

Materiales de Capacitación del GCE Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero

Análisis de Incertidumbre

Versión 2, abril de 2012



- ❑ Estos materiales de formación son adecuados para personas con unos conocimientos entre **básicos** e **intermedios** sobre la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GEI).

- ❑ Tras ver esta presentación y leer la documentación relacionada con la misma, el lector debería:
 - ❖ Tener una **visión general** de cómo llevar a cabo análisis de incertidumbre
 - ❖ Tener **conocimientos generales** sobre los métodos y herramientas disponibles, así como las principales dificultades que ese ámbito en concreto plantea durante la elaboración de los inventarios de GEI
 - ❖ Ser capaz de **determinar qué métodos** se adaptan mejor a la situación de su país
 - ❖ Saber dónde **encontrar información más detallada** sobre el tema en cuestión.

- ❑ Estos materiales de formación **se han elaborado principalmente a partir de metodologías desarrolladas por el IPCC**; por tanto **se anima al lector a consultar los documentos originales** para obtener información adicional más detallada sobre un aspecto en concreto.

- FAO** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
- GEI** Gases de efecto invernadero
- AIE** Agencia Internacional de Energía
- OCDE** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
- GC/CC** Garantía de la calidad/Control de calidad



- ❑ Visión general de la orientación
- ❑ Planteamientos sobre esta orientación en la práctica
- ❑ Visión general de la verificación



□ ¿Por qué?

- ❖ ¿Por qué es necesario el análisis de incertidumbre? ¿Es importante?
- ❖ Necesitamos una justificación clara.

□ ¿Qué?

- ❖ ¿Qué implica? ¿Qué significan los resultados?
- ❖ Deberíamos demostrar que el análisis de incertidumbre sirve prácticamente para todo.

□ ¿Cuándo?

- ❖ El análisis de incertidumbre debería ser una parte integral de la compilación de un inventario, ¡y no un «añadido» al final!

□ ¿Cómo?

- ❖ El método seleccionado deberá corresponderse con los recursos y los conocimientos especializados, a la vez que ofrece información útil.



Credibility

Inventories are estimates – uncertainty analysis gives a clear statement of what we do and do not know

Utility

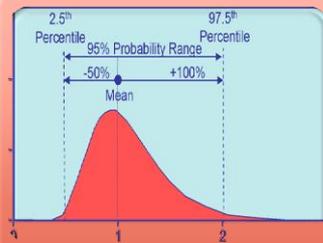
Users of the inventory need to know how reliable the numbers are – especially if they are input into policy or inventory improvement actions

Requirement

Uncertainty analysis is a requirement of all good practice inventories

Scientific

All scientific analysis should include an uncertainty assessment



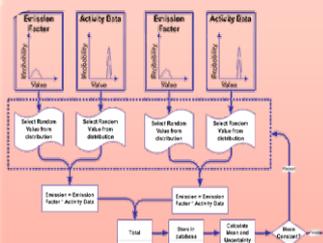
Recopilar información

- Recopilar información en materia de incertidumbre sobre los datos de actividad y los factores de emisión

A screenshot of a spreadsheet with multiple columns and rows. The columns include 'Country', 'Sector', 'Emission Factor', 'Activity Data', and 'Emissions'. The rows list various countries and sectors, with some cells highlighted in yellow.

Decidir qué enfoque utilizar

- Propagación de errores
- Monte Carlo



Realización del análisis del inventario

- Hoja de cálculo
- Herramienta de software

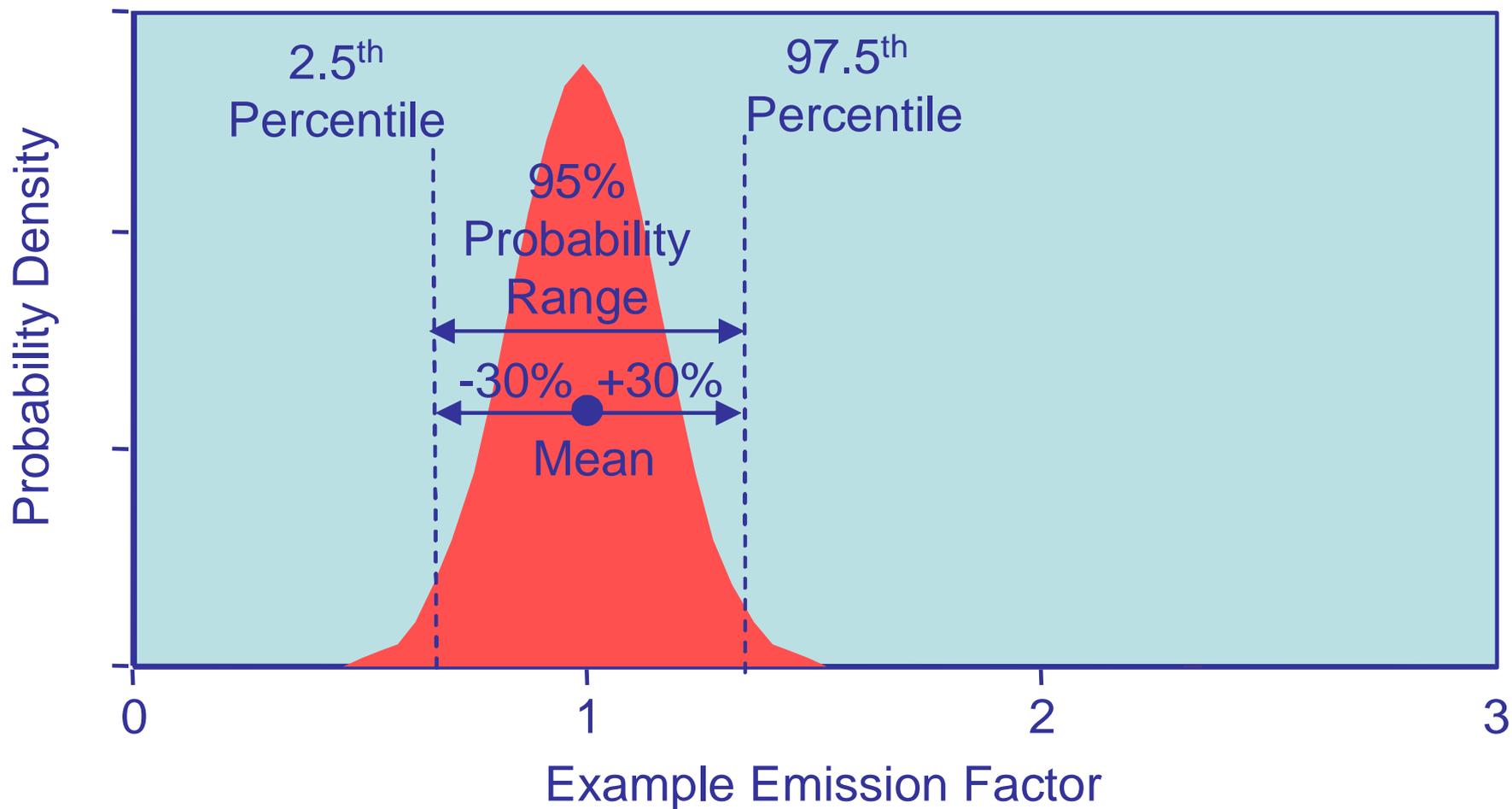
- ❑ La **incertidumbre** se define entre el percentil 2,5 y el percentil 97,5, es decir, los límites se sitúan en un 95% del intervalo de confianza

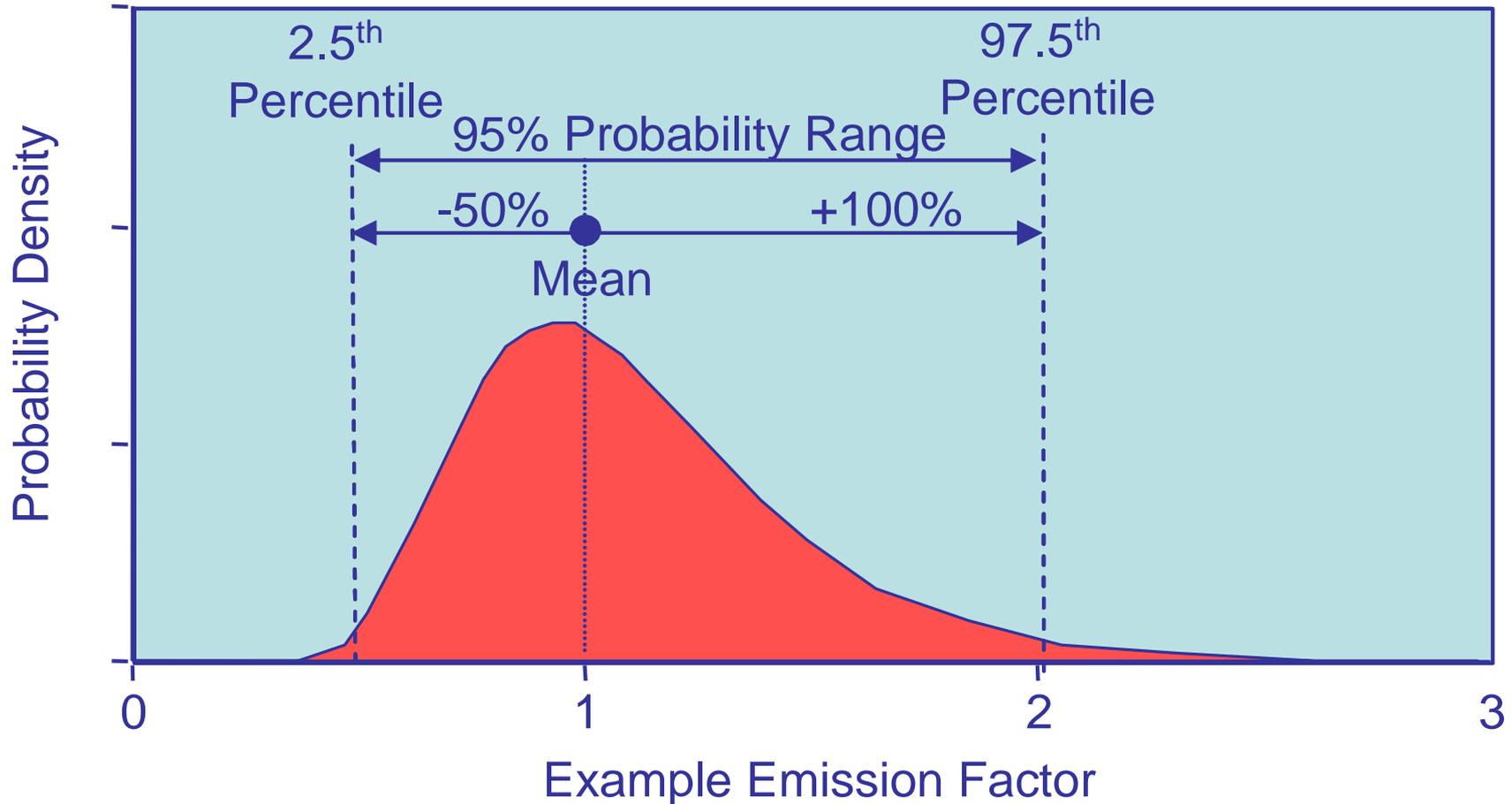
- ❑ Esto **se puede expresar como**:
 - ❖ $234 \pm 23\%$

