



# DIRECTRICES

## PARA LA ESTIMACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INCERTIDUMBRE DE EMISIONES Y REMOCIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)

Programa País de Carbono Neutralidad 2.0



El presente documento ha sido elaborado por la Dirección de Cambio Climático, del Ministerio de Ambiente y Energía, de Costa Rica, con apoyo del Proyecto “*Partnership for Market Readiness*” del Banco Mundial y el Laboratorio Costarricense de Metrología.

**Consultora:**

FRASO Alliance, SAPI de CV

**Elaboración del documento:**

Gabriel Molina Castro, Laboratorio Costarricense de Metrología

Sergio Coto Hernández, FRASO Alliance, SAPI de CV

**Revisión técnica del contenido:**

Laura Mora Mora, PMR Costa Rica

**Revisión de estilo:**

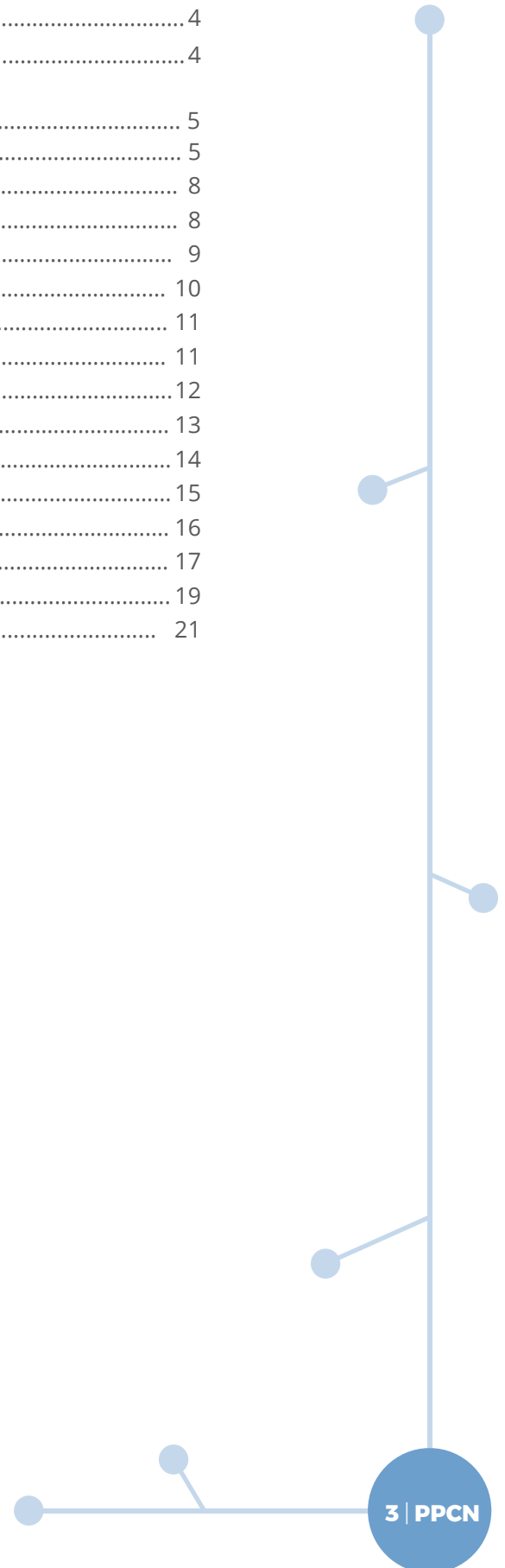
Diego Arguedas Ortiz, PMR Costa Rica

**Se agradecen los aportes para la elaboración de este documento a las siguientes personas:**

- Andrés Fallas, Dirección de Cambio Climático
- Bryan Calderón Jiménez, Laboratorio Costarricense de Metrología
- Gerardo Padilla Víquez, Laboratorio Costarricense de Metrología
- Manuel González Rodríguez, INTECO
- Manuel Chavarría Vargas, INTECO
- Kendal Blanco Salas, IMN
- Mariluz Quirós López, ECA
- Lupita Vargas Fonseca, TEC
- Luis Valerio Pérez, TEC
- Jorge Mario Montero Arguedas, ICE
- Marian Rojas Acosta, ICE
- Nancy Madrigal Morales, ICE
- Verónica Bolaños Cerdas, CNFL
- Verónica Vargas Madrigal, Consultora
- Adrian Sandí Campos, Consultor
- John Solano Salmerón, UNA
- Harold Víquez Zamora, COOPELESCA
- Ernesto González Prado, GFS

