



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Por encargo de:



Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza
y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania

Monitoreo de Gases de Efecto Invernadero

Tratamiento Incertidumbres

27/01/2020



INCERTIDUMBRE – ENTORNO EN MEXICO

- NMX SAA 14064-1 Gases de efecto invernadero Parte 1 Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero
- Reglamento del RENE, Octubre 2014
- ACUERDO que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero, Septiembre 2015
- ACUERDO por el que se da a conocer el instructivo y formato de la cédula de operación anual, Agosto 2015:
 - Pag 118, capítulo como obtener FE para contaminantes a la atmósfera se menciona el cálculo de la incertidumbre, si es posible, para su validación e inclusión en documentos oficiales



Ejemplo 1 EU ETS



Reglamento 601/
2012

- Requisito Reglamento Seguimiento y Notificación (Art. 28.1): *"llevar a cabo una evaluación de incertidumbre y garantizar que se alcanza el umbral de incertidumbre correspondiente al nivel aplicado;"*
- Una instalación dispone de una caldera de aceite de 24 MW_{th} para producir vapor. La cantidad de combustible consumido se mide continuamente mediante un medidor de flujo de orificio instalado entre el tanque de almacenamiento y la caldera. El medidor está instalado correctamente y funciona en condiciones apropiadas.
 - El medidor de flujo se calibra regularmente de acuerdo con la descripción dentro del plan de monitoreo aprobado.
 - El medidor está bajo control operativo y no está sujeto al control metrológico nacional.
 - El certificado de calibración indica incertidumbre obtenida por la calibración = 1,15%
 - El factor de ajuste prudente = 2 (Documento de orientación Reglamento sobre el seguimiento y la notificación: Orientaciones sobre la evaluación de incertidumbre)
 - Nivel de incertidumbre a alcanzar: Nivel (Tier) 3 (2,5%)



Ejemplo 1 EU ETS

En este caso se aplica (Art. 28.2):

"El titular podrá simplificar la evaluación de incertidumbre asumiendo que los errores máximos admisibles especificados para los instrumentos de medida en servicio o, cuando sean inferiores, los valores de la incertidumbre obtenidos por calibración, multiplicados por un factor de ajuste prudente para tener en cuenta el efecto de la incertidumbre en el funcionamiento, representan adecuadamente la incertidumbre correspondiente al período de notificación completo requerida por las definiciones de los niveles con arreglo al anexo II, siempre que los instrumentos de medida hayan sido instalados en un entorno correspondiente a sus especificaciones de uso"

$1,15 \times 2 = 2,3\%$ esto está por debajo del nivel requerido (2,5%), por lo tanto cumple con los requisitos.



Ejemplo 2 EU ETS

FUENTE:

- Guía para la Notificación y Verificación de Gases de Efecto Invernadero. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Septiembre de 2009.
- 'Evaluación de datos de medición — Guía para la expresión de la incertidumbre de medida' (JCGM 100:2008 GUM 1995 con ligeras correcciones), Centro Español de Metrología.

En nuestro ejemplo, la báscula puente se emplea para determinar la cantidad de combustible o material que se descarga en una instalación. Para ello, se pesa el camión lleno en la entrada a las instalaciones (peso del orden de los 40.000 kg) y el camión vacío a la salida de las instalaciones (peso del orden de los 20.000 kg), siendo la diferencia de pesadas la cantidad de combustible o material descargado.



Ejemplo 2 EU ETS

Se dispone del certificado de calibración con la siguiente información relevante para el ejemplo:

Incertidumbre expandida y factor de cobertura:

	1º PUNTO kg	2º PUNTO kg	3º PUNTO kg	4º PUNTO kg	5º PUNTO kg	6º PUNTO kg	7º PUNTO kg	8º PUNTO kg	9º PUNTO kg
Valor de referencia:	2.000	6.000	10.000	14.000	19.999	22.392	28.392	34.392	40.391
U_{cal} :	14	14	16	14	14	27	27	27	28
K:	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Corrección:

