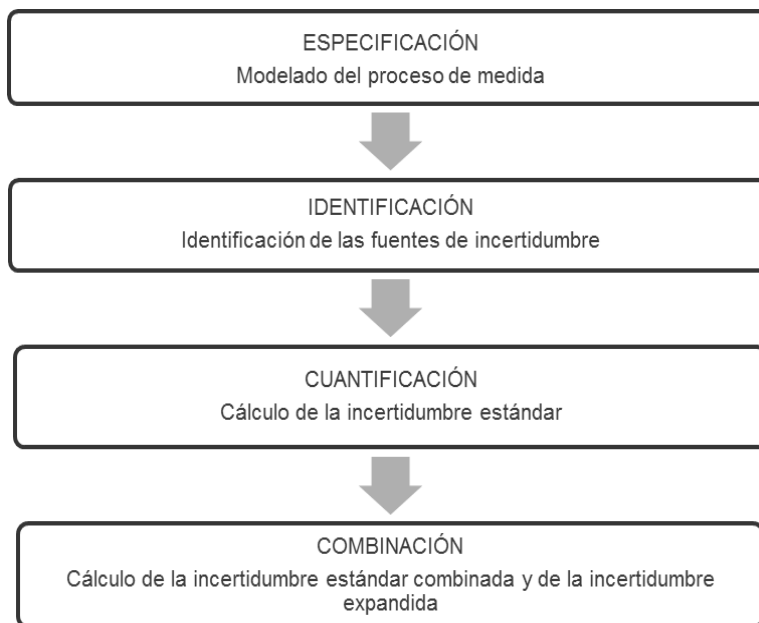


Figura 1. Pasos principales para cuantificar la incertidumbre global

Para cada uno de los métodos desarrollados en el LNS se escribe una exposición clara de lo que se está analizando. Se incluyen las relaciones entre el mensurando y las cantidades de entrada de las cuales depende. Cuando es posible, se incluyen correcciones para efectos sistemáticos conocidos.

Se hace una descripción del procedimiento de medición. Se hace una lista de los pasos y un diagrama de flujo que incluya solo las etapas críticas del proceso que afectan la medición.

De esta manera se puede hacer una expresión matemática cuantitativa del mensurando en función de los parámetros de los cuales depende (ecuación de cálculo del resultado), esta puede incluir otros mensurados y otras cantidades no medidas directamente, o constantes. En la ecuación se rempazan las variables que están dadas en función de otros mensurados, de esta manera se expresa en términos de los parámetros que se cuantifican en el proceso de medición.

#### 3.3.1.1. ESPECIFICACIÓN

Establecer la relación que existe entre el resultado analítico y los parámetros de los que depende. En el LNS esto se conoce como la modelación del proceso de medida. Generalmente para establecer esta relación se requiere dividir el procedimiento analítico en sus diferentes etapas.

Las determinaciones analíticas realizadas en el laboratorio, para muestras de suelos comprenden las siguientes etapas principales.

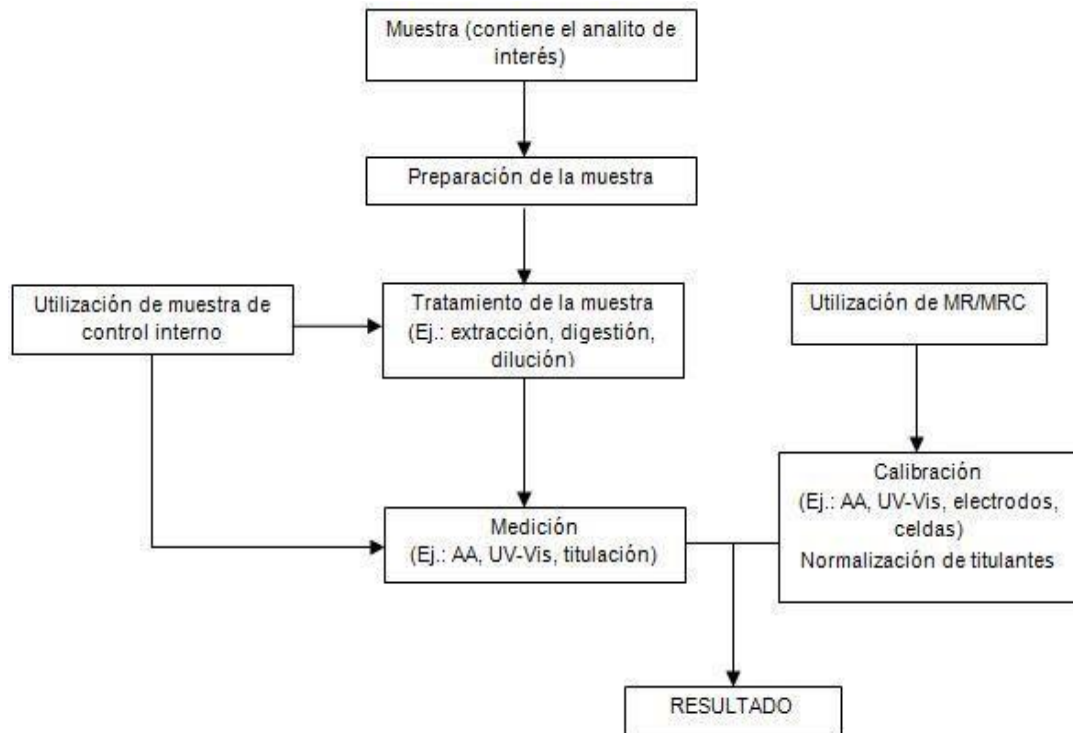


Figura 2. Diagrama etapas de las determinaciones analíticas Identificación

### 3.3.1.2. IDENTIFICACIÓN

Una vez modelado el proceso de medida, se identifican las fuentes relevantes de incertidumbre, partiendo de la expresión básica de cálculo del mensurando. Todos los parámetros de esta expresión pueden ser fuentes potenciales de incertidumbre y además puede haber otros parámetros que no aparecen explícitos en la ecuación pero que afectan el mensurando, incluso surgidos de suposiciones químicas.

Una vez identificadas las fuentes, sus efectos sobre el resultado se representan mediante una ecuación que corresponde al modelo del proceso de medición en términos de todos los factores individuales. Si la ecuación resulta muy compleja se considera el procedimiento de medición como una serie de operaciones unitarias a las cuales se le evalúa separadamente su contribución a la incertidumbre total; esto también es útil cuando las operaciones unitarias son comunes a diferentes procesos de medición.

#### 3.3.1.2.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE INCERTIDUMBRE

Para identificar posibles fuentes de incertidumbre en los procedimientos analíticos realizados en el LNS se divide el proceso en pasos genéricos y se identifican en cada uno los factores a considerar, como pueden ser:

- **Preparación de muestra:** efectos de homogenización y/o submuestreo, secado, molienda, disolución, extracción, contaminación, errores de dilución, concentración, control de efectos de especiación.
- **Calibración o verificación con MRC:** incertidumbre y semejanza del material de referencia certificado con la muestra.
- **Calibración de equipos e instrumento:** errores de calibración con material de referencia certificado, material de referencia y su incertidumbre, semejanza entre la muestra y el patrón de calibración, precisión del instrumento.

- **Análisis:** efectos del operador, interferencias de la matriz de los reactivos y otros analitos, pureza de los reactivos, ajuste de parámetros instrumentales, precisión entre corridas (repetibilidad), corrida en analizadores automáticos.
- **Procesamiento de datos:** promedio, control de redondeo, estadística, algoritmos de procesamiento.
- Las fuentes típicas de incertidumbre que se pueden considerar en un método de medición, que no necesariamente son independientes, son:
  - **Efectos instrumentales:** por ejemplo, límites de exactitud de la calibración de una balanza, o en el control de temperatura.
  - **Pureza de reactivos:** la concentración de una solución nunca es exacta.
  - **Estequiometría:** se puede esperar desviaciones de la estequiometría, reacciones incompletas o reacciones laterales.
  - **Condiciones de medición:** como ejemplo tenemos que la temperatura a la cual se utiliza el material volumétrico puede ser diferente de la temperatura a la cual fue calibrado.
  - **Efectos de muestra:** una matriz compleja de la muestra puede afectar la recuperación de analito o la respuesta instrumental; la estabilidad puede cambiar durante el análisis.
  - **Efectos de cálculo:** la selección del modelo de calibración, por ejemplo, la respuesta lineal o curva, genera incertidumbre; el redondeo de cifras puede afectar el resultado.
  - **Corrección de blanco:** en análisis de trazas el valor y la conveniencia de la corrección por blanco aportan incertidumbre.
  - **Efectos de operador:** por la posibilidad de lectura diferente al valor medido o ligeras desviaciones del método.

El análisis de los efectos se puede realizar por diversas metodologías; en el LNS se utiliza el diagrama de causa y efecto (diagrama de Ishikawa o de espina de pescado). En esta metodología los parámetros conforman las ramas principales del diagrama, que ayudan a evidenciar la relación entre fuentes de incertidumbre, identificar su influencia en el resultado y evitar el doble conteo de fuentes.

En consecuencia, las fuentes principales de incertidumbre se muestran en la Figura 3. Diagrama de Fuentes generales de incertidumbre en el LNS.