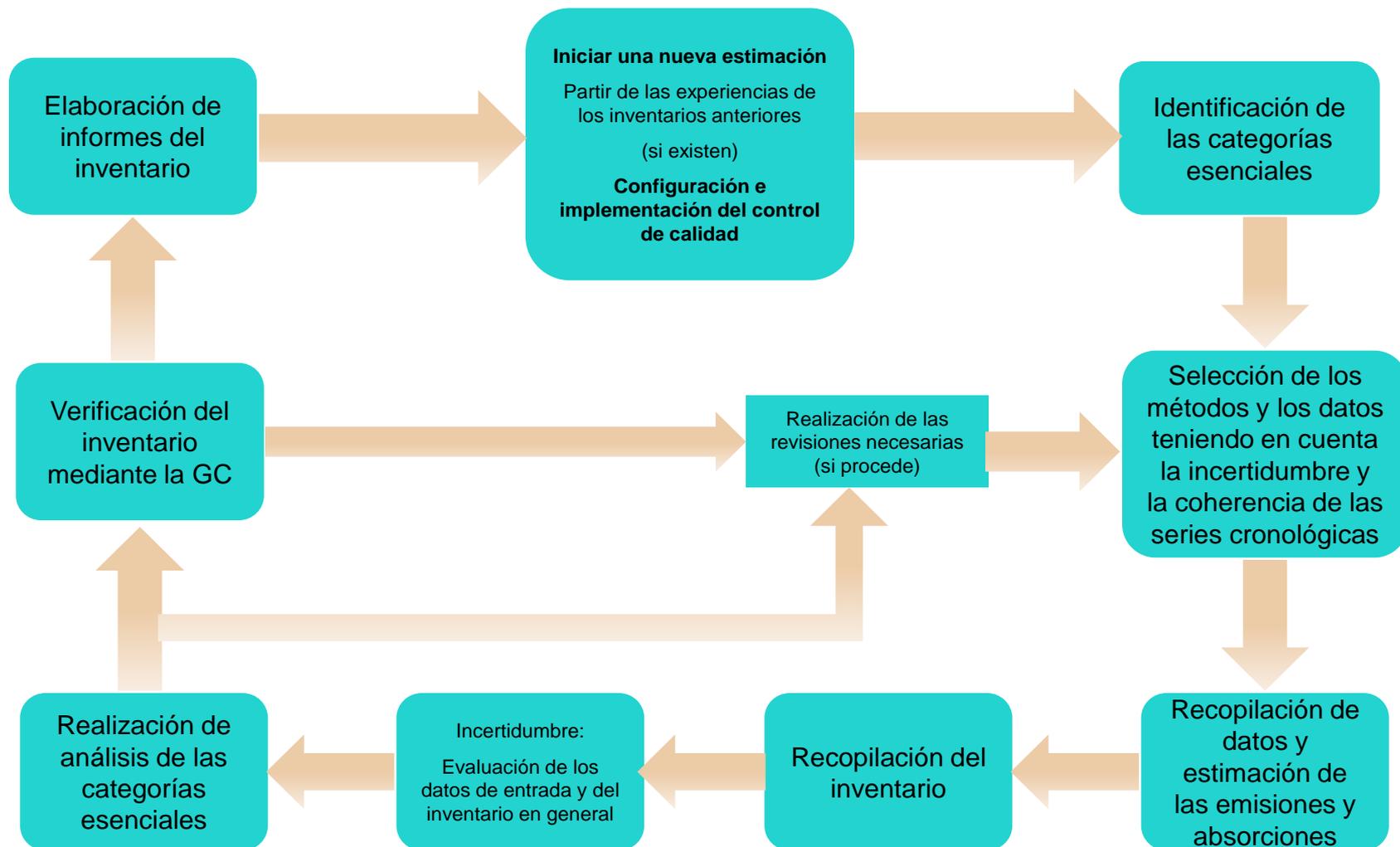
 - ❖ 26400 (- 50%, + 100%)

 - ❖ 2000 (un factor de 2) (es decir, - 50%, + 100%)

 - ❖ Un orden de magnitud (es decir, 1 de 100)







❑ Suposiciones y métodos

- ❖ Puede que este método no refleje la emisión con exactitud. Las **buenas prácticas** requieren que se reduzcan al máximo los errores sistemáticos. Las orientaciones pretenden ser lo más exactas y completas posibles.

❑ Datos de entrada

- ❖ Los valores medidos presentan errores y puede que los factores de emisión no sean una muestra de la realidad.

❑ Errores de cálculo

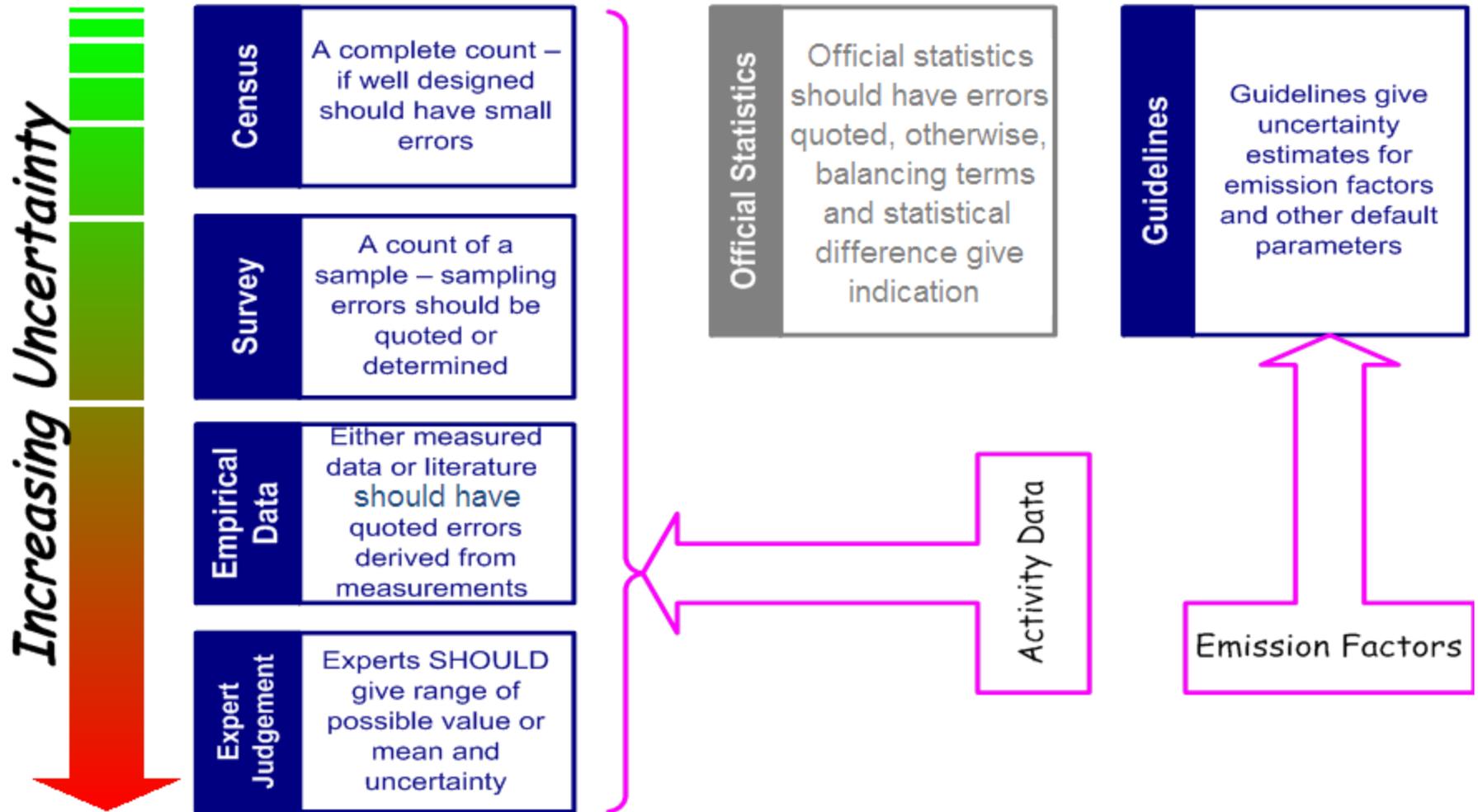
- ❖ Implementación de buenos GC/CC para acabar con esto.

Las incertidumbres se derivan de los datos de entrada debido a...

- Falta de datos
 - ❖ El uso de variables sustitutivas, extrapolación, etc.
 - ❖ Datos perdidos.
- Datos que no reflejan la realidad
- Error de muestreo aleatorio estadístico
- Error de medición
- Errores en la información

Teniendo en cuenta estas cuestiones durante la fase de recopilación se minimizarán los errores.