	1º PUNTO kg	2º PUNTO kg	3º PUNTO kg	4º PUNTO kg	5º PUNTO kg	6º PUNTO kg	7º PUNTO kg	8º PUNTO kg	9º PUNTO kg
Valor de referencia:	2.000	6.000	10.000	14.000	19.999	22.392	28.392	34.392	40.391
Indicación del instrumento:	2.000	6.000	10.000	14.000	20.000	22.393	28.400	34.400	40.400
Corrección:	0	0	0	0	-1	-1	-8	-8	-9



Ejemplo 2 EU ETS

Error máximo permitido: se toma de norma UNE-EN 45501: 40 Kg

Nominales	EMP
0 - 10.000	± 20 kg
10.000 - 40.000	± 40 kg
40.000 - 200.000	± 60 kg

La desviación típica se toma del resultado de la prueba de repetibilidad del certificado:

	1º PUNTO kg	2º PUNTO kg	3º PUNTO kg
Valor nominal	1.000	20.000	40.391
Indicación media	1.000	20.000	40.400
Desviación típica	0	0	0



Ejemplo 2 EU ETS

Incertidumbre de la medida

Vamos a suponer que la organización:

- No corrige las pesadas de los camiones que entran o salen. Por tanto, se debe considerar como una contribución más a la incertidumbre la debida a la **corrección no realizada**.
- Sólo se realiza una única pesada por cada camión que entra o sale en las instalaciones. Por tanto, $m=1$

La expresión de la incertidumbre de la medida a emplear es:

$$U_{\text{combinada de la medida}}^2 = (\Delta X_c / \sqrt{3})^2 + (U_{\text{expandida de calibración}} / K)^2 + (\sigma_{\text{repet}} / \sqrt{m})^2 + (\text{Deriva} / \sqrt{3} \text{ ó EMP} / \sqrt{3})^2$$

$$U_{\text{expandida de la medida}} = U_{\text{combinada de la medida}} \cdot K$$

Las pesadas de los camiones estarán en los entornos de los puntos de calibración de 20.000 kg (camión vacío) y 40.000 kg (camión lleno). Vamos a determinar la incertidumbre de la medida en esos dos puntos,

- **20.000 kg:**

$$U_{\text{combinada de la medida}} = \sqrt{[(-1/\sqrt{3})^2 + (14/2)^2 + (0/\sqrt{1})^2 + (40/\sqrt{3})^2]} = \pm 24,14 \text{ kg}$$

$$U_{\text{expandida de la medida}} = 24,14 \cdot 2 = \pm 48,28 \text{ kg}$$

$$U_{\text{expandida de la medida}} (\%) = (\pm 48,28 / 19.999) \cdot 100 = \pm 0,24\%$$

- **40.000 kg:**

$$U_{\text{combinada de medida}} = \sqrt{(-9/\sqrt{3})^2 + (28/2)^2 + (0/\sqrt{1})^2 + (40/\sqrt{3})^2} = \pm 27,50 \text{ kg}$$

$$U_{\text{expandida de medida}} = 27,50 \cdot 2 = \pm 55,00 \text{ kg}$$

$$U_{\text{expandida de la medida}} (\%) = (\pm 55,00 / 40.391) \cdot 100 = \pm 0,14\%$$

Como se ha comentado anteriormente, la cantidad de combustible o material descargado, se calculará mediante la diferencia de pesadas del camión lleno en la entrada a las instalaciones y el camión vacío a la salida de las instalaciones. Si consideramos que las variables son independientes (incertidumbres no correlacionadas), la incertidumbre de la medida se calculará como:

$$U(\%) = \sqrt{(U_{\text{expandida camión vacío}} (\%))^2 + (U_{\text{expandida camión lleno}} (\%))^2}$$

$$U(\%) = \sqrt{(0,24^2 + 0,14^2)} = \pm 0,28\%$$

Nota: Si alguno de los datos necesarios para determinar la incertidumbre de la medida no aparecieran en el certificado de calibración del equipo, sería interesante contactar con el proveedor del servicio de calibración contratado para que le proporcionase los datos necesarios.