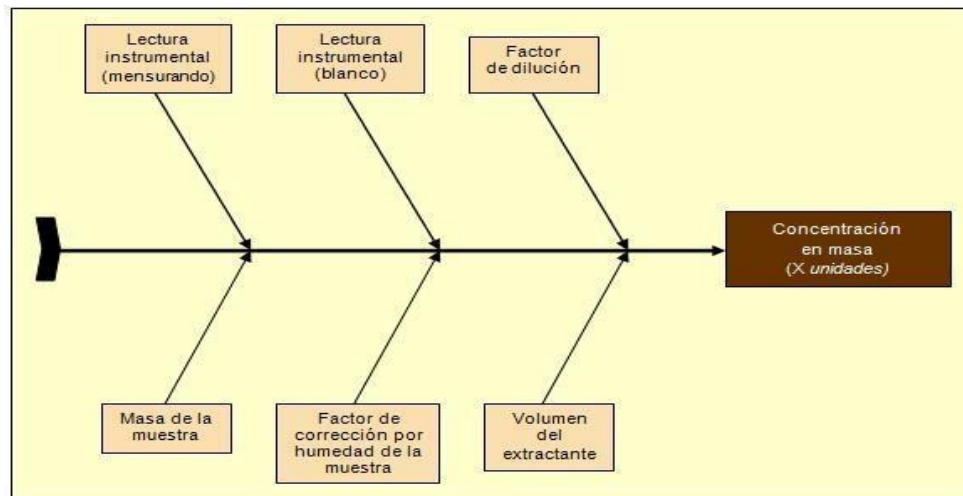


Figura 3. Diagrama de posibles Fuentes generales de incertidumbre en el LNS.

La siguiente consideración para el análisis corresponde a los factores que afectan estas grandes fuentes de incertidumbre identificadas en el diagrama anterior. Esta identificación se realiza teniendo en cuenta el instrumento de medición. Así cuando el instrumento es un espectrofotómetro (AA o UV- VIS)

las fuentes se muestran en la Figura 4. Diagrama de fuentes de incertidumbre para medición con espectrofotómetro (AA o UV-VIS).

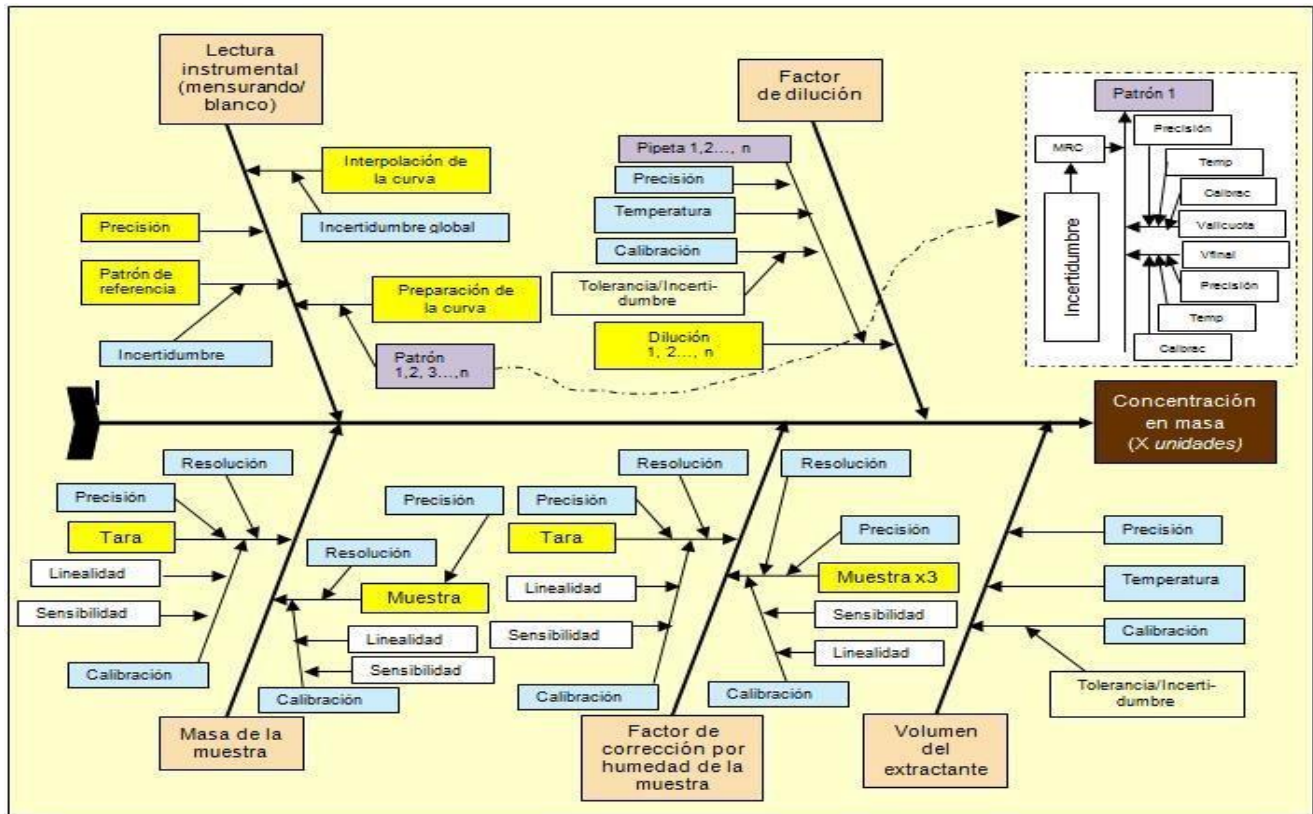


Figura 4. Diagrama de posibles fuentes de incertidumbre para medición con espectrofotómetro (AA o UV-VIS).

Para el siguiente paso reunir todas las fuentes de incertidumbre asociadas a la precisión en una sola llamada la variabilidad del método. Se utilizan los datos de los certificados de calibración para el caso de los equipos utilizados en la medición de volúmenes y masas.

En cuanto a volúmenes para los equipos que están sometidos a control metrológico, la tolerancia y temperatura, se consideran con el valor de incertidumbre reportada en los certificados de calibración; los equipos a los que se les realiza solo la verificación en el laboratorio se deben tener en cuenta la temperatura a la cual se realiza la verificación como fuente de incertidumbre.

La fuente de incertidumbre asociada a la sensibilidad de la balanza se elimina debido a que el peso de las muestras es cercano entre sí.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores se presenta a continuación la figura 5. Diagrama de fuentes de incertidumbre para medición con espectrofotómetro (AA o UV-VIS) simplificadas.

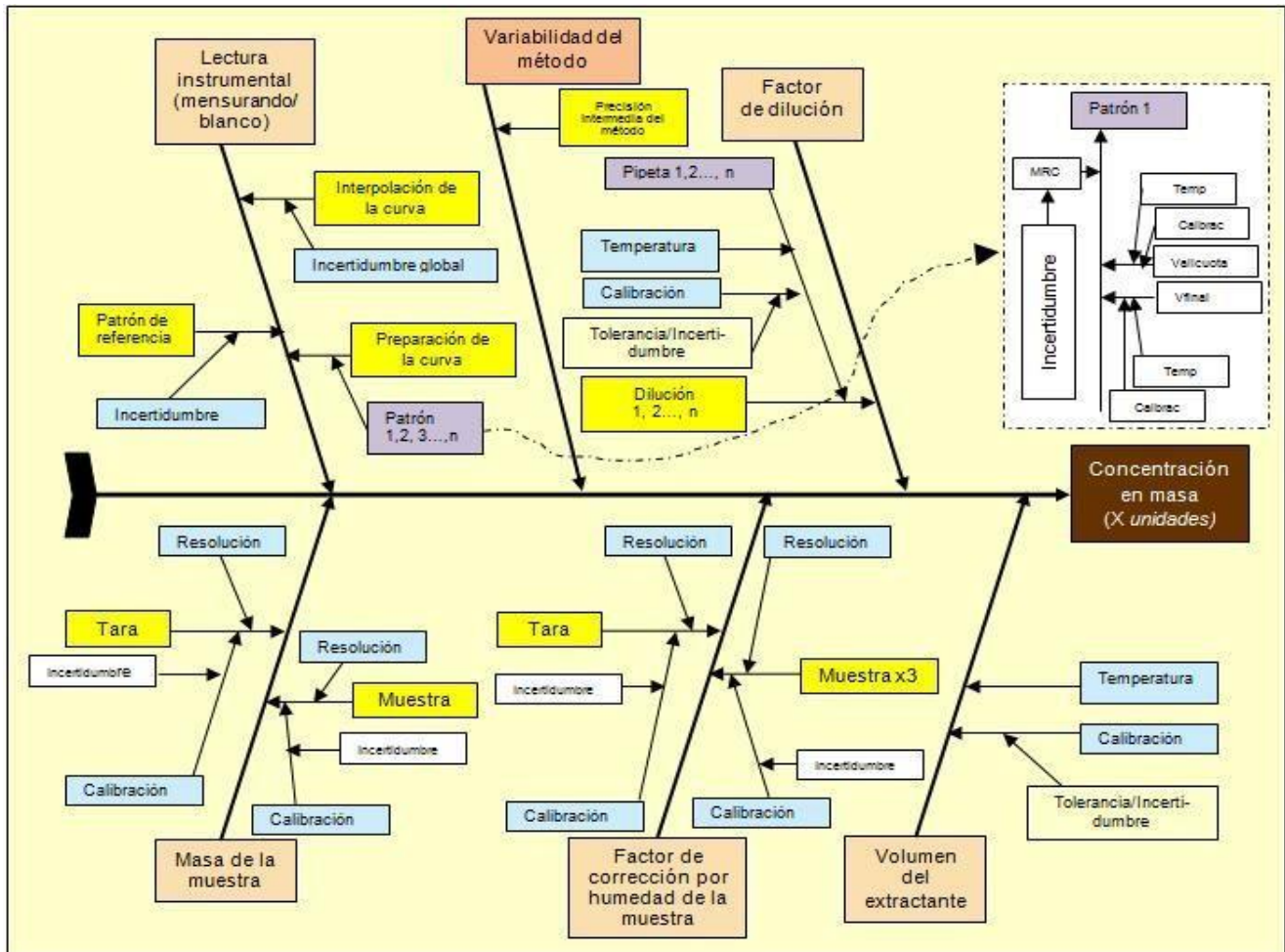


Figura 5. Diagrama de posibles fuentes de incertidumbre para medición con espectrofotómetro (AA o UV-VIS) simplificadas.