# ÍNDICE

<b>1. Información general</b> .....	4
<b>2. Objetivo</b> .....	4
<b>3. Directrices para el reporte de incertidumbre dentro del PPCN 2.0.</b> .....	5
<b>Aspectos generales</b> .....	5
<b>Aspectos específicos</b> .....	8
Fuentes estacionarias .....	8
Fuentes móviles .....	9
Emisiones fugitivas .....	10
Emisiones de proceso .....	11
Tratamiento de desechos sólidos (compostaje) .....	11
Aguas residuales .....	12
Afolu (bosques) .....	13
Energía comprada a terceros .....	14
Compras de vapor y calor .....	15
Emisiones agrícolas .....	16
Emisiones pecuarias .....	17
<b>Transitorios</b> .....	19
<b>4. Referencias</b> .....	21



# 1. INFORMACIÓN GENERAL

La Dirección de Cambio Climático (DCC), con el apoyo del proyecto *Partnership for Market Readiness* (PMR) del Banco Mundial y el Laboratorio Costarricense de Metrología, interesada en la exactitud de los inventarios de las organizaciones que están participando en el Programa País de Carbono Neutralidad (PPCN 2.0), emite este documento para establecer las directrices que las organizaciones deben seguir en la estimación de la incertidumbre de las mediciones utilizadas para el reporte de las emisiones y remociones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

La Dirección de Cambio Climático elaboró el presente documento directrices para su aplicación en el PPCN 2.0. Se realizaron talleres con instituciones claves, expertos en metrología y responsables de la elaboración de inventario de emisiones de GEI en 2018 y 2019 con el objetivo de discutir las directrices nacionales e internacionales y compararlas con la realidad de las organizaciones de Costa Rica para así garantizar su viabilidad y aplicabilidad.

El presente documento contiene las denominadas “Directrices” que establecen las condiciones que, de acuerdo con el Programa País Carbono Neutralidad en su versión 2.0, se requieren para realizar la estimación de incertidumbre.

## 2. OBJETIVO

Este documento tiene como objetivo apoyar a los interesados en participar en el PPCN 2.0 para que realicen la estimación y el análisis de la incertidumbre que se debe incluir en el reporte de los inventarios de emisiones y remociones de GEI.

## 3. DIRECTRICES PARA EL REPORTE DE INCERTIDUMBRE DENTRO DEL PPCN 2.0.

Los criterios de incertidumbre aquí presentados adquirirán vigencia una vez publicados, y deberán ser cumplidos íntegramente por todas las organizaciones participantes (ver sección de transitorios).

### ASPECTOS GENERALES

- 3.1.** Las organizaciones interesadas en participar en el PPCN 2.0 deben estimar la incertidumbre estándar de cada fuente de emisión y remoción, y la incertidumbre expandida total del inventario de GEI, reportadas en toneladas de CO<sub>2</sub>e, según los criterios que se presentan en este documento (según apartado 8.14 de los requisitos para interesados en el PPCN 2.0<sup>1</sup> y la norma INTE B5:2016 Norma para demostrar la Carbono Neutralidad. Requisitos).
- 3.2.** Para las emisiones y remociones de alcance 1 y 2 es obligatorio presentar los resultados con el valor de la incertidumbre estándar asociada, reportada en toneladas de CO<sub>2</sub>e. Para otras emisiones indirectas relevantes (alcance 3), si la organización las incluye, es opcional presentar la estimación de incertidumbre, presentada en incertidumbre estándar, quedando esto a criterio de la organización.
- 3.3.** La organización debe estimar la incertidumbre tanto para el nivel del reporte del inventario de GEI (incertidumbre expandida) como para cada fuente, sumidero y reservorio (incertidumbre estándar) y, por lo tanto, incluye los datos de la incertidumbre asociada a los factores de emisión, los datos de la actividad y otros parámetros de estimación correspondientes a cada categoría.
- 3.4.** Para identificar las fuentes de incertidumbre, los responsables del inventario deben considerar todos los equipos, maquinaria, instalaciones, actividades, procesos y usos de materiales que causan o puedan causar emisiones de GEI. La organización debe presentar todos los supuestos y estimaciones para la elaboración del inventario de manera transparente.

1. <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2018/08/PPCN-2.0-ORGANIZACIONAL.pdf>

**3.5.** La organización debe reportar todas las posibles fuentes de incertidumbre, agrupadas por fuente de emisión o remoción, considerando al menos lo siguiente:

- la incertidumbre estándar del factor de emisión (por ejemplo, la incertidumbre indicada por el Instituto Meteorológico Nacional [IMN] o la incertidumbre de la determinación del factor propio de emisión),
- la referencia de la incertidumbre utilizada,
- la incertidumbre estándar del dato de actividad,
- la incertidumbre estándar por el equipo de medición utilizado (la cual podría estar considerada en el mismo dato de actividad o en el factor de emisión, en caso de ser propio),
- la incertidumbre estándar combinada por fuente,
- la incertidumbre estándar total por alcance (alcance 1, 2 y si aplicable 3) y
- la incertidumbre expandida del resultado final del inventario.