Fuentes de datos

- ❑ Agencias nacionales de estadística
- ❑ Expertos sectoriales, organizaciones interesadas
- ❑ Otros expertos nacionales
- ❑ Base de datos de factores de emisión del IPCC
- ❑ Otros expertos internacionales
- ❑ Organizaciones internacionales que publican estadísticas, p. ej., Naciones Unidas, FAO, AIE, OCDE y el FMI (que mantiene la actividad internacional y los datos económicos)
- ❑ Bibliotecas de referencia (bibliotecas nacionales)
- ❑ Artículos científicos y técnicos extraídos de informes, revistas y libros sobre medioambiente.
- ❑ Universidades
- ❑ Búsqueda en Internet de organizaciones y especialistas
- ❑ Informes de los inventarios nacionales presentados por las Partes a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
- ❑ Ministerios, autoridades locales y tradicionales.



Opinión de expertos

- ❑ **La opinión de los expertos** sobre la elección de la metodología y de los datos de entrada que se deben utilizar es la base, en definitiva, de toda la elaboración del inventario.

- ❑ Se pueden encontrar **expertos con los perfiles adecuados** en los gobiernos, las asociaciones comerciales industriales, los institutos técnicos, el sector industrial y las universidades.

- ❑ El **objetivo** de la opinión del experto puede ser la elección de:
 - ❖ La metodología adecuada
 - ❖ La incertidumbre y valor de los parámetros a partir de los rangos ofrecidos
 - ❖ Los mejores datos de actividad que se deben utilizar
 - ❖ La mejor forma de aplicar una metodología
 - ❖ O determinar la combinación adecuada de tecnologías que se deben usar.

- ❑ La opinión de los expertos es siempre necesaria ya que debe juzgar si los datos son una muestra aleatoria representativa y, en caso afirmativo, qué métodos usar para analizar los datos.

- ❑ Ello requiere una opinión tanto técnica como estadística.



- ❑ Siempre que sea posible, las opiniones de los expertos deben obtenerse a través del protocolo apropiado (p. ej. el protocolo de Stanford/SRI):
 - ❖ **Motivación:** Elabore un informe con el experto, describa el contexto, explique los errores sistemáticos más frecuentes.
 - ❖ **Estructuración:** Defina claramente para qué valores va a pedir las opiniones (p. ej., las emisiones o absorciones resultantes deberían usarse en condiciones típicas considerando la media anual).
 - ❖ **Acondicionamiento:** Trabajar con el experto para identificar y registrar los datos, modelos y teorías relevantes relacionados con la formulación de opiniones.
 - ❖ **Codificación:** Solicitar y cuantificar la opinión de los expertos (quizás sea diferente, pero deberá incluir información sobre la incertidumbre).
 - ❖ **Verificación:** Análisis y observaciones de las conclusiones con respecto a la opinión de los expertos. ¿Se ha codificado lo que realmente pretendía el experto?
 - ❖ **¡Documentación!**



- ❑ Obtener “**buenas prácticas**” en materia de estimaciones de alta calidad de las emisiones y absorciones es fundamental.

- ❑ **Los esfuerzos destinados al análisis de la incertidumbre deberían ser pequeños** si los comparamos con los esfuerzos dedicados a las propias estimaciones de los inventarios.

- ❑ Las actividades de recopilación de datos **tiene en cuenta las incertidumbres de datos**:
 - ❖ Esto garantizará que se recopilan los mejores datos y se obtienen unas estimaciones de buenas prácticas

 - ❖ A medida que recopile la información deberá evaluar cuán “**buen**a” es.

- ❑ En su forma más simple, una evaluación de incertidumbre bien planificada ¡**solo debería llevarnos unas pocas horas extra!**

❑ Propagación de errores

- ❖ Simple: se puede utilizar una hoja de cálculo estándar
 - ✧ Las orientaciones ofrecen explicaciones y ecuaciones
- ❖ Dificultad para manejar correlaciones
- ❖ Estrictamente (desviación estándar/media) $< 0,3$
 - ✧ Se ofrece una solución simple.

❑ Simulación de Monte Carlo

- ❖ Más complejo: úsese software especializado
- ❖ Necesita la forma de función de la densidad de probabilidad (pdf)
- ❖ Adecuado cuando las incertidumbres son grandes, no gaussianas, con algoritmos complejos, cuando existen las correlaciones y las incertidumbres varían con el tiempo.

Propagación de errores: Ejemplo

Introducción de los datos de emisión

Datos calculados mediante ecuaciones simples

TABLE 3.2
APPROACH 1 UNCERTAINTY CALCULATION

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
IPCC category	Gas	Base year emissions or removals	Year <i>t</i> emissions or removals	Activity data uncertainty	Emission factor / estimation parameter uncertainty	Combined uncertainty	Contribution to Variance by Category in Year <i>t</i>	Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in trend in national emissions introduced by emission factor / estimation parameter uncertainty	Uncertainty in trend in national emissions introduced by activity data uncertainty	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions
		Input data	Input data	Input data Note A	Input data Note A	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\frac{(G \cdot D)^2}{(\sum D)^2}$	Note B	$\frac{ D }{\sum C}$	I • F Note C	$J \cdot E \cdot \sqrt{2}$ Note D	$K^2 + L^2$
		Gg CO ₂ equivalent	Gg CO ₂ equivalent	%	%	%	%	%	%	%	%	%
E.g., 1.A.1. Energy Industries Fuel 1	CO ₂											
E.g., 1.A.1. Energy Industries Fuel 2	CO ₂											
Etc...	...											
Total		$\sum C$	$\sum D$				$\sum H$					$\sum M$
					Percentage uncertainty in total inventory:		$\sqrt{\sum H}$				Trend uncertainty:	$\sqrt{\sum M}$