Cuando en la medición espectrofotométrica específicamente en los casos de colorimetría (VIS), el extracto de la muestra para el desarrollo de color se requiere llevar a un volumen final, este paso se considera como una fuente de incertidumbre adicional la cual aparece como volumen final en la figura 6. Diagrama de fuentes de incertidumbre para medición con espectrofotómetro (VIS).

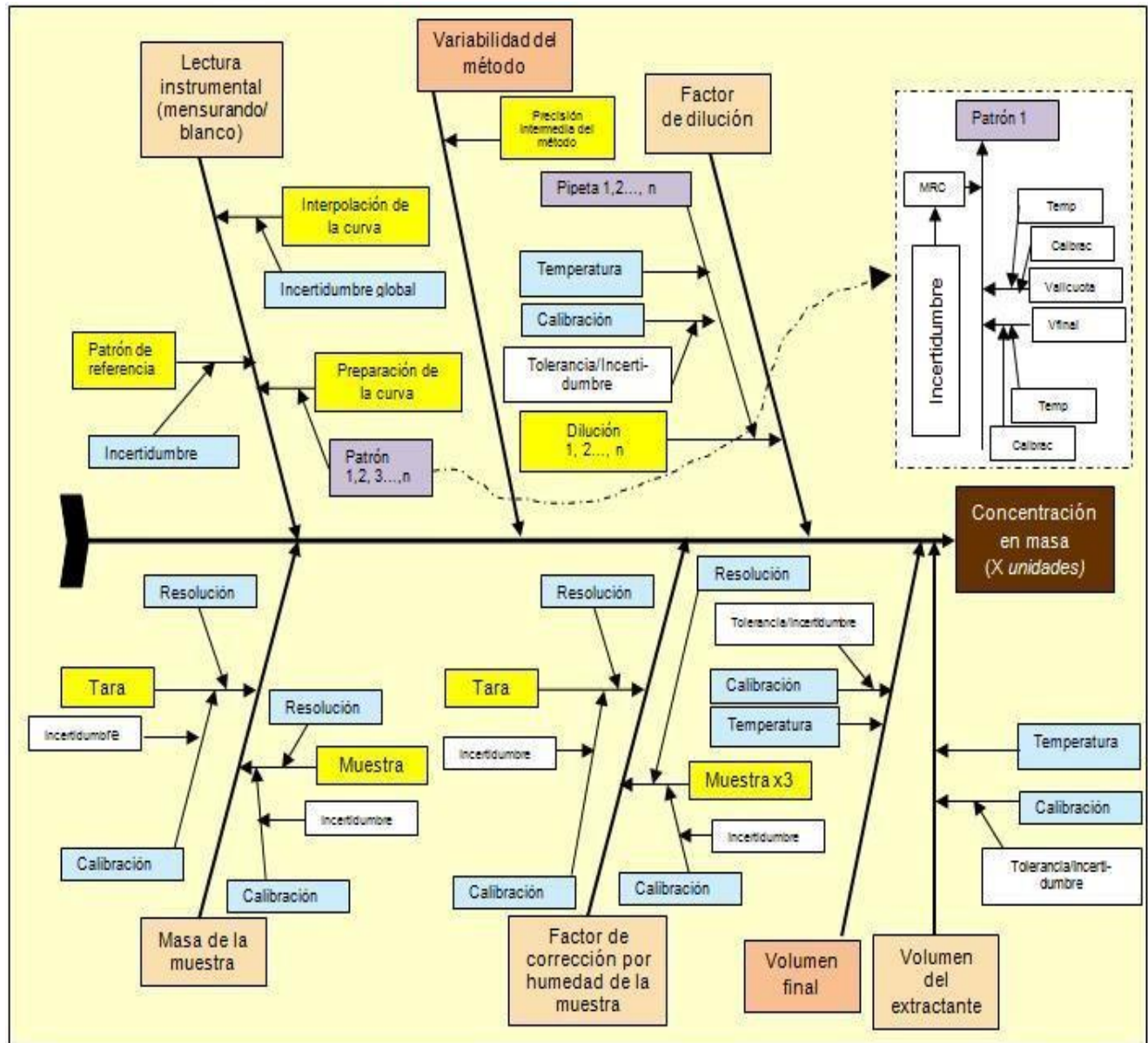


Figura 6. Diagrama de fuentes de incertidumbre para medición con espectrofotómetro (VIS).

Cuando el instrumento de medición es volumétrico (titulaciones) las fuentes se muestran la figura 7. Diagrama fuentes de incertidumbre para medición con instrumento volumétrico (titulaciones).

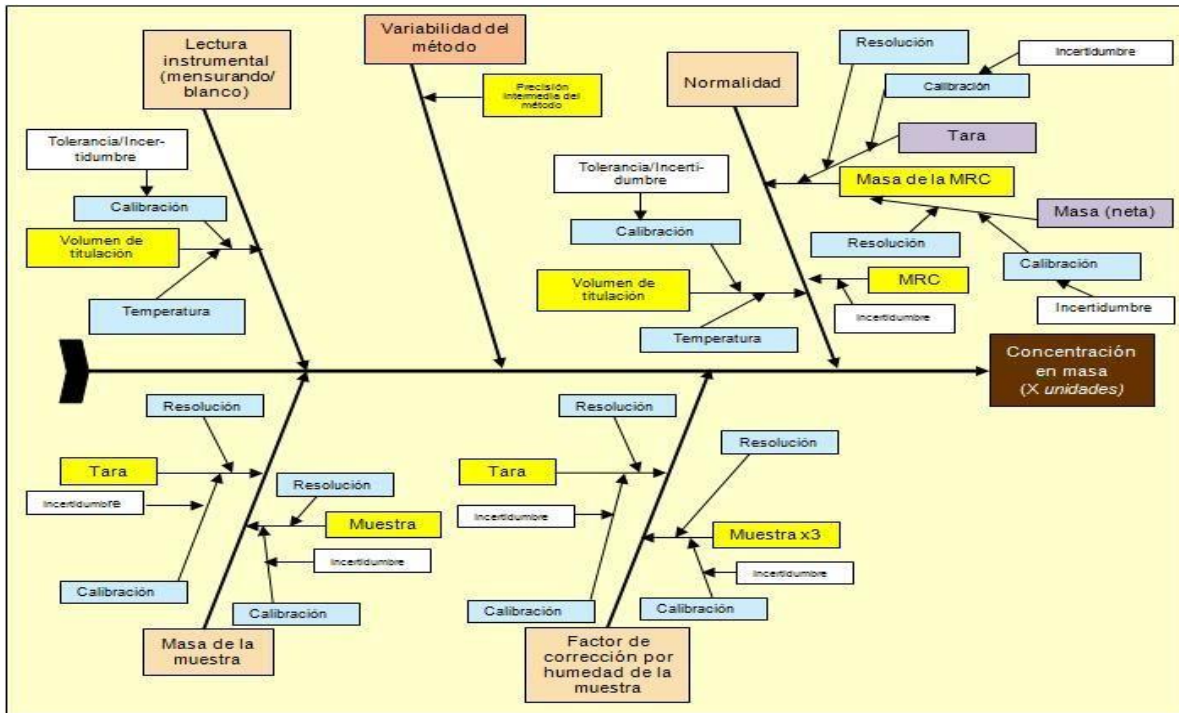


Figura 7. Diagrama de posibles fuentes de incertidumbre para medición con instrumento volumétrico (titulaciones)

Cuando el instrumento de medición es un pH-metro las fuentes se muestran en la figura 8. Diagrama de fuentes de incertidumbre para medición con pH-metro.