**3.6.** Si una fuente de emisión es excluida según lo establece la norma INTE B5, no es necesario realizar la estimación de su incertidumbre.

**3.7.** La organización debe tener en cuenta todas las contribuciones que son significativas para cada fuente; es decir, que la contribución sea mayor a 1/3 del componente de incertidumbre de mayor peso de la fuente.

**3.8.** Los potenciales de calentamiento global (PCG) son tratados como una constante por el PPCN 2.0, por lo tanto, no se asocia incertidumbre a estos.

**3.9.** La organización debe asegurar que todos los equipos/instrumentos críticos (equipo o instrumento que tenga una influencia significativa sobre la exactitud y la validez de los resultados de las mediciones) utilizados para mediciones estén calibrados por un laboratorio acreditado, siempre que esté disponible, o con otro laboratorio o método que asegure la adecuada trazabilidad, previa justificación documentada de que no existe laboratorio acreditado disponible. En el caso que no sea posible calibrar el equipo de medición, o el mismo no se haya clasificado como un insumo crítico, su estado de

control metrológico se podrá determinar a través de información del manual del fabricante o a través de cualquier otra información técnica disponible, como, por ejemplo, mediante comprobación periódica contra patrones calibrados.

- 3.10.** La organización debe asegurar que los equipos/instrumentos de medición críticos estén inequívocamente identificados.
- 3.11.** La organización debe definir los intervalos de calibración de los equipos/instrumentos de medición críticos, los cuales se deben incorporar en un programa de calibración. Para definir los intervalos de calibración, se puede consultar la guía sobre la determinación de los intervalos de calibración para equipos de medición ILAC-G24, entre otros documentos.
- 3.12.** La organización debe realizar la estimación de la incertidumbre que sea más adecuada a su sistema de medición, aunque esto implique un aumento en la incertidumbre estimada.
- 3.13.** La organización debe utilizar, en la medida de lo posible, metodologías de medición directa o factores de emisión locales, aunque esto conlleve a un aumento de la incertidumbre.
- 3.14.** La organización debe evaluar la incertidumbre asociada con los enfoques de cuantificación (considerando, por ejemplo, incertidumbres asociadas con los datos y los modelos utilizados) y realizar una evaluación que determine la incertidumbre para cada fuente (incertidumbre estándar), para cada alcance (incertidumbre estándar) y para el total de inventario de GEI (incertidumbre expandida). Cuando la estimación cuantitativa de la incertidumbre no sea posible o no sea rentable, esto debe ser justificado y debe realizarse una evaluación cualitativa. (Fuente Norma ISO 14064-1 2018)
- 3.15.** La organización debe asegurar que, cuando se contraten los servicios para el muestreo y/o la ejecución de ensayos, el proveedor esté acreditado o reconocido por el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), para la actividad específica contratada.

## ASPECTOS ESPECÍFICOS

### Fuentes estacionarias

- 3.16.** Si se tienen facturas de compra de combustibles a proveedores expendedores minoristas de combustible (gasolineras), la incertidumbre estándar asociada con la cantidad de combustible consumido se debe estimar a partir de la tolerancia establecida en el Reglamento para Surtidores de Combustibles Líquidos (Gasolina, Diesel, Kerosene, etc.) N° 26425-MEIC ( $\pm 0,5 \%$ ). En este caso, la incertidumbre estándar se puede calcular según una distribución rectangular uniforme conforme a la ecuación:

$$u = \frac{\textit{Tolerancia}}{\sqrt{3}} = \frac{0,5 \%}{\sqrt{3}} = 0,289 \%$$

- 3.17.** Si se tienen facturas de compra a camiones cisterna, y la compra fue por peso, la incertidumbre estándar asociada con la cantidad de combustible consumido se debe estimar a partir de la información del certificado de calibración de la balanza utilizada para la venta (o la tolerancia del equipo, siempre y cuando esté bajo control metrológico) y de la densidad informada del producto específico (incluyendo su incertidumbre), que se puede encontrar en el Manual de Productos de RECOPE. En el caso de ser requerido, las respectivas incertidumbres expandidas que puedan encontrarse en dicha información debe ser dividida entre su factor de cobertura ( $k$ ) para obtener la incertidumbre estándar respectiva.
- 3.18.** Si se tienen facturas de compra a camiones cisterna, y la compra fue por volumen, la incertidumbre estándar asociada con la cantidad de combustible consumido se debe estimar a partir de la información del certificado de calibración del medidor de combustible utilizado para la venta (o la tolerancia del equipo, siempre y cuando esté bajo control metrológico). En el caso de ser requerido, la respectiva incertidumbre expandida que pueda encontrarse en dicho certificado debe ser dividida entre su factor de cobertura ( $k$ ) para obtener la incertidumbre estándar correspondiente.