Introducción de las incertidumbres



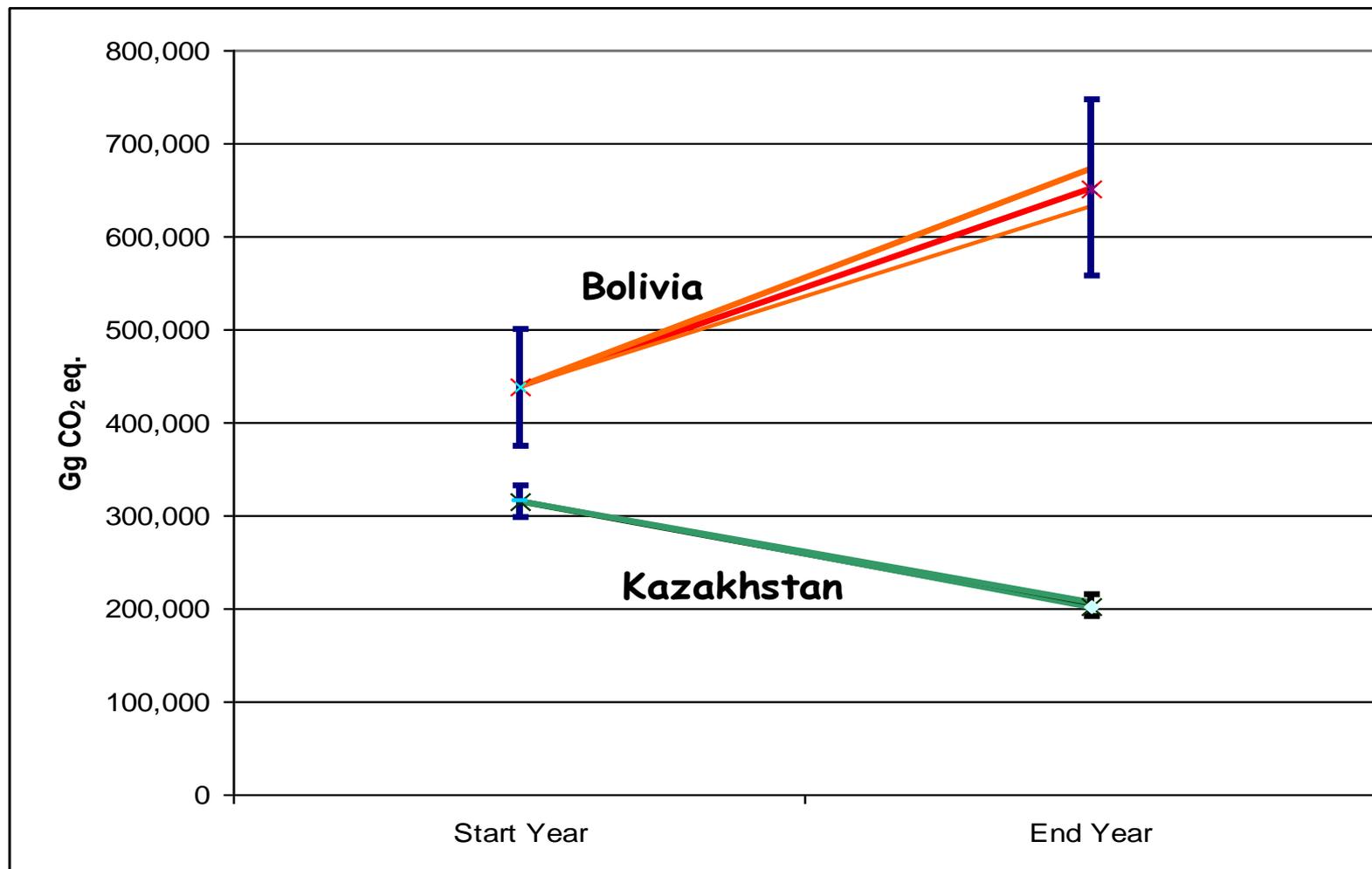
Approach 1 uncertainty calculation

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
IPCC category	Gas	Base year emissions or removals	Year t emissions or removals	Activity data uncertainty	Emission factor / estimation parameter uncertainty	Combined uncertainty	Contribution to Variance by Category in	Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in trend in national	Uncertainty in trend in national	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions
			Input data	Input data	Input data	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\frac{(G \cdot D)^2}{(\sum D)^2}$	Note B	$\frac{D}{\sum C}$	I • F	J • E • $\sqrt{2}$	$K^2 + L^2$
		Gg CO ₂ equivalent	Gg CO ₂ equivalent	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1.A.1. Energy Industries	CH4	55.5346662	32.9951217	5	25	25.50	0.0	3.20506E-05	0.00010495	0.000801264	0.000724109	1.19275E-06
1.A.2. Manufacturing Industries and Construction	CH4	57.0302899	51.8776096	5	25	25.50	0.0	4.80131E-05	0.000165011	0.001200328	0.001166804	2.80222E-06
1.A.3. Transport	CH4	81.7067834	37.1466612	5	25	25.50	0.0	-4.94664E-05	0.000118155	-0.00123666	0.000835483	2.22736E-06
1.A.4. Other Sectors	CH4	1041.24025	428.554682	5	25	25.50	0.0	-0.000772946	0.001363136	-0.019323647	0.009638828	0.00046631
1.A.5. Other	CH4	330.338228	97.5658895	5	25	25.50	0.0	-0.000367351	0.000310335	-0.009183772	0.002194401	8.91571E-05
1.B.1. Solid Fuels	CH4	24867.6834	12364.38	10	25	26.93	2.7	-0.011678579	0.039328314	-0.291964463	0.556186352	0.394586505
1.B.2. Oil and Natural Gas	CH4	12570.348	4022.34735	10	25	26.93	0.3	-0.012988732	0.012794183	-0.324718297	0.180937071	0.138180196
2.B. Chemical Industry .	CH4	40.53	37.5018	10	25	26.93	0.0	3.61373E-05	0.000119285	0.000903433	0.001686942	3.66196E-06
4.A. Enteric Fermentation.	CH4	14054.9863	734.181	5	25	25.50	1.5	-0.005462727	0.023368679	-0.163881819	0.495724537	0.272600067
4.B. Manure Management.	CH4	1903.28061	1199.6	5	25	25.50	0.0	-8.88245E-05	0.003815756	-0.002664735	0.080944413	0.006559099
4.C. Rice Cultivation.	CH4	522.9	333.333	5	25	25.50	0.0	5.3609E-06	0.001078092	0.000160827	0.015246523	0.000232482
4.F. Field Burning of Agricultural Residues.	CH4	64.3314	33.3333	5	25	25.50	0.0	-1.24107E-05	0.000119565	-0.000372321	0.003381819	1.15753E-05
6.A. Solid Waste Disposal on Land.	CH4	1959.72	373.333	5	25	25.50	0.4	0.00787088	0.011891742	0.236126385	0.252261939	0.119391756
6.B. Wastewater Handling.	CH4	787.08	747.181	5	30	33.54	0.0	0.000761896	0.002376612	0.022856865	0.050415547	0.003064164
1.A.1. Energy Industries	CO2	102607.31	95965.3	5	5	7.07	11.2	0.094441853	0.305249301	0.472209267	2.158438506	4.881838378
1.A.2. Manufacturing Industries and Construction	CO2	33991.06	50034.34	5	5	7.07	1.1	0.02618491	0.095945987	0.130924551	0.678440577	0.477422855
1.A.3. Transport	CO2	23987.07	8406.48	5	5	7.07	0.1	-0.022453294	0.026739124	-0.11226647	0.189074157	0.048352797
1.A.4. Other Sectors	CO2	47332.52	11784.04	5	5	7.07	0.2	-0.053800014	0.037482383	-0.269000072	0.265040472	0.14260749
1.A.5. Other	CO2	8370.16	4124.19	5	5	7.07	0.0	-0.004052209	0.013118122	-0.020261045	0.092759127	0.009014766
1.B.2. Oil and Natural Gas	CO2	3408.21	5171.49583	10	15	18.03	0.2	0.009456387	0.016449366	0.141845811	0.232629165	0.074236563
2.A. Mineral Products.	CO2	5744.63	2507.20146	10	15	18.03	0.0	-0.003809586	0.007974844	-0.057143788	0.112781331	0.015985041
2.B. Chemical Industry .	CO2	1355.56	171.93456	10	15	18.03	0.0	-0.002233954	0.000546885	-0.033509311	0.007734125	0.001182691
2.C. Metal Production.	CO2	12932.6799	10507.4715	10	15	18.03	0.9	0.006887639	0.033421905	0.103314586	0.47265712	0.234078657
5.A. Changes in Forest and Other Woody Bioma	CO2	97.19		50	80	94.34	0.0	-0.000199385	0	-0.015950798	0	0.000254428
5.A. Changes in Forest and Other Woody Bioma	CO2	-7810.79	-7721.7341	50	80	94.34	12.9	-0.008539362	0.024561101	-0.683148991	1.736732102	3.482930938
5.B. Forest and Grassland Conversion.	CO2	6.26	280.43888	25	75	79.06	0.0	0.00087917	0.000892013	0.065937785	0.031537424	0.005342401
1.A.1. Energy Industries	N2O	388.516902	328.741673	5	50	50.25	0.0	0.000248607	0.001045653	0.012430334	0.007393886	0.000209183
1.A.2. Manufacturing Industries and Construction	N2O	112.709781	114.844426	5	50	50.25	0.0	0.000134069	0.000365294	0.006703468	0.002583021	5.16085E-05
1.A.3. Transport	N2O	57.3319301	21.6195922	5	50	50.25	0.0	-4.88495E-05	6.87671E-05	-0.002442474	0.000486257	6.20212E-06
1.A.4. Other Sectors	N2O	194.497577	46.1816455	5	50	50.25	0.0	-0.000252117	0.000146893	-0.01260587	0.001038693	0.000159987
1.A.5. Other	N2O	27.4386549	13.5195061	5	50	50.25	0.0	-1.3288E-05	4.30025E-05	-0.000664398	0.000304074	5.33886E-07
4.B. Manure Management.	N2O	375.1	198.4	15	30	33.54	0.0	-0.000138451	0.000631066	-0.004153541	0.013386927	0.000196462
4.D. Agricultural Soils(2).	N2O	25217.694	9798.17	20	30	36.06	3.0	-0.020551916	0.031165777	-0.616557485	0.881501284	1.157187646
4.F. Field Burning of Agricultural Residues.	N2O	24.304	21.297	20	30	36.06	0.0	1.78812E-05	6.7741E-05	0.000536437	0.001916004	3.95884E-06
6.B. Wastewater Handling.	N2O	452.6	384.4	15	30	33.54	0.0	0.000294175	0.00122269	0.008825264	0.025937172	0.000750622
Keep Blank!											0	
Total		314388.7626	202771.1719			$\sum H$	34.6				$\sum M$	11.4670044
					Percentage uncertainty in total inventory:		5.880740472				Trend uncertainty:	3.386296561

Incertidumbres de los datos de actividad basadas en fuentes de datos

Incertidumbres del factor de emisión basadas en incumplimientos en las orientaciones

Incluya una pequeña lista de fuentes/sumideros



Propagación de errores: ejemplo de resultados (continuación)

	Kazajistán			Bolivia		
Emissiones	Cambios en los bosques y otras reservas de biomasa leñosa.	CO2	86%	Fermentación entérica	CH4	95%
	Industrias energéticas	CO2		Conversión de bosques y pastizales	N2O	
	Suelos agrícolas	N2O		Suelos agrícolas	N2O	
	Combustibles sólidos	CH4		Conversión de bosques y pastizales	CO2	
Variación	Industrias energéticas	CO2	69%	Fermentación entérica	CH4	72%
	Industrias manufactureras y construcción	CO2		Suelos agrícolas	N2O	
	Combustibles sólidos	CH4		Conversión de bosques y pastizales	N2O	
	Otros sectores	CO2			CO2	