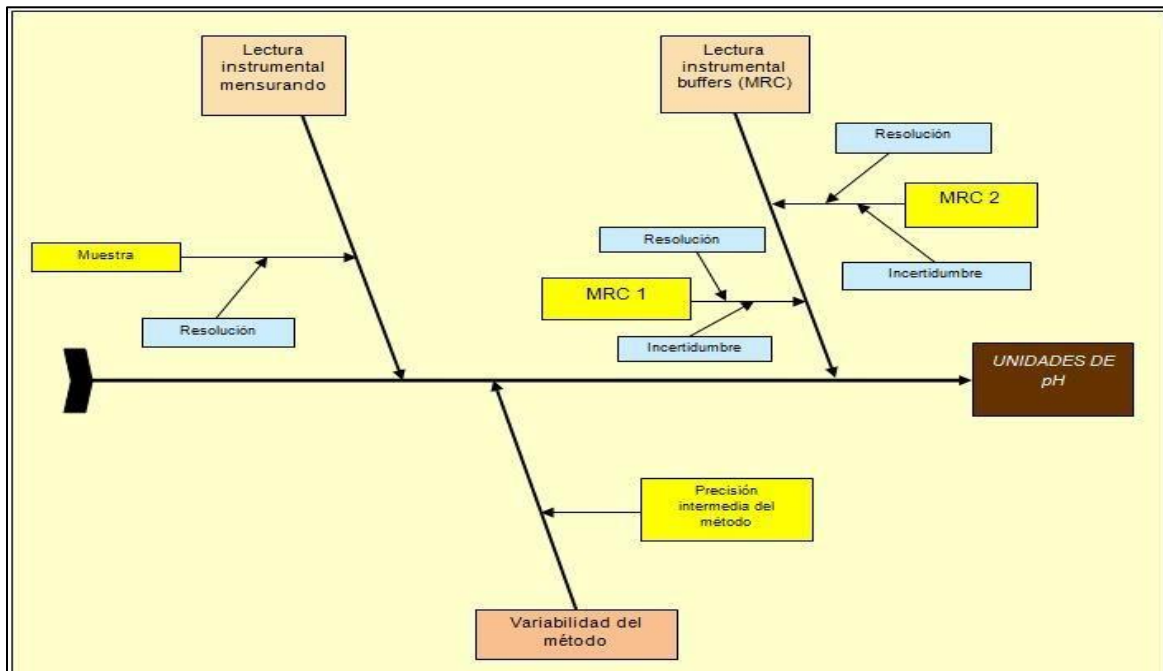


Figura 8. Diagrama de posibles fuentes de incertidumbre para medición con pH-metro.



Cuando el instrumento de medición es un hidrómetro las fuentes se muestran en la figura 9. Diagrama de fuentes de incertidumbre para medición con hidrómetro.

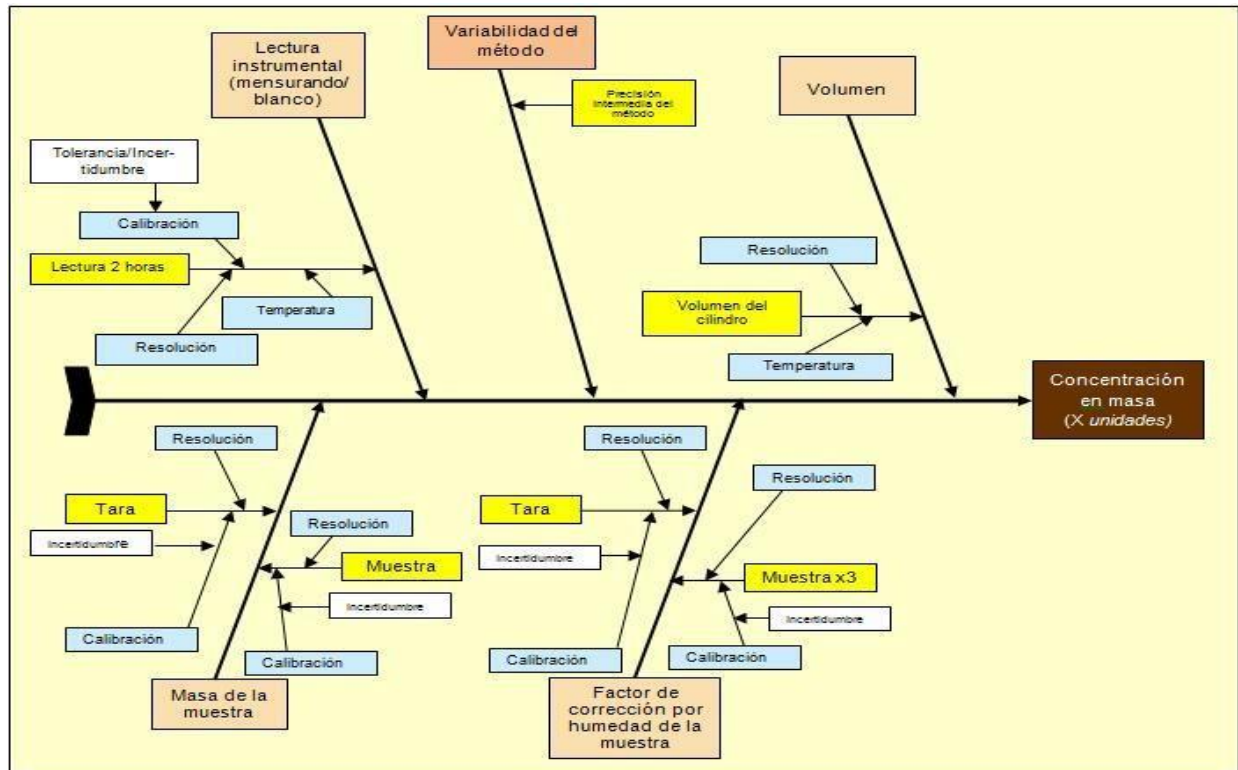


Figura 9. Diagrama de posibles fuentes de incertidumbre para medición con hidrómetro.

Se debe tener en cuenta que para el cálculo de incertidumbre para ensayos como el de textura, se debe realizar dicho cálculo para las fracciones de arcilla, arena y limo.

### 3.3.1.2.2. CONTRIBUCIONES FUENTES DE INCERTIDUMBRE

En el LNS se han establecido las siguientes contribuciones de las fuentes para las determinaciones fisicoquímicas:

Tabla 1. Contribuciones de las fuentes para las determinaciones fisicoquímicas

FUENTE	DEFINICIÓN	SÍMBOLO
<b>Comunes a las diferentes determinaciones fisicoquímicas</b>		
Masa de la muestra medida para realizar la determinación	La contribución está determinada básicamente por la resolución del equipo y la incertidumbre asociada a la calibración de la balanza. La incertidumbre es tipo B.	μmm
Humedad de la muestra, expresada en masa	La contribución está determinada básicamente por la resolución del equipo y la incertidumbre asociada a la calibración de la balanza. La incertidumbre es tipo B.	μpw
Variabilidad del método	La contribución está determinada por la precisión intermedia del método. La incertidumbre es tipo A	μvar
<b>Adicionalmente, cuando el instrumento de medición es un espectrofotómetro (AA y VIS-UV)</b>		
Lectura instrumental (mensurando) Patrón certificado del	La contribución está determinada por el valor de incertidumbre reportada en el certificado de calibración del patrón. La incertidumbre es de tipo B.	μPcertf

<b>FUENTE</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>
mensurando (MRC)		
Lectura instrumental (mensurando) Preparación de la curva de calibración.	La contribución está determinada por la calibración de los instrumentos de medición utilizados para las alícuotas y los volúmenes finales. La incertidumbre es tipo B.	$\mu_{curva}$
Lectura instrumental (mensurando) Interpolación en la curva de calibración.	Se refiere a la incertidumbre global de la curva de ajuste: la contribución está en función de los errores residuales de la curva de ajuste, evaluando la desviación estándar de los errores residuales para todo el intervalo. La incertidumbre es tipo A y se aplica en el laboratorio para curvas para las que se mide la desviación con respecto a una recta ajustada por mínimos cuadrados o con potencias de mayor orden.	$\mu_{interp}$
Volumen final aforado después de la extracción	La contribución está determinada por la calibración del instrumento de medición aforado utilizado (balón aforado) y la temperatura. La incertidumbre es tipo B.	$\mu_{VF}$
Factor de dilución	La contribución está determinada por el volumen de aforo y el volumen de alícuota que intervienen en el proceso de dilución.	$\mu_{fd}$
Volumen del extractante	La contribución está determinada por la calibración del instrumento de medición y la temperatura. La incertidumbre es de tipo B.	$\mu_{ext}$
<b>Adicionalmente, cuando el instrumento de medición es volumétrico (titulaciones)</b>		
Lectura instrumental (mensurando) Volumen titulación	La contribución está determinada por la calibración del instrumento de medición utilizado y la temperatura. La incertidumbre es tipo B.	$\mu_{VTmt}$
Lectura instrumental (blanco) Volumen titulación	La contribución está determinada por la calibración del instrumento de medición utilizado y la temperatura. La incertidumbre es tipo B.	$\mu_{VTtbl}$
Normalidad de la solución de valoración	La contribución está determinada por el peso del patrón primario, el volumen de titulación y el valor de incertidumbre reportada en el certificado del patrón. La incertidumbre es tipo B.	$\mu_N$
<b>Además, cuando el instrumento de medición es un pH-metro</b>		
Lectura instrumental de la muestra	La contribución está determinada por la resolución del instrumento. La incertidumbre es tipo B.	$\mu_{Lm}$
Lectura instrumental de las MRC (buffers)	La contribución está determinada por la incertidumbre asociada a los materiales de referencia y la resolución del instrumento. La incertidumbre es tipo B.	$\mu_{LMRC}$
<b>Nota:</b> Para este instrumento de las fuentes comunes no aplican la masa de la muestra medida para realizar la determinación ni la humedad de la muestra, expresada en masa		
<b>Adicionalmente, cuando el instrumento de medición es un hidrómetro (textura)</b>		
Lectura instrumental (mensurando) Lectura corregida a las 2 horas	La contribución está determinada por la resolución y la incertidumbre asociada a la calibración del instrumento (lectura real), por la incertidumbre asociada al dispersante y la temperatura. La incertidumbre tiene componentes del tipo A y B	$\mu_{Lc2h}$
Lectura instrumental (mensurando)	La contribución está determinada por la resolución y la incertidumbre asociada a la calibración del instrumento	$\mu_{Lc40''}$