- 3.19.** Si se utilizan equipos de medición internos, debe considerarse la incertidumbre del certificado de calibración de los equipos utilizados (o la tolerancia del equipo, siempre y cuando esté bajo control metrológico).
- 3.20.** Si alguna metodología de cuantificación requiere la realización de varias mediciones repetidas, se utilizan varios equipos de medición similares o se requiere que varias personas realicen mediciones similares, y además dichos resultados se engloban mediante el uso de promedios o algún estadístico similar, debe realizarse un estudio de repetibilidad y/o reproducibilidad para estimar la componente de incertidumbre asociada con dicha fuente de posible variabilidad.
- 3.21.** En caso de usar el poder calórico del combustible para el cálculo del dato de emisión, se debe considerar la incertidumbre asociada a dicho poder calórico, siempre que esté disponible en el Manual de Productos de RECOPE ([www.recope.go.cr/productos/calidad-y-seguridad-de-productos/](http://www.recope.go.cr/productos/calidad-y-seguridad-de-productos/)). En este caso, la incertidumbre estándar se calcula según una distribución triangular simétrica, conforme a la ecuación:

$$u = \frac{\text{límite superior} - \text{límite inferior}}{\sqrt{24}}$$

#### Fuentes móviles

- 3.22.** Si se tienen facturas de compra de combustibles a proveedores expendedores minoristas de combustible (gasolineras), se debe proceder como se indicó en el punto 3.17.
- 3.23.** Si se tienen facturas de compra a camiones cisterna, se debe proceder como se indicó en los puntos 3.18 o 3.19.
- 3.24.** Si se utilizan equipos internos debe considerarse la incertidumbre del certificado de calibración de los equipos utilizados (o la tolerancia del equipo, siempre y cuando esté bajo control metrológico).

- 3.25.** Cuando se utiliza el kilometraje para el cálculo de la emisión, la incertidumbre estándar asociada se debe estimar a partir de la información del certificado de calibración del GPS o del odómetro utilizado (o la tolerancia del equipo, siempre y cuando esté bajo control metrológico). También es permitido el uso de estudios u otras estrategias que permitan a la organización estimar la incertidumbre estándar correspondiente de manera coherente. En caso de no contar con esta información, para estimar la incertidumbre estándar se deberá considerar una distribución rectangular, definida por un intervalo del  $\pm 30\%$  del valor medio calculado conforme el *GHG Protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty*<sup>2</sup>, conforme a la ecuación:

$$u = \frac{0,3 \text{ (valor medio)}}{\sqrt{3}}$$

- 3.26.** Si alguna metodología de cuantificación requiere la realización de varias mediciones repetidas, se utilizan varios equipos de medición similares o se requiere que varias personas realicen mediciones similares, y además dichos resultados se engloban mediante el uso de promedios o algún estadístico similar, debe realizarse un estudio de repetibilidad y/o reproducibilidad para estimar la componente de incertidumbre asociada con dicha fuente de posible variabilidad.

### **Emissiones fugitivas**

- 3.27.** Cuando se realizan cargas o recargas de gas, la incertidumbre estándar asociada se debe estimar a partir de la información del certificado de calibración del equipo de medición utilizado (o la tolerancia del equipo, siempre y cuando esté bajo control metrológico). En el caso de ser requerido, la respectiva incertidumbre expandida que pueda encontrarse en dicho certificado debe ser dividida entre su factor de cobertura ( $k$ ) para obtener la incertidumbre estándar correspondiente.

2. <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghg-uncertainty.pdf>

## Emisiones de proceso

- 3.28.** La incertidumbre estándar asociada se debe estimar a partir de la información del certificado de calibración del equipo de medición utilizado para determinar la cantidad de insumos utilizados y la cantidad de producto final obtenido (cuando corresponda) (o la tolerancia del equipo, siempre y cuando esté bajo control metrológico). En el caso de ser requerido, la respectiva incertidumbre expandida que pueda encontrarse en dicho certificado debe ser dividida entre su factor de cobertura ( $k$ ) para obtener la incertidumbre estándar correspondiente.