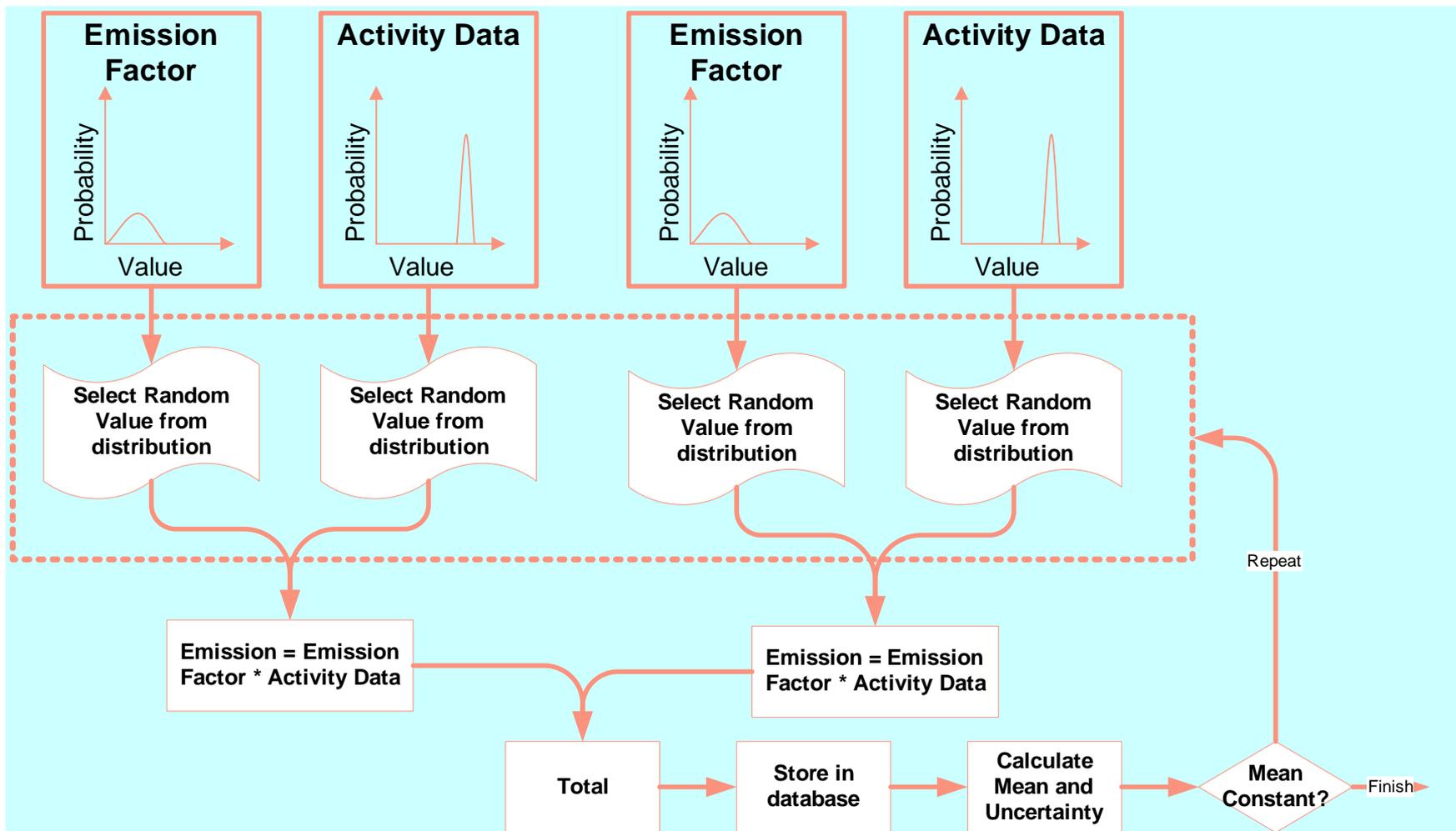
❑ Requisitos esenciales

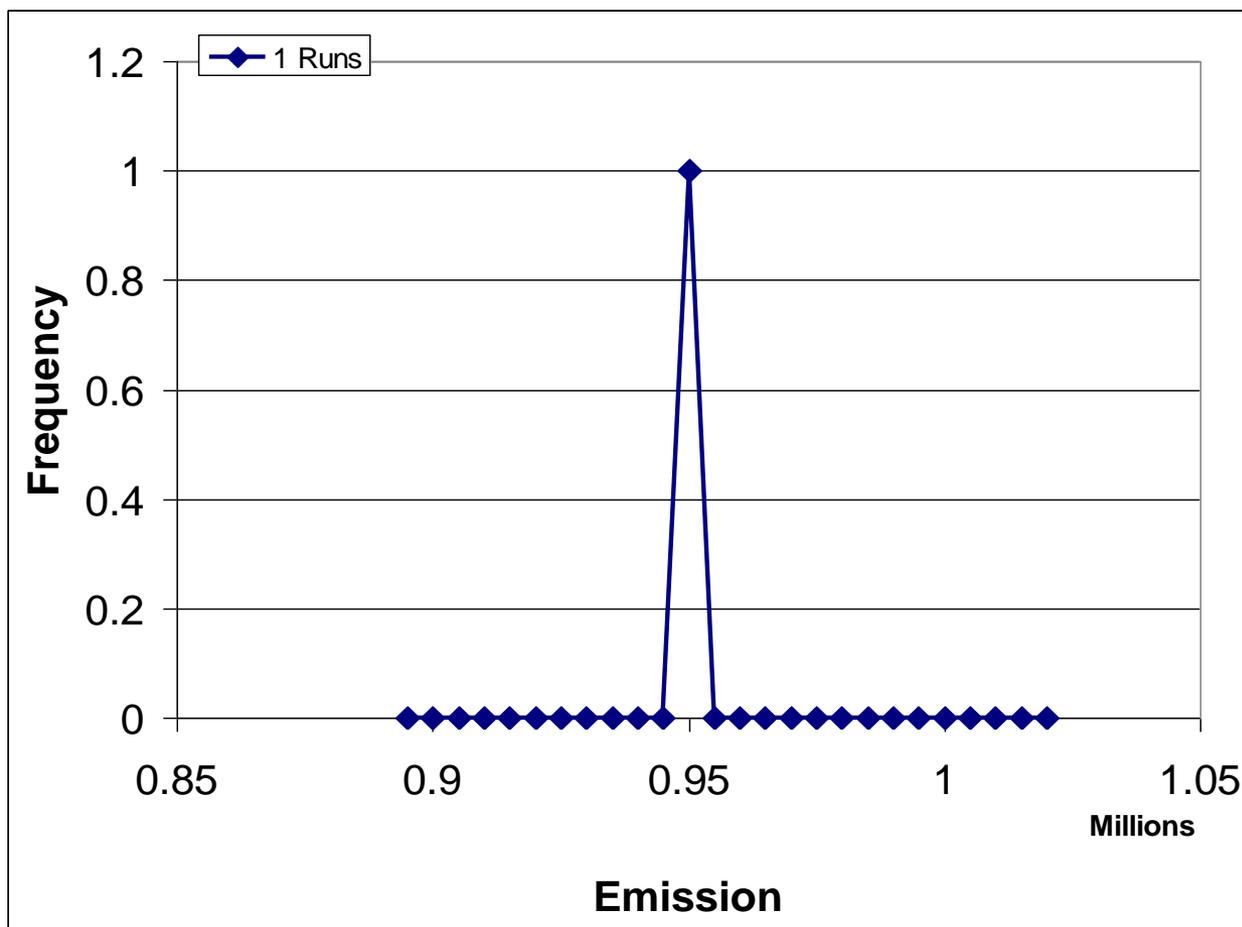
- ❖ No solo las incertidumbres sino también la función de densidad de probabilidad (pdf)
 - ✧ Media
 - ✧ Amplitud
 - ✧ Forma (p. ej., normal, lognormal, Weibul, gamma, uniforme, triangular, cuantil)