FUENTE	DEFINICIÓN	SÍMBOLO
Lectura corregida a los 40 segundos	(lectura real), por la incertidumbre asociada al dispersante y la temperatura. La incertidumbre tiene componentes del tipo A y B	
Incertidumbre de la fracción limo	La incertidumbre de la fracción limo se determina al combinar la incertidumbre de la fracción arcilla y arena.	$\mu_{\text{Limo}}$
Volumen cilindro	La contribución está determinada por la resolución del cilindro y la temperatura. La incertidumbre es tipo B.	$\mu_{\text{Vcil}}$

### 3.3.1.3. CUANTIFICACIÓN

Se deben cuantificar todas las fuentes de incertidumbre identificadas de acuerdo con el paso anterior. En la cuantificación se consideran diferentes tipos de incertidumbre, así:

- Tipo A: Corresponde a la cuantificación a partir del análisis estadístico de los resultados de mediciones repetidas de un mismo parámetro. Este tipo de incertidumbre está asociada a la variabilidad de los resultados debida a los errores aleatorios y se puede estimar con base en la desviación estándar experimental; por ejemplo, la precisión intermedia es incertidumbre de este tipo.

Para expresar esta variabilidad como incertidumbre, se emplea la desviación estándar experimental de la media,  $s'$ , que viene dada por la expresión:

$$s' = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

En lo posible se tendrá un número de mediciones ( $n \geq 7$ ), de tal forma que la evaluación de la incertidumbre Tipo A expresada por la ecuación anterior sea confiable. Esta incertidumbre se expresa como  $\mu_A$ .

- Tipo B: Corresponde a la cuantificación a partir de la información proporcionada por los proveedores (hojas de datos del fabricante, tolerancia del material volumétrico y certificados de calibración).

Generalmente este tipo de incertidumbre se encuentra expresada como un intervalo de confianza y, entonces, es necesario convertirla a una incertidumbre estándar. En este caso es necesario conocer la distribución en que se basa esta incertidumbre, así como el nivel de significación del intervalo de confianza.

Es decir, cuando el intervalo de confianza,  $\pm a$ , se presenta con un nivel de significación  $p\%$ , entonces se divide el valor  $a$  por el punto apropiado del porcentaje de la distribución normal ( $k$ ) para el nivel de significación dado, para calcular la desviación estándar. Así:

- Para un nivel de significación del 95%, se divide por 1,96 aprox.2
- Para un nivel de significación del 99%, se divide por 2,58 aprox.2,6
- Para un nivel de significación del 99,7%, se divide por 2,97 aprox.3

Por ejemplo, en los certificados de calibración o en los materiales de referencia, el proveedor suele proporcionar el valor de  $k$  con el que ha calculado la incertidumbre (normalmente  $k = 2$ ). La incertidumbre estándar se calcula en este caso dividiendo el valor de incertidumbre proporcionada por el proveedor por el valor de  $k$ .

Respecto a las tolerancias del material volumétrico, cuando no se dispone de la información sobre la distribución, se asume que es igual de probable que el valor esté en cualquier lugar dentro de los límites del intervalo fijado por la tolerancia. Esto corresponde a una distribución rectangular y, por tanto, la incertidumbre estándar se obtiene dividiendo el valor de la tolerancia por  $\sqrt{3}$ .

Esta incertidumbre se expresa como  $\mu_B$ .

Estos dos tipos de incertidumbre estimadas de forma individual, de acuerdo con lo especificado anteriormente, se denominan incertidumbres estándar. Se requieren para el paso siguiente.

Para la cuantificación de la incertidumbre de las técnicas analíticas se deben tener en cuenta las siguientes observaciones:

- La evaluación de la incertidumbre generada por cada fuente individual, o determinación directa de la contribución combinada a la incertidumbre de algunas o todas las fuentes mediante los datos de rendimiento del método  
El LNS tiene en cuenta cada fuente individual donde la mayoría de la información necesaria está disponible en los resultados de verificación/validaciones. El procedimiento usado para estimar la incertidumbre global depende de los datos disponibles.  
No necesariamente todos los componentes tienen una contribución significativa a la incertidumbre combinada; es probable que solo un pequeño número de componentes lo tengan. Los componentes que tengan menos de una tercera parte del más grande no necesitan ser evaluados en detalle, a menos que haya un gran número de ellos. Se puede hacer un estimado preliminar de la contribución de cada componente o combinación de componentes a la incertidumbre y eliminar aquellos que no sean significantes.  
Para los métodos propios de validación y verificación de métodos en el laboratorio se utilizan los mejores estimados disponibles de la precisión y el sesgo globales del método y una cuantificación de cualquier incertidumbre asociada con efectos no completamente cobijados por los estudios de desempeño.
- **Estudio de precisión:** La precisión se estima en un periodo extenso de tiempo, tanto como sea posible, de tal manera que se permita la variación natural de todos los factores que afectan el resultado y se obtiene a partir de la desviación estándar de resultados para una muestra típica analizada varias veces, la desviación estándar obtenida de análisis replicados para varias muestras o diseños experimentales formales multifactoriales, analizados por ANOVA. La precisión frecuentemente varía de manera significativa con el nivel de respuesta, por lo que el estimado de la incertidumbre se debe ajustar para admitir que la precisión sea aplicable a un resultado en particular.
- **Estudio de sesgo:** Efectuado por análisis repetidos de un material de referencia relevante, aplicando el procedimiento de medición completo; si el sesgo resulta ser insignificante, la incertidumbre asociada con el sesgo es simplemente la combinación de la incertidumbre estándar del valor del material de referencia con la desviación estándar asociada con el sesgo. El sesgo también se puede determinar por comparación de los resultados contra un método de referencia, por la adición de analito a un material previamente estudiado, o por comparación del método particular con un valor determinado por el método de adiciones estándar y extrapolación. Se aplican correcciones para todos los efectos sistemáticos reconocidos y significativos.
- **Factores adicionales:** Los efectos de cualquier otro factor remanente se estiman por separado, ya sea por variación experimental o por predicción de la teoría establecida. La incertidumbre asociada con dichos factores se estima, registra y combina con otras contribuciones, de la manera normal.

Para convertir cada componente de la incertidumbre a su respectiva incertidumbre estándar,  $u(x)$ , se emplean los siguientes criterios para seleccionar el tipo de función de distribución que presenta el componente en cuestión:

Tabla 2. Tipos de función de distribución de incertidumbre

TIPO DE INCERTIDUMBRE	ECUACIÓN
<p><b>Distribución:</b> Rectangular</p> <p><b>Significado:</b> cada valor en el intervalo tiene la misma probabilidad de suceder</p> <p><b>Se utiliza cuando:</b> un certificado u otra especificación establece límites (<math>\pm a</math>) sin especificar un nivel de confianza, o cuando se hace un estimado en la forma de un intervalo (<math>\pm a</math>) sin conocimiento del tipo de distribución.</p>	$u(x) = \frac{a}{\sqrt{3}}$
<p><b>Distribución:</b> Triangular</p> <p><b>Significado:</b> la probabilidad de ocurrencia es mayor para valores en el centro del intervalo y menor hacia los límites</p> <p><b>Se utiliza cuando:</b> los valores cercanos a x son más frecuentes que los cercanos a los límites (<math>\pm a</math>), o cuando se hace una estimación en la forma de un intervalo (<math>\pm a</math>) descrito por una distribución simétrica.</p>	$u(x) = \frac{a}{\sqrt{6}}$
<p><b>Distribución:</b> Normal</p> <p><b>Significado:</b> los datos varían aleatoriamente con distribución normal de probabilidad.</p> <p><b>Se utiliza cuando:</b> se obtiene un estimado por observaciones repetidas. Se reporta una incertidumbre como desviación estándar, desviación estándar relativa o coeficiente de variación, sin que se especifique la distribución.</p> <p>Se reporta una incertidumbre en la forma de un intervalo de confianza (c), sin que se especifique la distribución.</p>	$u(x) = s$ $u(x) = s$ $u(x) = x(s/\bar{x})$ $u(x) = x \cdot CV / 100$ $u(x) = c / 2 \text{ ó } 3$ <p>para 95 ó 99,7%</p>

### 3.3.1.3.1. CUANTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE INCERTIDUMBRE

Tabla 3. Cuantificación de las fuentes de incertidumbre

TIPO DE INCERTIDUMBRE (SÍMBOLO)	ECUACIÓN
<p><b>Resolución:</b></p> $\mu_{Res} = \frac{+a/2}{\sqrt{3}}$ <p>Donde:  <math>a</math> = Esla resolución de la balanza.  <math>\sqrt{3}</math> = Es el factor para una distribución de probabilidad rectangular.</p> <p><b>Calibración:</b></p> $\mu_{cal} = \frac{U}{k}$ <p>Donde:  <math>U</math> = Es el valor de incertidumbre dado en el certificado de calibración  <math>K</math> = Es el factor de cubrimiento (Para un nivel de confianza del 95 % es 2)</p>	
<p><math>\mu_{pw}</math></p>	<p><b>Resolución:</b></p>