## Tratamiento de desechos solidos (compostaje)

- 3.29.** La incertidumbre estándar asociada con la cantidad de desechos enviados al compostaje se debe estimar a partir de la información del certificado de calibración del equipo de medición utilizado (o la tolerancia del equipo, siempre y cuando esté bajo control metrológico). En el caso de ser requerido, la respectiva incertidumbre expandida que pueda encontrarse en dicho certificado debe ser dividida entre su factor de cobertura ( $k$ ) para obtener la incertidumbre estándar correspondiente.
- 3.30.** Se debe utilizar la incertidumbre de las medidas de capacidad de vidrio y equipos utilizados para determinar el porcentaje de humedad (masa seca). Este dato de incertidumbre debe tomarse del certificado de calibración de dichos instrumentos y equipo (o la tolerancia del equipo, siempre y cuando esté bajo control metrológico). En el caso de ser requerido, la respectiva incertidumbre expandida que pueda encontrarse en dicho certificado debe ser dividida entre su factor de cobertura ( $k$ ) para obtener la incertidumbre estándar correspondiente.
- 3.31.** Si alguna metodología de cuantificación requiere la realización de varias mediciones repetidas, se utilizan varios equipos de medición similares o se requiere que varias personas realicen mediciones similares, y además dichos resultados se engloban mediante el uso de promedios o algún estadístico similar, debe realizarse un estudio

de repetibilidad y/o reproducibilidad para estimar la componente de incertidumbre asociada con dicha fuente de posible variabilidad.

- 3.32.** Si se utiliza un laboratorio externo (acreditado) para realizar el análisis, se debe utilizar la incertidumbre indicada en el informe de ensayo (el aporte de las personas que realizan el análisis podría ya estar considerado). En el caso de ser requerido, la respectiva incertidumbre expandida que pueda encontrarse en dicho informe debe ser dividida entre su factor de cobertura ( $k$ ) para obtener la incertidumbre estándar correspondiente.
- 3.33.** Se debe determinar el aporte a la incertidumbre del dato correspondiente a variaciones de las condiciones ambientales, por ejemplo, en variaciones de volumen por lluvias, cuando aplique.
- 3.34.** Cuando se recupera el biogás, la incertidumbre estándar asociada se debe estimar a partir de la información del certificado de calibración del equipo de medición utilizado para medir la cantidad de biogás recuperado (o la tolerancia del equipo, siempre y cuando esté bajo control metrológico). En el caso de ser requerido, la respectiva incertidumbre expandida que pueda encontrarse en dicho certificado debe ser dividida entre su factor de cobertura ( $k$ ) para obtener la incertidumbre estándar correspondiente.

## Aguas residuales

- 3.35.** La incertidumbre estándar asociada con el volumen de aguas residuales se debe estimar a partir de la información del certificado de calibración del equipo de medición utilizado (o la tolerancia del equipo, siempre y cuando esté bajo control metrológico). En el caso de ser requerido, la respectiva incertidumbre expandida que pueda encontrarse en dicho certificado debe ser dividida entre su factor de cobertura ( $k$ ) para obtener la incertidumbre estándar correspondiente.
- 3.36.** Al utilizar un laboratorio (acreditado) para realizar el análisis de aguas residuales correspondiente a DBO o DQO, se debe utilizar la incertidumbre indicada en el informe de ensayo. En el caso de ser requerido, la respectiva incertidumbre expandida que pueda encontrarse en dicho informe debe ser dividida

entre su factor de cobertura ( $k$ ) para obtener la incertidumbre estándar correspondiente.

- 3.37.** Se debe determinar la incertidumbre asociada al muestreo. Esta podría ya estar considerada dentro de la incertidumbre reportada por el laboratorio si éste realiza el muestreo además del análisis.
- 3.38.** Se debe determinar la incertidumbre que aportan las personas que realizan la medición del volumen (cuando corresponda), mediante pruebas de repetibilidad y reproducibilidad. Esta podría ya estar considerada dentro de la incertidumbre reportada por el laboratorio que realiza el análisis.
- 3.39.** Se debe determinar el aporte a la incertidumbre del dato correspondiente a variaciones de las condiciones ambientales, por ejemplo, en variaciones de volumen por lluvias, cuando aplique.

#### **Afolu (bosques)**

- 3.40.** La incertidumbre estándar asociada con el método de medición de área se debe estimar a partir de la información del certificado de calibración del equipo de medición utilizado (GPS, etc) (o la tolerancia del equipo, siempre y cuando esté bajo control metrológico) o a partir de un estudio de validación del método utilizado (imágenes satelitales, planos catastrados, drones, etc). En el caso de ser requerido, la respectiva incertidumbre expandida que pueda encontrarse en dicho certificado debe ser dividida entre su factor de cobertura ( $k$ ) para obtener la incertidumbre estándar correspondiente.
- 3.41.** Se debe determinar y utilizar la incertidumbre asociada al muestreo. Se deben emplear métodos estadísticos adecuados para estimar dicha incertidumbre o considerar una incertidumbre estándar del 50 % como valor por defecto.
- 3.42.** La incertidumbre estándar asociada con el método de medición de los árboles se debe estimar a partir de la información del certificado de calibración del equipo de medición utilizado (cinta, clinómetro, etc.) (o la tolerancia del equipo, siempre y cuando esté bajo control metrológico). En el caso de ser requerido, la

respectiva incertidumbre expandida que pueda encontrarse en dicho certificado debe ser dividida entre su factor de cobertura ( $k$ ) para obtener la incertidumbre estándar correspondiente.