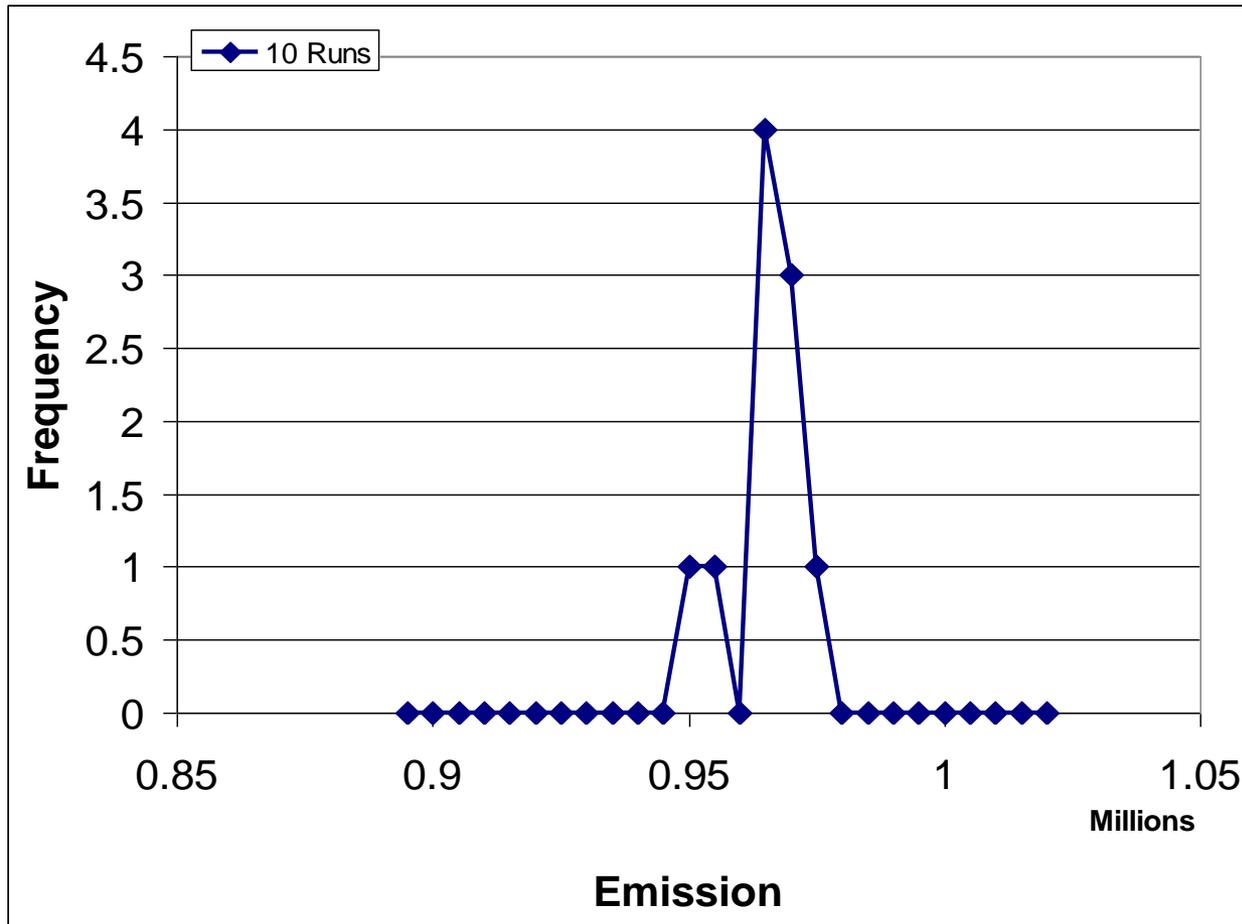
❑ Principio

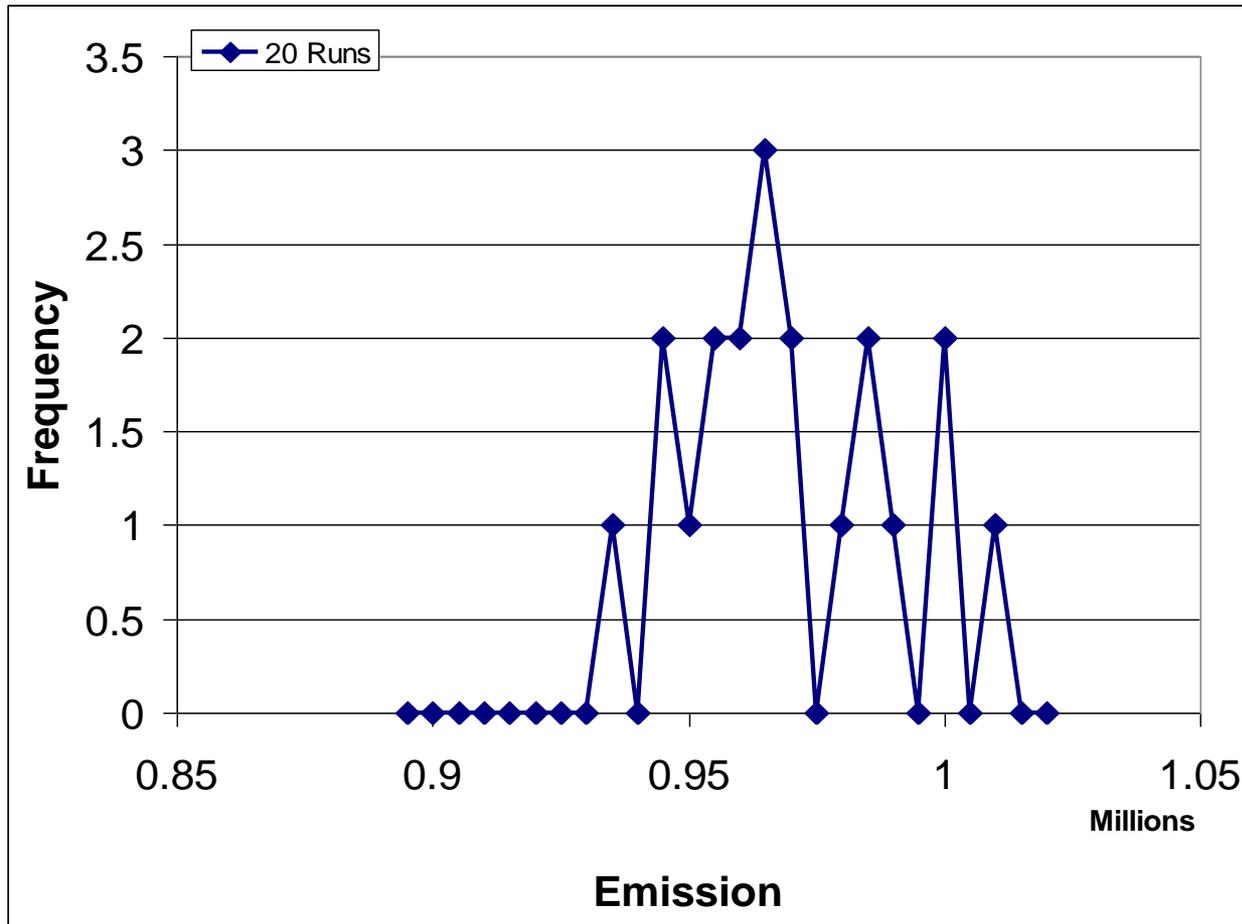
- ❖ Selecciona valores al azar de parámetros de entrada de sus pdf y calcula la emisión correspondiente. Repite varias veces y la distribución de los resultados es el pdf del resultado, a partir del cual se pueden extraer la media y la incertidumbre.

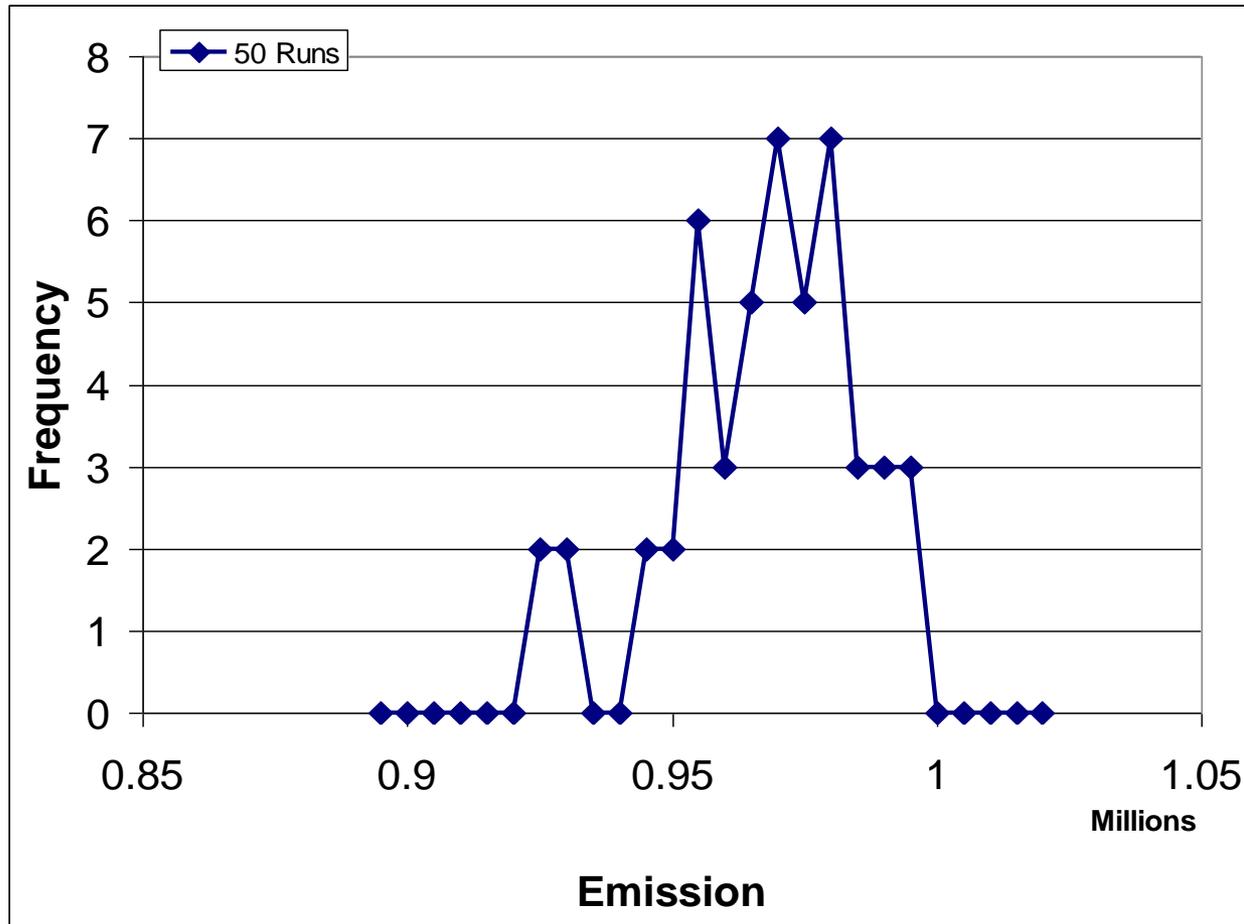
Método de Monte Carlo: Enfoque simplificado: ejemplo (continuación)