TIPO DE INCERTIDUMBRE (SÍMBOLO)	ECUACIÓN
	$\mu_{Res} = \frac{+a/2}{\sqrt{3}}$ <p>Donde:  <math>a</math> = Es la resolución de la balanza.  <math>\sqrt{3}</math> = Es el factor para una distribución de probabilidad rectangular.</p> <p><b>Calibración:</b></p> $\mu_{cal} = \frac{U}{k}$ <p>Donde:  <math>U</math> = Es el valor de incertidumbre dado en el certificado de calibración  <math>K</math> = es el factor de cubrimiento (Para un nivel de confianza del 95 % es2).</p>
$\mu_{var}$	$\frac{S_I}{\sqrt{n}}$ <p>Donde:  <math>S_I</math> = Es la desviación estándar intermedia del método  <math>n</math> = Es el número de veces que se analiza la muestra control de rutina en diferentes tandas.</p>
$\mu_{Pcertf}$	$\mu_{Pcertf} = \frac{U}{k}$ <p>Donde:  <math>U</math> = Es el valor de incertidumbre dado en el certificado del patrón  <math>K</math> = Es el factor de cubrimiento (Para un nivel de confianza del 95 % es2).</p>
$\mu_{curva}$	$\mu_{curva} = \sqrt{\left(\frac{\mu_{patrón\ certificado}}{C_{patrón\ certificado}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{v1}}{V_1}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{D1}}{D_1}\right)^2}$ <p>La incertidumbre se obtiene combinando las incertidumbres debidas a los volúmenes medidos, más la incertidumbre del patrón de partida.</p> <p>Donde:  <math>\mu_{patrón\ certificado}</math> = Es la incertidumbre del patrón de referencia  <math>C_{patrón\ certificado}</math> = Es la concentración del patrón de referencia  <math>\mu_{v1}</math> = Es la incertidumbre de la pipeta  <math>v1</math> = Es el volumen tomado con la pipeta  <math>\mu_{D1}</math> = Es la incertidumbre del balón aforado  <math>D1</math> = Es el volumen del balón aforado</p> $\mu_{Pcertf} = \frac{U}{k}$ <p>Donde:  <math>U</math> = Es el valor de incertidumbre dado en el certificado del patrón  <math>K</math> = Es el factor de cubrimiento (Para un nivel de confianza del 95 % es2).</p>

TIPO DE INCERTIDUMBRE (SÍMBOLO)	ECUACIÓN
	$\mu_{v1} = \frac{U}{k}$ <p>Donde:</p> <p>U = Es el valor de incertidumbre de la pipeta en el rango de volumen en que se tomó la alícuota.</p> <p>K = Es el factor de cubrimiento (Para un nivel de confianza del 95 % es 2).</p>
μ <sub>curva</sub>	$\mu_{D1} = \sqrt{(\mu_{\Delta T})^2 + (\mu_{tol})^2}$ $\mu_{tol} = \frac{+a}{\sqrt{6}}$ <p>Donde:</p> <p>a = Es la tolerancia del balón aforado</p> <p><math>\sqrt{3}</math> = Es el factor para una distribución de probabilidad rectangular.</p> $\mu_{\Delta T} = \frac{[(T - T_{20}) * \alpha * V]}{\sqrt{3}}$ <p>Donde:</p> <p>α = 2,1x10-4 Es el coeficiente de expansión térmica del agua</p> <p>T °C = Es la fluctuación estimada en la temperatura ambiental del laboratorio. Se asume una distribución rectangular, cuyo factor es <math>\sqrt{3}</math>.</p> <p>Para el cálculo de la incertidumbre combinada se toma el valor más alto obtenido para los patrones de la curva de calibración.</p>
μ <sub>interp</sub>	$s_{er}^2 = \left[ \frac{1}{N-m-1} \sum_{i=1}^N [y_i - p(x_i)]^2 \right]$ <p>Donde:</p> <p>N = Número de parejas u observaciones.</p> <p>m = Grado de polinomio para la ecuación de calibración.</p> <p>y<sub>i</sub> = Indicaciones del instrumento obtenidos en el proceso de preparación de la curva.</p> <p>p(x<sub>i</sub>) = Valores obtenidos de la ecuación de calibración con los valores de los parámetros predichos.</p>
μ <sub>VF</sub>	$\mu_{VF} = \sqrt{(\mu_{\Delta T})^2 + (\mu_{tol})^2}$ $\mu_{tol} = \frac{+a}{\sqrt{6}}$ <p>Donde:</p> <p>a = Es la tolerancia del balón aforado</p>

TIPO DE INCERTIDUMBRE (SÍMBOLO)	ECUACIÓN
	<p><math>\sqrt{3}</math> = Es el factor para una distribución de probabilidad rectangular.</p> $\mu_{\Delta T} = \frac{[(T - T_{20}) * \alpha * V]}{\sqrt{3}}$ <p>Donde:  <math>\alpha</math> = <math>2,1 \times 10^{-4}</math> Es el coeficiente de expansión térmica del agua  <math>T</math> °C = es la fluctuación estimada en la temperatura ambiental del laboratorio. Se asume una distribución rectangular, cuyo factor es <math>\sqrt{3}</math>.</p>
<p><math>\mu_{fd}</math></p>	$\frac{u_{fd1}}{fd_1} = \sqrt{\left(\frac{u_{V1}}{V_1}\right)^2 + \left(\frac{u_{V2}}{V_2}\right)^2}$ <p>La incertidumbre se obtiene combinando las incertidumbres debidas a los volúmenes medidos.</p> <p><math>\mu_{V1}</math> = Es la incertidumbre de la pipeta (alícuota de extracto)  <math>V_1</math> = Es el volumen tomado con la pipeta  <math>\mu_{V2}</math> = Es la incertidumbre de la pipeta (alícuota de diluyente)  <math>V_2</math> = Es el volumen tomado con la pipeta</p> <p>Para el cálculo de la incertidumbre combinada se toma el valor más alto obtenido para las diluciones hechas.</p>
<p><math>\mu_{ext}</math></p>	$\mu_{ext} = \sqrt{(\mu_{\Delta T})^2 + (\mu_{tol})^2}$ $\mu_{tol} = \frac{+a}{\sqrt{6}}$ <p>Donde:  <math>\alpha</math> = Es la tolerancia del dispensador.  <math>\sqrt{3}</math> = Es el factor para una distribución de probabilidad rectangular.</p> $\mu_{\Delta T} = \frac{[(T - T_{20}) * \alpha * V]}{\sqrt{3}}$ <p>Donde:  <math>\alpha</math> = <math>2,1 \times 10^{-4}</math> Es el coeficiente de expansión térmica del agua  <math>T</math> °C = es la fluctuación estimada en la temperatura ambiental del laboratorio. Se asume una distribución rectangular, cuyo factor es <math>\sqrt{3}</math>.</p>
<p><math>\mu_{VTmt}</math></p>	$\mu_{VTmt} = \sqrt{(\mu_{\Delta T})^2 + (\mu_{cal})^2}$ $\mu_{cal} = \frac{U}{k}$ <p>Donde:</p>



TIPO DE INCERTIDUMBRE (SÍMBOLO)	ECUACIÓN
	<p><math>\mu_{cal}</math> = Es el valor de incertidumbre dado en el certificado de calibración del equipo utilizado para la titulación.</p> $\mu_{\Delta T} = \frac{[(T - T_{20}) * \alpha * V]}{\sqrt{3}}$ <p>Donde:</p> <p><math>\alpha</math> = <math>2,1 \times 10^{-4}</math> Es el coeficiente de expansión térmica del agua</p> <p><math>T</math> °C = es la fluctuación estimada en la temperatura ambiental del laboratorio. Se asume una distribución rectangular, cuyo factor es <math>\sqrt{3}</math>.</p>
$\mu_{VTbl}$	$\mu_{VTmt} = \sqrt{(\mu_{\Delta T})^2 + (\mu_{cal})^2}$ $\mu_{cal} = \frac{U}{k}$ <p>Donde:</p> <p><math>\mu_{cal}</math> = Es el valor de incertidumbre dado en el certificado de calibración del equipo utilizado para la titulación.</p> $\mu_{\Delta T} = \frac{[(T - T_{20}) * \alpha * V]}{\sqrt{3}}$ <p>Donde:</p> <p><math>\alpha</math> = <math>2,1 \times 10^{-4}</math> Es el coeficiente de expansión térmica del agua</p> <p><math>T</math> °C = Es la fluctuación estimada en la temperatura ambiental del laboratorio. Se asume una distribución rectangular, cuyo factor es <math>\sqrt{3}</math>.</p>
$\mu_N$	<p><b>Masa del patrón primario:</b></p> <p><b>Resolución:</b></p> $\mu_{RES} = \frac{+a/2}{\sqrt{3}}$ <p>Donde:</p> <p><math>a</math> = Es la resolución de la balanza</p> <p><math>\sqrt{3}</math> = Es el factor para una distribución de probabilidad rectangular.</p> <p><b>Calibración:</b></p> $\mu_{cal} = \frac{U}{k}$ <p>Donde:</p> <p><math>U</math> = es el valor de incertidumbre dado en el certificado de calibración</p> <p><math>K</math> = es el factor de cubrimiento (Para un nivel de confianza del 95 % es 2).</p>