- 3.43. Se debe utilizar un intervalo de incertidumbre del factor de expansión de la biomasa por defecto de  $\pm 30\%$ , a menos de que se demuestre objetivamente que se puede utilizar otro valor (por referencias bibliográficas o estudios realizados).
- 3.44. Si la metodología de cuantificación requiere la realización de varias mediciones repetidas, se utilizan varios equipos de medición similares o se requiere que varias personas realicen mediciones similares, y además dichos resultados se engloban mediante el uso de promedios o algún estadístico similar, debe realizarse un estudio de repetibilidad y/o reproducibilidad para estimar la componente de incertidumbre asociada con dicha fuente de posible variabilidad.

#### Energía comprada a terceros

- 3.45. Si se utiliza un medidor eléctrico para la cuantificación del consumo, la incertidumbre estándar asociada se debe estimar a partir de las tolerancias o errores máximos permitidos (EMP) que se encuentran especificados en las normas estadounidenses ANSI C12.1, C12.7, C12.10, C12.16, C12.18, C12.19, C12.20, C12.22 o ANSI C57.13, según corresponda, considerando el uso de la energía, el tipo de servicio (según clasificación establecida en la norma técnica AR-NT-SUCOM “Supervisión de la comercialización del suministro eléctrico en baja y media tensión”), y la demanda de potencia y energía (según se establece en el artículo 13 del documento AR-NT-SUMEL “Supervisión del uso, funcionamiento y control de medidores de energía eléctrica”<sup>3</sup>). En este caso, la incertidumbre estándar se puede calcular según una distribución rectangular uniforme conforme a la ecuación:

$$u = \frac{\text{Tolerancia o EMP}}{\sqrt{3}}$$

3. [https://aresep.go.cr/images/documentos/ENERGIA/4.Normativa/Supervision\\_del\\_uso\\_funcionamiento\\_y\\_control\\_de\\_medidores\\_de\\_energia\\_electrica\\_AR-NT-SUMEL-2015\\_actualizada\\_a\\_febrero\\_2016.pdf](https://aresep.go.cr/images/documentos/ENERGIA/4.Normativa/Supervision_del_uso_funcionamiento_y_control_de_medidores_de_energia_electrica_AR-NT-SUMEL-2015_actualizada_a_febrero_2016.pdf)

- 3.46.** En caso de no contar con la información del apartado 3.45, la incertidumbre estándar asociada con el consumo eléctrico se debe estimar a partir de la información del certificado de calibración del medidor utilizado (o la tolerancia del equipo, siempre y cuando esté bajo control metrológico). En el caso de ser requerido, la respectiva incertidumbre expandida que pueda encontrarse en dicho certificado debe ser dividida entre su factor de cobertura ( $k$ ) para obtener la incertidumbre estándar correspondiente.
- 3.47.** Hasta que se defina incertidumbre del factor nacional en las publicaciones oficiales del IMN, se debe utilizar una tolerancia del factor de  $\pm 30\%$ .
- 3.48.** En el caso de que la organización genere su propia energía eléctrica, deberá considerar lo siguiente:
- a) Si se genera a partir de energía eólica o a partir de energía solar o biomásica, se debe considerar la incertidumbre del medidor eléctrico según los apartados 3.45 y 3.46.
  - b) Si se genera a partir de quema de combustibles fósiles, se debe considerar la incertidumbre del medidor eléctrico (según los apartados 3.45 y 3.46), así como la incertidumbre del dato de volumen (según los apartados 3.16 a 3.21).

### Compras de vapor y calor

- 3.49.** La incertidumbre estándar asociada se debe estimar a partir de la información del certificado de calibración del equipo de medición de volumen o masa utilizado, sea propio o del proveedor (o la tolerancia del equipo, siempre y cuando esté bajo control metrológico). En el caso de ser requerido, la respectiva incertidumbre expandida que pueda encontrarse en dicho certificado debe ser dividida entre su factor de cobertura ( $k$ ) para obtener la incertidumbre estándar correspondiente.
- 3.50.** Si la metodología de cuantificación requiere la realización de varias mediciones repetidas, se utilizan varios equipos de medición similares o se requiere que varias personas realicen mediciones similares, y además dichos resultados se engloban mediante el uso

de promedios o algún estadístico similar, debe realizarse un estudio de repetibilidad y/o reproducibilidad para estimar la componente de incertidumbre asociada con dicha fuente de posible variabilidad.