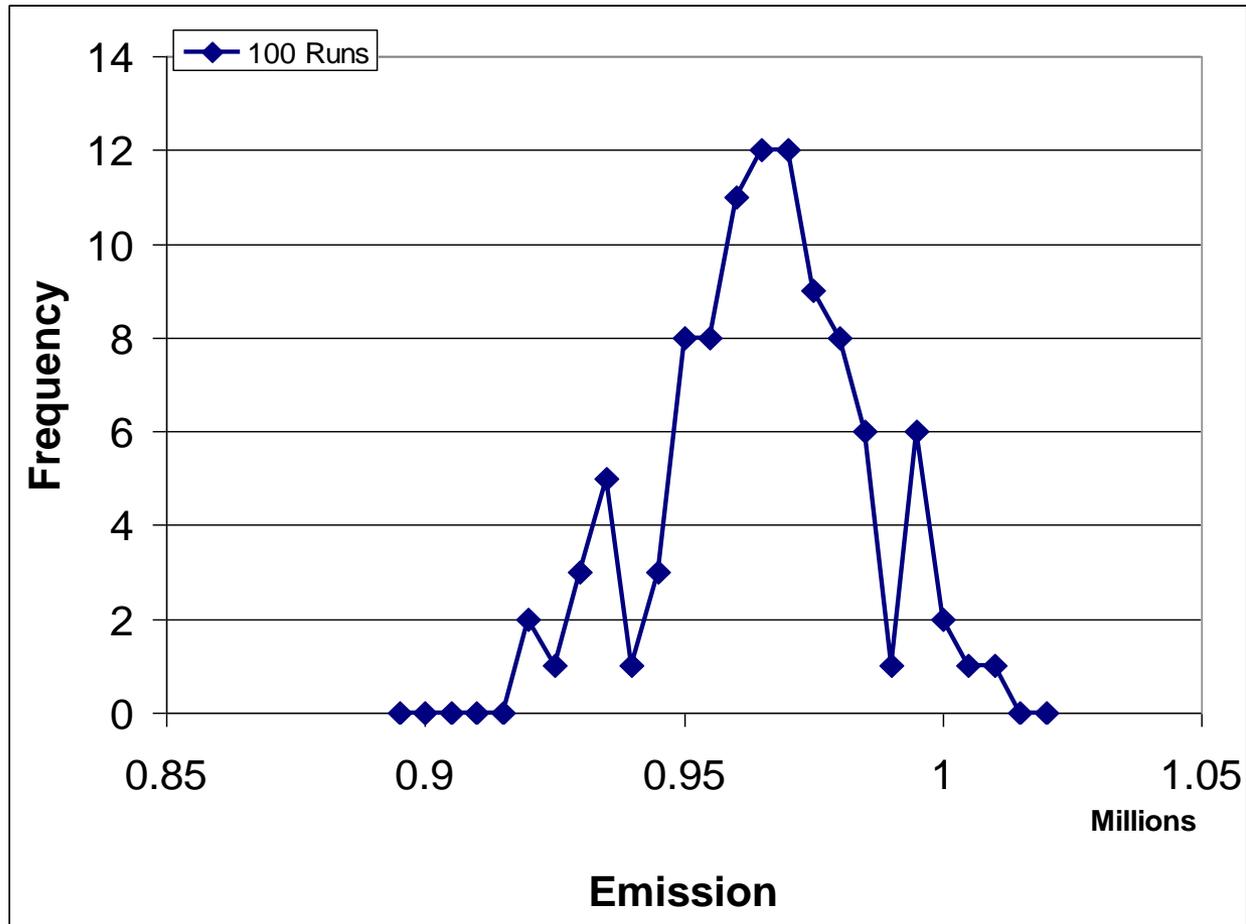


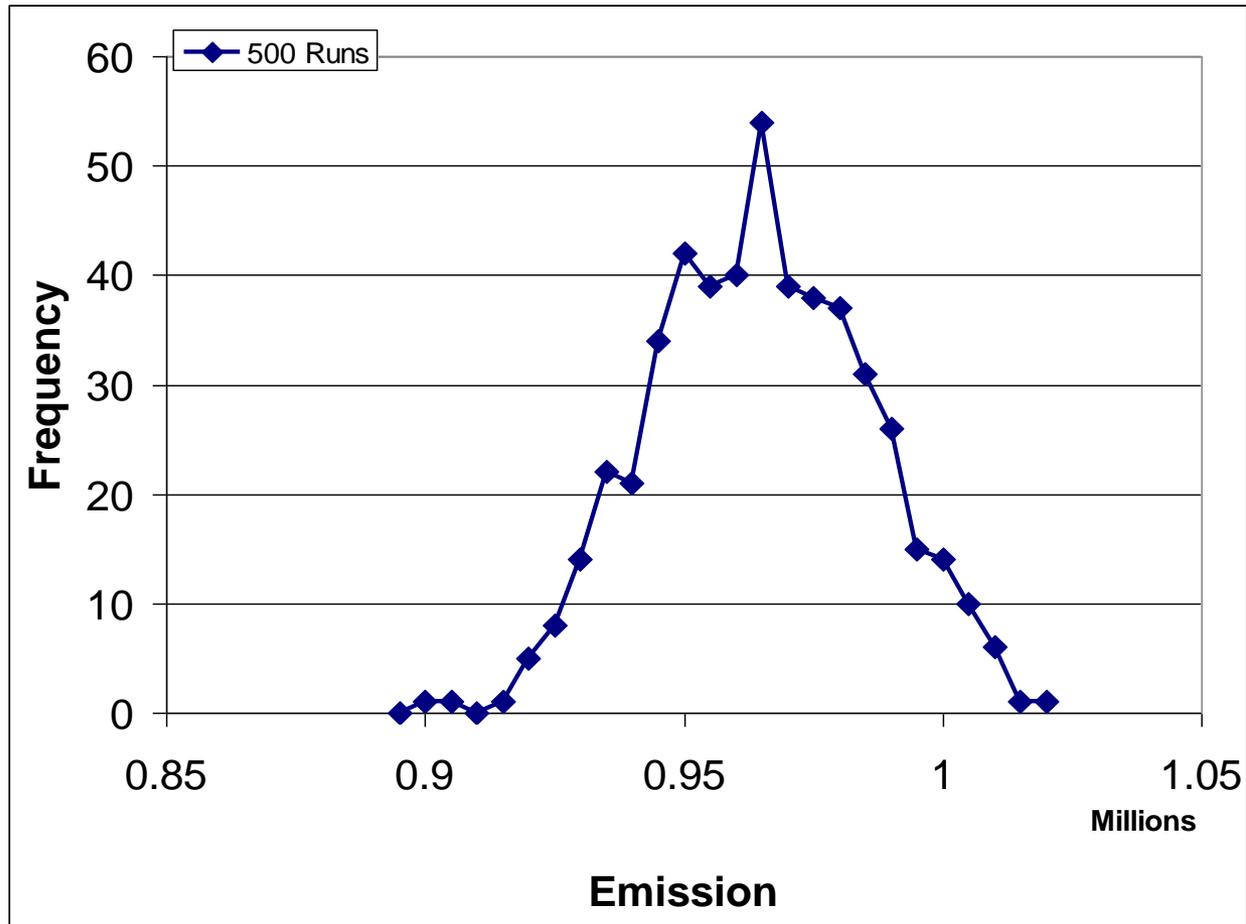


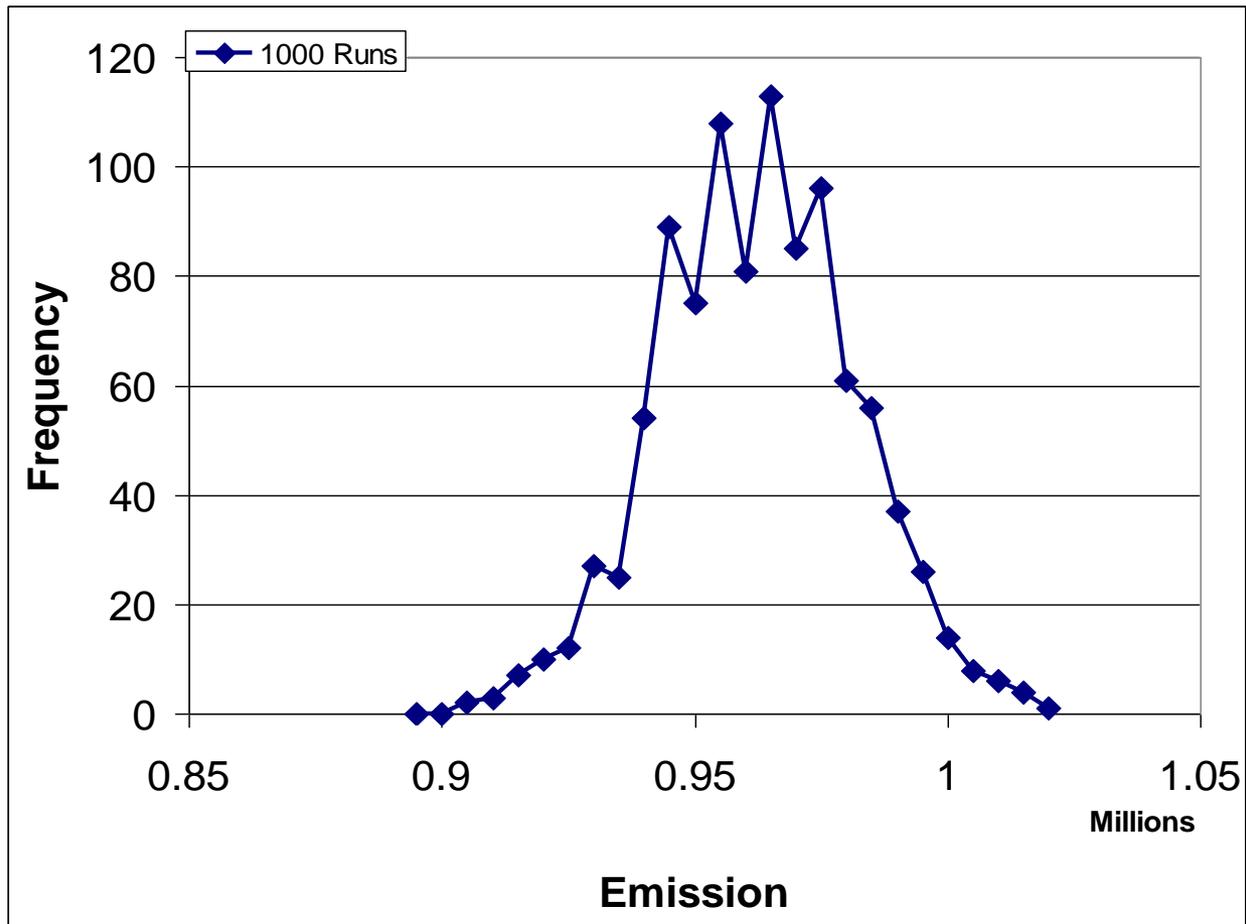


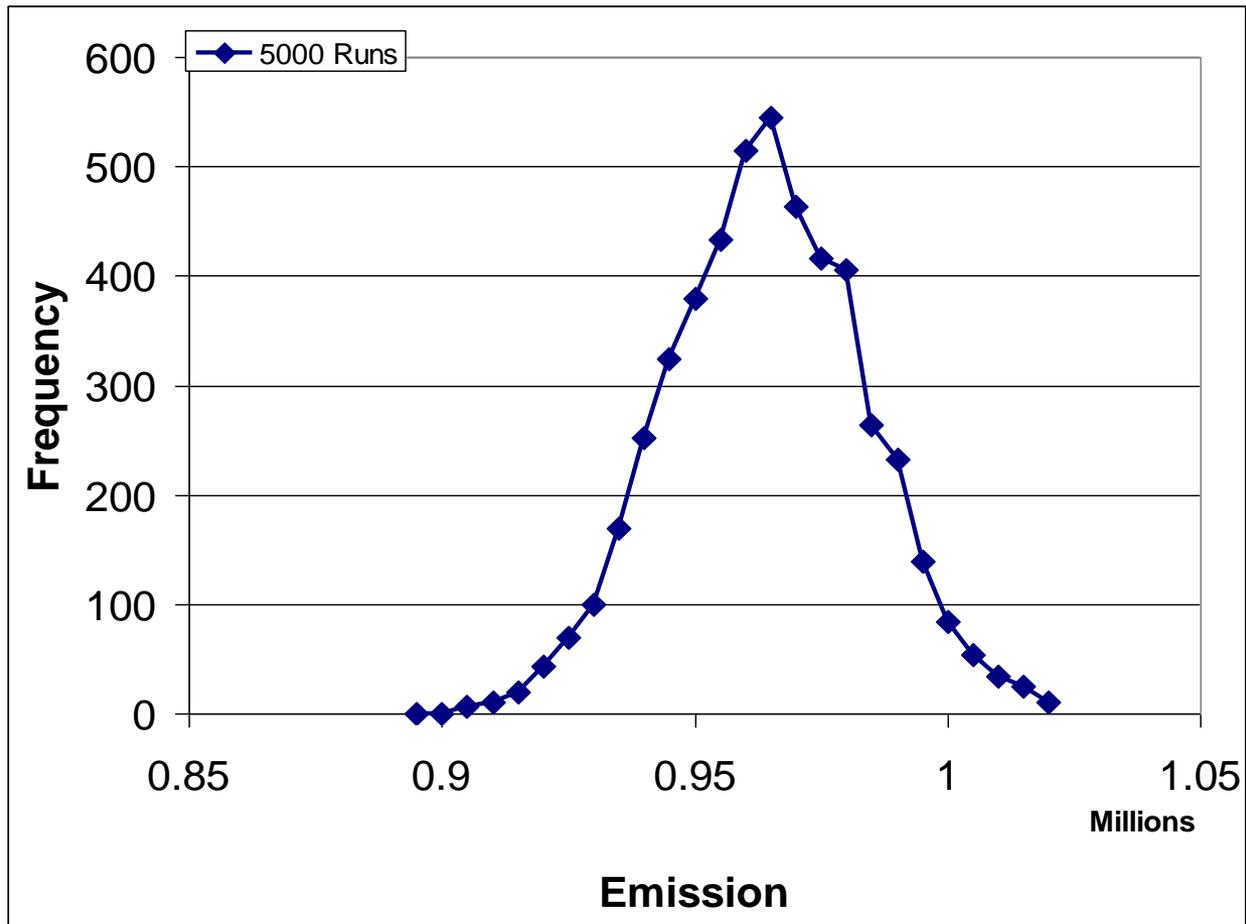


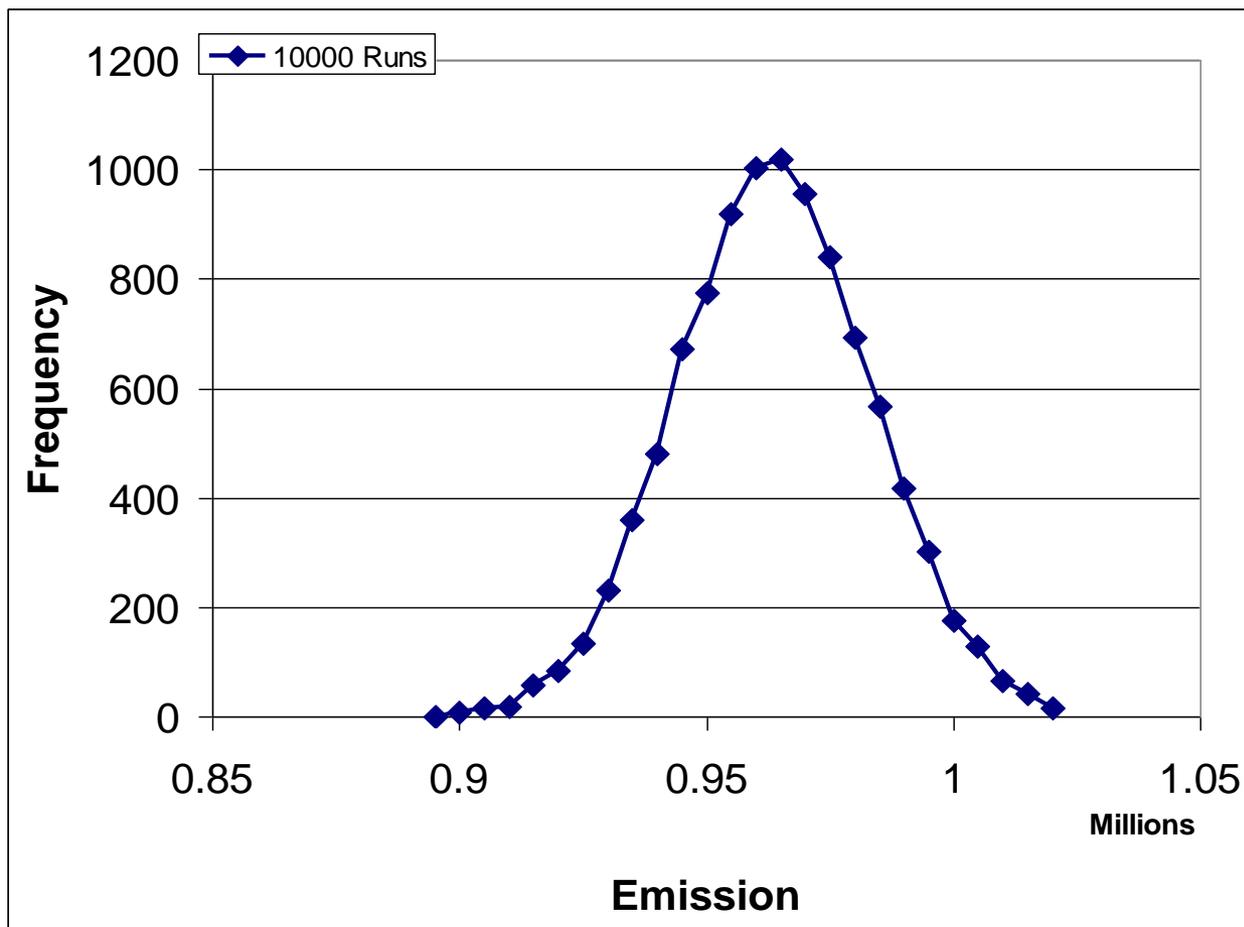


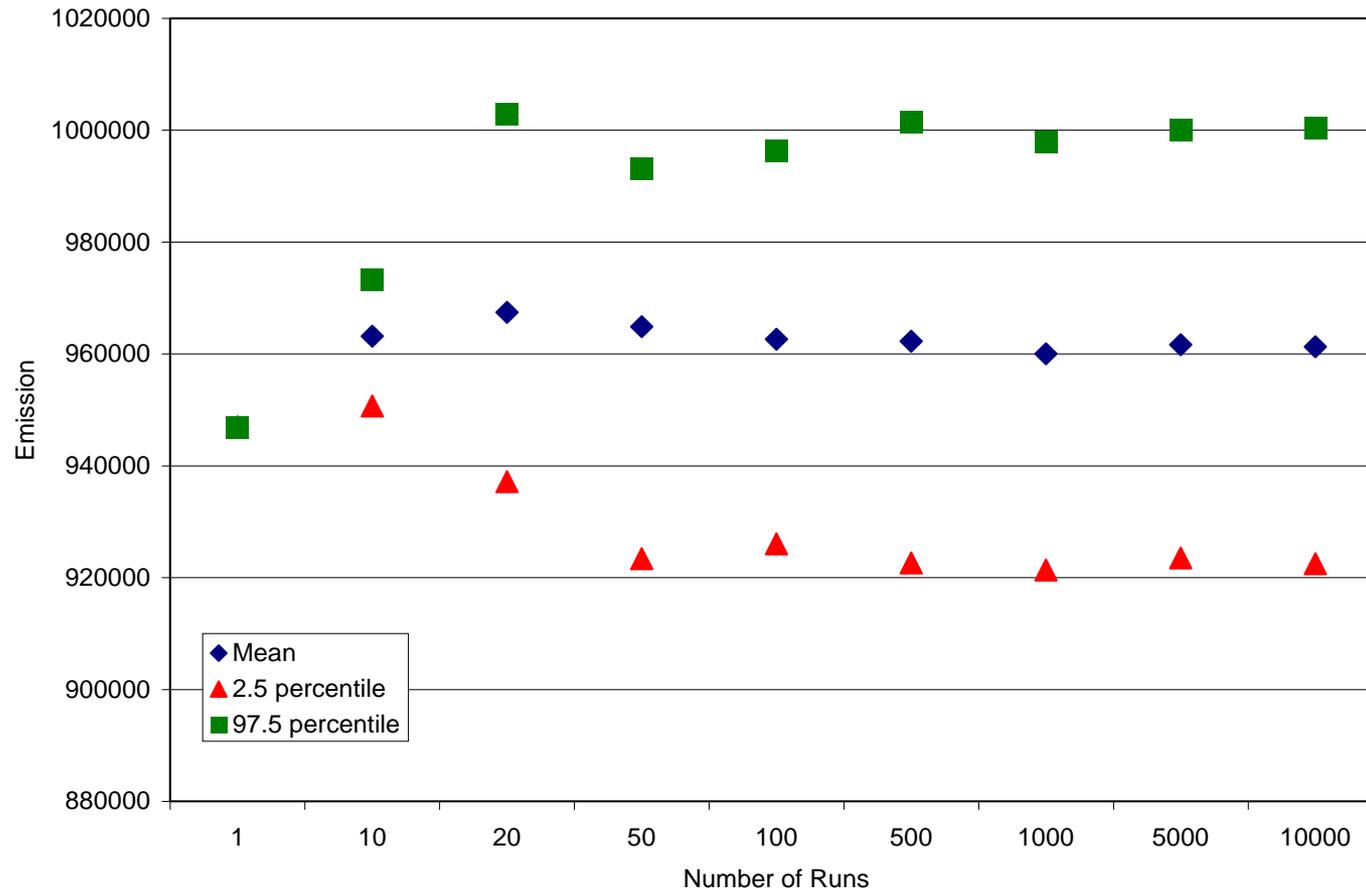












- ❑ Incluso las **estimaciones simples de incertidumbre** pueden darnos información útil, ¡siempre que se utilicen bien!

- ❑ La evaluación de la incertidumbre en los parámetros de entrada **debería formar parte de la recopilación de datos estándar de GC/CC**:
 - ❖ Ser cuidadoso con lo que se tiene en cuenta mejorará las estimaciones y ofrecerá datos de entrada para el análisis de incertidumbre.

- ❑ **Si los recursos son limitados**: los esfuerzos usados en el análisis de incertidumbre deberán ser pequeños en comparación con el esfuerzo total.

- ❑ Para las **estimaciones simples**:
 - ❖ Incertidumbre en los datos de actividad evaluados como datos recopilados
 - ❖ Incertidumbre en los factores de emisión de las orientaciones si ya están disponibles
 - ❖ Añadir categorías/gases a los grupos independientes de fuentes/sumideros
 - ❖ Úsese el Enfoque 1: la hoja de cálculo requiere muy pocos conocimientos estadísticos.

Gracias

Diagrams © IPCC Salvo que se indique lo contrario



Grupo Consultivo de Expertos (GCE)
Materiales de formación para los inventarios nacionales de gases de
efecto invernadero