TIPO DE INCERTIDUMBRE (SÍMBOLO)	ECUACIÓN
	<p><b>Pureza del reactivo:</b></p> $\mu_{pprim} = \frac{U}{k}$ <p>U = es el valor de incertidumbre dado en el certificado del patrón K = es el factor de cubrimiento (Para un nivel de confianza del 95 % es 2).</p> <p><b>Volumen de titulación:</b></p> $\mu_{VT} = \sqrt{(\mu_{\Delta T})^2 + (\mu_{cal})^2}$ $\mu_{cal} = \frac{U}{k}$ <p>Donde: U = Es el valor de incertidumbre dado en el certificado de calibración del equipo utilizado para la titulación. K = Es el factor de cubrimiento (Para un nivel de confianza del 95 % es 2).</p> $\mu_{\Delta T} = \frac{[(T - T_{20}) * \alpha * V]}{\sqrt{3}}$ <p>Donde α = 2,1x10<sup>-4</sup> es el coeficiente de expansión térmica del agua T °C = Es la fluctuación estimada en la temperatura ambiental del laboratorio. Se asume una distribución rectangular, cuyo factor es <math>\sqrt{3}</math>.</p>
μLm	<p><b>Resolución:</b></p> $\mu_{Res} = \frac{+a}{k}$ <p>Donde: α = Es la resolución del potenciómetro (mV)</p>
μLMRC	$\mu_{MRC} = \frac{U}{k}$ <p>Donde: U = Es el valor de incertidumbre dado en el certificado de la muestra de referencia (buffer) K = Es el factor de cubrimiento (Para un nivel de confianza del 95 % es 2).</p> $\mu_{Res} = \frac{+a}{k}$ <p>Donde α = Es la resolución del potenciómetro (mV)</p>

TIPO DE INCERTIDUMBRE (SÍMBOLO)	ECUACIÓN
<p><math>\mu_{Vcil}</math></p>	<p><b>Volumen del cilindro: <math>\mu_{Vcil}</math> Resolución:</b></p> $\mu_{RES} = \frac{+a/2}{\sqrt{6}}$ <p>Donde:  <math>a</math> = Es la resolución del cilindro.  <math>\sqrt{6}</math> = Es el factor para una distribución de probabilidad triangular.</p> $\mu_{\Delta T} = \frac{[(T - T_{20}) * \alpha * V]}{\sqrt{3}}$ <p>Donde:  <math>\alpha</math> = <math>2,1 \times 10^{-4}</math> es el coeficiente de expansión térmica del agua  <math>T</math> °C = Es la fluctuación estimada en la temperatura ambiental del laboratorio.  Se asume una distribución rectangular, cuyo factor es <math>\sqrt{3}</math>.</p>
<p><math>\mu_{Lc2h}</math> <math>\mu_{40''}</math></p>	<p><b>Lectura real (hidrómetro): <math>\mu_{L2h}</math> Resolución:</b></p> $\mu_{RES} = \frac{+a/2}{\sqrt{3} + a/2}$ $\mu_{RES} = \frac{+a/2}{\sqrt{3}}$ <p>Donde:  <math>a</math> = Es la resolución del instrumento.  <math>\sqrt{3}</math> = Es el factor para una distribución de probabilidad rectangular.</p> <p><b>Calibración:</b></p> $\mu_{cal} = \frac{U}{k}$ <p>Donde:  <math>U</math> = Es el valor de incertidumbre dado en el certificado de calibración.  <math>K</math> = Es el factor de cubrimiento (Para un nivel de confianza del 95 % es 2).</p> <p><b>Lectura temperatura: <math>\mu_{Temp}</math></b></p> <p><b>Resolución:</b></p> <p>Donde:  <math>a</math> = Es la resolución del termómetro.  <math>\sqrt{3}</math> = Es el factor para una distribución de probabilidad rectangular.</p> <p><b>Calibración:</b></p> $\mu_{cal} = \frac{U}{k}$ $\mu_{RES} = \frac{+a/2}{\sqrt{3}}$ <p>Donde:  <math>U</math> = Es el valor de incertidumbre dado en el certificado de calibración.</p>

TIPO DE INCERTIDUMBRE (SÍMBOLO)	ECUACIÓN
	<p>K = Es el factor de cubrimiento (Para un nivel de confianza del 95 % es 2).</p> <p><b>Lectura dispersante: <math>\mu_{dis}</math></b></p> $\frac{S_l}{\sqrt{n}}$ <p>Donde:            S<sub>l</sub> = Es la desviación estándar de las lecturas del dispersante            n = es el número de lecturas del dispersante.</p>
$\mu_{Limo}$	La incertidumbre correspondiente al porcentaje de limo de suelo se determina por la incertidumbre combinada de las fracciones de arcilla y arena.

Se aplican los criterios establecidos en el numeral 3.3.7. de este instructivo relacionados con el cálculo de la incertidumbre estándar combinada y la incertidumbre expandida.

#### 3.3.1.4. COMBINACIÓN

La relación general entre la incertidumbre estándar combinada  $u_c(y)$  de un valor y la incertidumbre de los parámetros independientes  $x_n$  de los cuales depende ( $y(x_n)$ ) es llamada la ley de propagación de incertidumbre:

$$u_c(y(x_n)) = \sqrt{\sum_1^n c_i^2 u(x_i)^2} = \sqrt{\sum_1^n u(y, x_i)^2}$$

Donde  $c_i$  es el coeficiente de sensibilidad y  $u(y, x_i)$  es la incertidumbre en  $y$  debida a la incertidumbre en  $x_i$ . La contribución de cada variable es el cuadrado de la incertidumbre asociada expresada como desviación estándar multiplicada por el cuadrado del respectivo coeficiente de sensibilidad. Cuando las variables no son independientes, la relación es mucho más compleja y se puede consultar en la bibliografía.

El coeficiente de sensibilidad describe como varía el valor de  $y$  con los cambios en los parámetros  $x_i$ , o, en otras palabras, qué tan sensible es el mensurando a variaciones en el parámetro de entrada respectivo; este coeficiente se evalúa como la diferencial parcial ( $c_i = \partial y / \partial x_i$ ) de  $y$  con respecto a  $x_i$ , o determinando el cambio en el mensurando que genera el cambio del parámetro manteniendo constantes los demás parámetros ( $c_i = \Delta y / \Delta x_i$ ).

Este procedimiento de combinar la incertidumbre aplica cuando las incertidumbres están relacionadas con parámetros simples, parámetros agrupados o el método total. En este último caso la contribución a la incertidumbre se expresa usualmente como un efecto en el resultado final y el coeficiente de sensibilidad  $\partial y / \partial x_i = 1$ . En muchos casos la expresión para combinar las incertidumbres se reduce a formas más simples, mediante las debidas consideraciones matemáticas implícitas:

- ° Para modelos que implican solamente la suma o diferencia de cantidades (magnitudes de entrada no correlacionadas), por ejemplo  $y = (p - q + r \dots)$ , la incertidumbre estándar combinada  $u_c(y)$  está dada por la suma geométrica de las incertidumbres individuales

$$u_c(y(p, q, \dots)) = \sqrt{u(p)^2 + u(q)^2 + \dots}$$

- Para modelos que implican solamente la multiplicación o división de cantidades (magnitudes de entrada relacionadas, con más de una fuente), por ejemplo  $y = (p \times q \times \dots)$  o  $y = p / (q \times r \times \dots)$ , la incertidumbre estándar combinada  $u_c(y)$  está dada por la suma geométrica de las incertidumbres relativas:

$$u_c(y) = y \sqrt{\left(\frac{u(p)}{p}\right)^2 + \left(\frac{u(q)}{q}\right)^2 + \dots}$$

- Para modelos que impliquen productos y sumas, es conveniente separar el modelo matemático en expresiones que consistan exclusivamente de operaciones consideradas en alguno de los dos casos anteriores. Por ejemplo, la expresión  $y = (o+p) / (q+r)$  puede separarse en dos elementos  $(o+p)$  y  $(q+r)$ , de tal manera que la incertidumbre para cada uno de ellos se calcula como la suma y luego se combinan como división.

Como la incertidumbre determinada para los métodos aplicados en el laboratorio se calcula de manera relativa y cuadrática, se tendría un factor, que al multiplicarlo por el resultado arrojará la incertidumbre de dicho resultado.

#### 3.3.1.4.1. LA INCERTIDUMBRE EXPANDIDA $U(C_X)$ :

Se obtiene multiplicando la incertidumbre estándar combinada por un factor de cobertura  $k$ , dependiente de los grados de libertad, para obtener un intervalo en el cual se abarque una gran cantidad de la distribución de valores que puedan ser razonablemente atribuidos al mensurando; para la mayoría de los casos se utiliza  $k=2$  que equivale a un nivel de confianza de 95%:

$$U_c = 2 \cdot \frac{u_c(C_X)}{C_X}$$

Sin embargo, si la incertidumbre combinada se basa en observaciones estadísticas con pocos grados de libertad (menos de seis), se debe seleccionar el valor de  $k$  de acuerdo con los grados de libertad de una tabla  $t$  de Student de dos colas para el nivel de confianza requerido.