- 3.51.** En caso de usar el poder calórico del combustible para el cálculo del dato de emisión, se debe considerar la incertidumbre asociada a dicho poder calórico, siempre que esté disponible en el Manual de Productos de RECOPE<sup>4</sup>. En este caso, la incertidumbre estándar se calcula según una distribución triangular simétrica, conforme a la ecuación:

$$u = \frac{\text{límite superior} - \text{límite inferior}}{\sqrt{24}}$$

### Emisiones agrícolas

- 3.52.** Si se utilizan fertilizantes, la incertidumbre estándar asociada con la cantidad utilizada se debe estimar a partir de las tolerancias que se encuentran especificadas en el Reglamento Técnico Centroamericano N° RTCA 01.01.11:06 Cantidad de Producto en Preempacados. En este caso, la incertidumbre estándar se calcula según una distribución rectangular uniforme conforme a la ecuación:

$$u = \frac{\text{Tolerancia}}{\sqrt{3}}$$

- 3.53.** En caso de no utilizar el reglamento y realizar mediciones de las cantidades utilizadas de fertilizantes, la incertidumbre estándar asociada se debe estimar a partir de la información del certificado de calibración del equipo de medición utilizado (o la tolerancia del equipo, siempre y cuando esté bajo control metrológico). En el caso de ser requerido, la respectiva incertidumbre expandida que pueda encontrarse en dicho certificado debe ser dividida entre su factor de cobertura ( $k$ ) para obtener la incertidumbre estándar correspondiente.

4. <https://www.recope.go.cr/productos/calidad-y-seguridad-de-productos/>



- 3.54.** La incertidumbre estándar asociada a la composición del fertilizante se debe estimar utilizando la información del análisis de laboratorio que realiza el proveedor del fertilizante (aplica también para fertilizantes orgánicos) o las tolerancias establecidas en el Reglamento Técnico RTCR 485:2016: Sustancias químicas, Fertilizantes y enmiendas para uso agrícola, Tolerancias y límites permitidos para la concentración de los elementos y contaminantes.

### **Emisiones pecuarias**

- 3.55.** Se debe considerar la incertidumbre relacionada con la determinación de los días de permanencia de los animales, cuando aplique. Para ello, se puede utilizar el criterio de experto para establecer una posible variación en el tiempo estimado.
- 3.56.** Cuando los animales se clasifiquen de alguna forma que implique una utilización de un factor de emisión distinto (por ejemplo, para ganado vacuno “Terneros”, “En crecimiento” y “Adultos”), la organización debe documentar los criterios que utiliza para su clasificación y además debe considerar la incertidumbre relacionada con esta clasificación. Para ello, se puede utilizar el criterio de experto para establecer un posible error asociado con dicha clasificación.

## TRANSITORIOS

Tipo de organización	Etapa 2022	Etapa 2024	Etapa 2026
<b>Tipo: A</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No es requerido realizar la estimación de la incertidumbre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Debe presentar estimaciones de la incertidumbre.</li> <li>Para los equipos de medición que se utilicen y estén bajo control de la organización, se permite realizar estimaciones de la incertidumbre, basadas en comprobaciones o verificaciones contra un patrón calibrado, en vez de la calibración.</li> <li>Para los equipos que no están bajo control de la organización no se solicitará calibración, por lo cual no es requerido considerarlos en la estimación de la incertidumbre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Debe presentar estimaciones de la incertidumbre.</li> <li>Para los equipos de medición que se utilicen, estén o no bajo control de la organización, se debe contar con el certificado de calibración y utilizar la incertidumbre reportada en dicho certificado, en la estimación de incertidumbre presentada (o la tolerancia del equipo, siempre y cuando esté bajo control metrológico).</li> </ul>

Tipo de organización	Etapa 2022	Etapa 2024	Etapa 2026
<p><b>Tipo: B</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe presentar estimaciones de la incertidumbre.</li> <li>• Para los equipos de medición que se utilicen y estén bajo control de la organización, se permite realizar estimaciones de la incertidumbre basadas en comprobaciones o verificaciones contra un patrón calibrado, en vez de la calibración.</li> <li>• Para los equipos que no están bajo control de la organización no se solicitará calibración, por lo cual no es requerido considerarlos en la estimación de la incertidumbre.</li> <li>• No deben reportar incertidumbre relacionada a cálculos estequiométricos, siempre y cuando esa emisión sea menor a un 5 % del inventario. En caso de que la emisión sea mayor o igual a un 5 % del inventario, debe utilizar un 7 % de incertidumbre expandida relacionada a cálculos estequiométricos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe presentar estimaciones de la incertidumbre.</li> <li>• Para los equipos de medición que se utilicen, y que estén o no bajo control de la organización, se debe contar con el certificado de calibración y utilizar la incertidumbre reportada en dicho certificado, en la estimación de incertidumbre presentada (o la tolerancia del equipo, siempre y cuando esté bajo control metrológico).</li> <li>• Una vez la DCC incluya los valores específicos de incertidumbre para valores o factores basados en cálculos estequiométricos, las organizaciones ya deben considerarlos en la estimación de incertidumbre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe presentar estimaciones de la incertidumbre.</li> <li>• Deben considerar en las estimaciones de incertidumbre lo relacionado a cálculos estequiométricos, con valores de referencias obtenidos.</li> </ul>

Tipo de organización	Etapa 2022	Etapa 2024	Etapa 2026
<p><b>Tipo: C y D</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe presentar estimaciones de la incertidumbre.</li> <li>• Para los equipos de medición que se utilicen y estén bajo control de la organización, se permite realizar estimaciones de la incertidumbre, basadas en comprobaciones o verificaciones contra un patrón calibrado, en vez de la calibración.</li> <li>• Para los equipos que no están bajo control de la organización no se solicitará calibración, por lo cual no es requerido considerarlos en la estimación de la incertidumbre.</li> <li>• Deben utilizar un 7 % de incertidumbre expandida relacionada a cálculos estequiométricos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe presentar estimaciones de la incertidumbre.</li> <li>• Para los equipos de medición que se utilicen, y que estén o no bajo control de la organización, se debe contar con el certificado de calibración y utilizar la incertidumbre reportada en dicho certificado, en la estimación de incertidumbre presentada (o la tolerancia del equipo, siempre y cuando esté bajo control metrológico).</li> <li>• Deben presentar el cálculo de incertidumbre relacionada a cálculos estequiométricos, con valores de referencias obtenidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe presentar estimaciones de la incertidumbre.</li> </ul>

## 4. REFERENCIAS

EPA, 2002. Quality Assurance/Quality Control and Uncertainty Management Plan for the U.S. Greenhouse Gas Inventory: Procedures Manual for Quality Assurance/ Quality Control and Uncertainty Analysis. U.S. Environmental Protection Agency Office of Atmospheric Programs (6204N), Greenhouse Gas Inventory Program, Washington. D.C. 20460, EPA 430-R-02-007B Version 1.0, June 2002.

Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC Fifth Assessment Report: Climate Change 2013 (AR5). Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC 2006, IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

ISO (1993) Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland

IPIECA & Energy API: 2015. Addressing Uncertainty in Oil and Natural Gas Industry Greenhouse Gas Inventories: Technical considerations and calculation methods. Extraído de la página web <http://www.ipieca.org/resources/good-practice/addressing-uncertainty-in-oil-and-natural-gas-industry-greenhouse-gas-inventories-technical-considerations-and-calculation-methods/>

JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement. GUM 1995 with minor corrections. Extraído de la página web <https://www.bipm.org/en/publications/guides/gum.html>

JCGM 200:2012. Vocabulario Internacional de Metrología. Concepto fundamentales y generales, y términos asociados (VIM). 3 Edición en español 2012. Traducción de la 3 edición del VIM 2008, con inclusión de pequeñas correcciones Extraído de la página web <http://www.cem.es/sites/default/files/vim-cem-2012web.pdf>

PTB mitteilungen: 2016. Edición Especial. Experimentos para el nuevo SI, el Sistema Internacional de Unidades. Órgano especializado en economía y ciencia, boletín oficial y de comunicación del Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig y Berlin 126 año, numero 2, junio 2016.

World Resources Institute, 2005. Protocolo de Gases Efecto Invernadero. Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte – Edición Revisada. Extraído de la página web <http://www.ghgprotocol.org/standards/corporate-standard>

World Resources Institute, 2003. GHG Protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty. Extraído de la página web <http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools>



PARA MAYOR INFORMACIÓN CONTACTAR A LA DIRECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA



2253-4298 / 2253-4295 / 2234-0076



2253-4298 / 2253-4295 / 2234-0076



[programapais.dcc@minae.go.cr](mailto:programapais.dcc@minae.go.cr)



10104-1000 San José, Costa Rica

[www.minae.go.cr](http://www.minae.go.cr)

[www.cambioclimatico.go.cr](http://www.cambioclimatico.go.cr)

[f /dccCostaRica](https://www.facebook.com/dccCostaRica)