Para las verificaciones de microbiología se utiliza la incertidumbre expandida siendo:

- La Incertidumbre Estándar de la Media:** La incertidumbre Estándar de la Media ( $S_{\bar{x}}$ ), se calcula a partir de la desviación estándar de la media, y se utiliza la siguiente fórmula:

$$S_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

- La Incertidumbre Expandida ( $k=2$ ):** La incertidumbre expandida ( $U$ ), se calcula a partir de la incertidumbre de la desviación estándar de la media, y teniendo en cuenta el valor de  $k$ , y se utiliza la siguiente fórmula:

$$U = k \cdot S_{\bar{x}} = \frac{2s}{\sqrt{n}}$$

### 3.3.1.5. REPORTE DE LA INCERTIDUMBRE

Cuando se reportan resultados de análisis de rutina suele ser suficiente indicar solamente el valor de la incertidumbre expandida y el valor de k. Los valores numéricos de los resultados se redondean de tal manera que sean consistentes con su incertidumbre, que casi nunca se reporta con más de dos cifras significativas.

#### ◦ **Reporte de la incertidumbre expandida:**

A menos que se requiera otra cosa, el resultado  $x$  debe ir acompañado de la incertidumbre expandida  $U$  calculada con un factor de cobertura  $k=2$ , así: "(Parámetro):  $x \pm U$  (unidad), la incertidumbre reportada se calculó con un factor de cobertura de 2"; opcionalmente se puede agregar "el cual corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente 95%".

Para cada determinación analítica en particular se deben documentar los resultados de la estimación de la incertidumbre de la medición en el formato vigente "Incertidumbre del método analítico" y de esta manera llevar la trazabilidad del método analítico.

Además, se deben conservar y tener disponibles los soportes de la información específica de modelado de la medida, identificación de las fuentes de incertidumbre, cuantificación de las fuentes y combinación de los componentes de incertidumbre individuales.

### 3.3.2. SÍNTESIS DE LOS PASOS DE LA METODOLOGÍA

Estimación de la incertidumbre global de la medición

- Para cada determinación analítica, establecer y documentar la relación que existe entre el resultado analítico y los parámetros de los que depende (modelación del proceso de medida), según los criterios establecidos en el numeral 3.3.1.1. de este instructivo.
- Para cada determinación analítica, establecer y documentar las fuentes de incertidumbre y las correspondientes magnitudes que deben considerarse para la estimación de la incertidumbre.
- De acuerdo con los resultados de la actividad anterior, reunir la información necesaria para cuantificar la incertidumbre.
- Realizar y documentar los cálculos según el tipo de incertidumbre, de acuerdo con los criterios establecidos en el numeral 3.3.1.3. del presente instructivo.
- Con base en las incertidumbres de Tipo A y de Tipo B determinadas, calcular y documentar la incertidumbre combinada.
- Calcular y documentar la incertidumbre expandida, según los criterios establecidos en el numeral 3.3.1.4. del presente instructivo.
- Generar el reporte de estimación de la incertidumbre expandida de la medición en el formato vigente "Incertidumbre del método analítico", para cada determinación analítica. Para el reporte de resultados tener en cuenta lo establecido en el numeral 3.3.3. de este instructivo.

### 3.3.3. EXPRESIÓN DE RESULTADOS

#### 3.3.3.1. CIFRAS SIGNIFICATIVAS

Una manera sencilla de indicar la probable incertidumbre relacionada con una medición experimental es redondear el resultado de modo que sólo contenga como número máximo de decimales, aquel necesario para expresar científicamente un valor sin que se pierda exactitud, es decir se debe emplear el número de cifras del componente que aporta la mayor incertidumbre.

Se deben utilizar las unidades del Sistema Internacional SI para el reporte de los resultados al cliente, en el caso de tener otras unidades por facilidad de comprensión diferentes al SI, se deben especificar sus respectivas conversiones.

La última cifra significativa en una cantidad medida tiene siempre una incertidumbre asociada. La incertidumbre mínima sería  $\pm 1$  en la última cifra. En general, cuando se hacen lecturas en la escala de

cualquier aparato, es necesario interpolar entre graduaciones; esta lectura debe estimarse siempre hasta el décimo más cercano de la distancia mínima entre las graduaciones o divisiones de la escala. Tenga en cuenta esta fuente de incertidumbre si aplica.

Reglas para determinar el número de cifras significativas:

- Hacer caso omiso de todos los ceros iniciales (a la izquierda).
- Hacer caso omiso de todos los ceros finales (a la derecha) a menos que sigan a la cena.
- Todos los dígitos restantes que incluyen los ceros entre dígitos distintos de cero son significativos.

### 3.3.3.2. REDONDEO

El resultado se redondea de modo que sólo contenga cifras significativas. Es importante posponer el redondeo hasta que el cálculo se haya completado. Las calculadoras generalmente retienen varios dígitos extra que no son significativos, por lo que se debe redondear adecuadamente los resultados finales, de manera que sólo se incluyan las cifras significativas.

Al redondear hay que fijarse en todos los dígitos situados después de la última cifra deseada:

- Si el dígito inmediato a la última cifra decimal significativa es mayor que 5, se suma un 1 a la última cifra significativa. Ej. para 1,426 se redondea a 1,43 puesto que se suma 1 a la última cifra significativa que se desea, es decir al 2. Si el dígito inmediato a la última cifra decimal significativa es menor a 5, simplemente se suprime. Ej. para 1,423 se redondea a 1,42 al suprimir el 3.
- Si el dígito inmediato a la última cifra decimal significativo es igual a 5, la última cifra significativa: a) de ser impar se redondea al valor par más cercano y b) si es par se deja sin modificar. Ej. a) para tener tres cifras significativas en la cantidad 43,75 se redondea a 43,8. b) para tener tres cifras significativas en 43,45 se redondea quedando en 43,4.

## 4. CONTROL DE CAMBIOS

FECHA	CAMBIO	VERSIÓN
<b>18/05/2021</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Se adopta como versión 1 debido a cambios en la Plataforma Estratégica (actualización del mapa de procesos), nuevos lineamientos frente a la generación, actualización y derogación de documentos del SGI tales como: cambios de tipos documentales y nueva codificación por procesos. Emisión Inicial Oficial.</li> <li>◦ Se actualiza la Metodología "Estimación de la incertidumbre de los métodos analíticos en el Laboratorio Nacional de Suelos", código <b>M40600-01/18.V1</b>, versión 1 a instructivo del mismo nombre, código <b>IN-GAG-PC03-32</b>, versión 1.</li> <li>◦ Deroga la circular la 232 del 31 de agosto del 2018.</li> <li>◦ Sea socia al procedimiento "Análisis de Muestras en el Laboratorio Nacional de Suelos", código <b>PC-GAG-03</b>, versión 1.</li> <li>◦ Se eliminó la tabla de contenido</li> <li>◦ Se reorganizaron y unificaron algunos capítulos.</li> <li>◦ Se eliminaron los capítulos de glosario, trazabilidad de la medición y verificación de la trazabilidad de la medición.</li> <li>◦ Se eliminó el anexo 1. Niveles de trazabilidad de los valores de referencia</li> <li>◦ Se eliminó el anexo 2. Expresión de resultado y se incluyó dentro del capítulo de desarrollo.</li> <li>◦ Se aclaró que, para el cálculo de incertidumbre para textura, se debe hacer el cálculo para las tres fracciones arcilla, limo y arena.</li> <li>◦ Se incluyó en la tabla de contribuciones de las fuentes para las determinaciones fisicoquímicas la incertidumbre para la fracción limo.</li> </ul>	<b>1</b>



**ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE DE LOS MÉTODOS ANALÍTICOS**

**Código: IN-GAG-PC03-32**

**Versión: 1**

**Vigente desde:  
18/05/2021**

FECHA	CAMBIO	VERSIÓN
	° Se incluyó en la tabla de cuantificación de las fuentes de incertidumbre $\mu$ Lim.	
<b>31/08/2018</b>	Emisión Inicial Oficial	<b>1</b>

Elaboró y/o Actualizó:	Revisó Técnicamente:	Revisó Metodológicamente:	Aprobó:
<p><b>Nombre:</b> Sergio Andrés Arenas Nemoga</p> <p><b>Cargo:</b> Contratista Subdirección de Agrología</p> <p><b>Nombre:</b> Johanna Katerin Cordero Casallas</p> <p><b>Cargo:</b> Contratista Subdirección de Agrología</p>	<p><b>Nombre:</b> Vivian Lorena Álvarez Sarmiento</p> <p><b>Cargo:</b> Coordinadora del GIT Laboratorio Nacional de Suelos</p> <p><b>Nombre:</b> Janeth González Nivia</p> <p><b>Cargo:</b> Coordinador GIT Modernización y Administración de la Información Agrologica</p>	<p><b>Nombre:</b> Marcela Yolanda Puentes Castillón</p> <p><b>Cargo:</b> Profesional Especializado Oficina Asesora de Planeación.</p>	<p><b>Nombre:</b> Napoleón Ordoñez Delgado</p> <p><b>Cargo:</b> Subdirector de Agrología.</p>