




# GUÍA PRÁCTICA PARA EL CÁLCULO DE INVENTARIOS ESTATALES DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO - IEEGEI

# GUÍA PRÁCTICA PARA EL CÁLCULO DE INVENTARIOS ESTATALES DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO - IEEGEI

*SECTOR USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA  
Y SILVICULTURA– USCUS*





Guía práctica para el cálculo de IEEGEI; fue elaborado por la Comisión Nacional Forestal a través del Proyecto Fortalecimiento REDD+ y cooperación Sur-Sur, con el financiamiento del Gobierno de Noruega y el apoyo técnico de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el soporte administrativo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Comisión Nacional Forestal  
Periférico Poniente 5360  
Col. San Juan de Ocotán  
Zapopan, Jalisco, México  
+52 (33) 3777-7000 ext. 8050  
[www.mrv.mx](http://www.mrv.mx)

Impreso y hecho en México

La versión digital de la Guía práctica para el cálculo de IEEGEI se realizó en la Ciudad de México, Distrito Federal.

## Contenido

### INTRODUCCIÓN

Objetivos

Alcances

Consideraciones Generales

Definiciones

Pasos para la preparación de un inventario mediante las directrices del IPCC1996r

### **MÓDULO 1. CÓMO IDENTIFICAR CATEGORÍAS CLAVES DE FUENTES / SUMIDEROS EN UN INVENTARIO ESTATAL DE GEI**

Métodos cuantitativos para identificar las categorías claves de fuentes / sumideros

Método de nivel 1 para identificar las categorías claves de fuentes / sumideros

Método de nivel 2 para identificar las categorías claves de fuentes / sumideros tomando en cuenta las incertidumbres

Métodos cualitativos para identificar las categorías claves de fuentes / sumideros

Presentación de resultados y documentación

Ejemplo de Aplicación

### **MÓDULO 2. CÓMO SELECCIONAR LAS CATEGORÍAS DE USO DEL SUELO (BOSQUE/PLANTACIONES), TIPOS DE VEGETACIÓN QUE SON CONVERTIDOS (BOSQUE Y PASTIZAL), Y LOS USOS DEL SUELO/ SISTEMAS DE MANEJO (PARA EL INVENTARIO DE CARBONO DEL SUELO).**

Las categorías para el reporte de los GEI según las orientaciones del IPCC 1996.

Las categorías del sector de land-use change & forestry LUCF o CUSYS (sigla en español)

Las subcategorías del sector de land-use change & forestry LUCF o CUSYS (sigla en español)

Las categorías del sector de land-use, land-use change & forestry LULUCF O USCUS - GBP2003

Características de las categorías de uso de suelo en las que se basa la metodología

Buenas Prácticas

Categorías en las Directrices IPCC 1996R y en la GBP2003

Representación de áreas de tierra

Procedimiento 1: datos básicos sobre el uso de la tierra

Procedimiento 2: estudio de uso de la tierra y cambio de uso de la tierra

Procedimiento 3: datos sobre el uso de la tierra geográficamente explícitos

Ejemplo de Aplicación de la Selección de Tipos de vegetación/Clases de /Tipos de manejo

### **MÓDULO 3: LA RECOPIACIÓN DE LOS DATOS DE ACTIVIDAD QUE SE REQUIERAN SEGÚN EL NIVEL (TIER) SELECCIONADO.**

Retomando algunos conceptos revisados en los módulos anteriores...

Estructura de niveles: elección y criterios



Datos de actividad clave requeridos por las Directrices del IPCC1996R y la GBP2003  
Datos de actividad clave requeridos por las Directrices del IPCC1996R para cada categoría.  
Elaboración de bases de datos sobre uso de la tierra  
Ejemplo de aplicación

## **MÓDULO 4. LA RECOPIACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN (FE) A PARTIR DE BASES DE DATOS A DIFERENTES ESCALAS**

Los Factores de Emisión para el sector CUSyS (Directrices IPCC 1996R)  
Cálculos básicos  
Datos clave de factores de emisión requeridos por la GBP2003 y las D PICC 1996R —uso del método defecto  
Estimación de cambios en bosques y otros almacenes de biomasa leñosa (Categoría 5A)  
Evaluación de factores de emisión y estrategias para mejorarlos  
La estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> a partir de biomasa en la conversión de bosques y pastizal (categoría 5B)  
Fuentes de factores de emisión/remoción  
La estimación de la captura de CO<sub>2</sub> derivado del abandono de terrenos manejados  
La estimación de la captura de CO<sub>2</sub> de los suelos  
Fuentes de los factores de emisión/remoción  
Base de datos de factores de emisión (BDFE)  
Características de la BDFE  
Pasos para el uso de la BDFE  
Ejemplo de aplicación

## **MÓDULO 5. ESTIMAR LA INCERTIDUMBRE**

Algunas definiciones  
El Manejo de Incertidumbres en los IGEI según las Directrices del IPCC 1996  
Las fuentes de incertidumbre y como atacarlas  
Procedimientos para cuantificar la incertidumbre  
Buenas Prácticas  
Sesgos posibles en la solicitud de dictamen de expertos  
Un protocolo para la solicitud de dictamen de expertos  
Métodos para codificar los dictámenes de expertos  
Métodos para combinar incertidumbres  
Información general sobre el análisis de monte carlo  
Estimación de las incertidumbres en los niveles y las tendencias  
Evaluación de la contribución de cada uno de los datos del inventario a la incertidumbre general  
Especificación de las dependencias y de las correlaciones entre los datos iniciales de un inventario

## **MÓDULO 6. CÓMO ESTABLECER PROCEDIMIENTOS DE Garantía de Calidad /Control de Calidad (GC/CC) Y COMUNICAR LOS RESULTADOS EN UN INVENTARIO ESTATAL DE GEI**

Algunas definiciones

Los procedimientos de GC/CC para el sector UTCUTS

- Consideraciones prácticas al elaborar sistemas de GC/CC

- Elementos de un sistema de GC/CC

- Organismo encargado del inventario

- Plan de GC/CC

  - Procedimientos generales de cc (nivel 1)

  - Procedimientos específicos de cc para cada categoría de fuentes/sumideros (nivel 2)

- CC de los datos de emisiones

  - Factores de emisión por defecto del IPCC

  - Factores de emisión específicos de países

  - Mediciones directas de las emisiones

  - Comparaciones de las emisiones

  - Exámenes del orden de magnitud

  - Cálculos de referencia

- CC de los Datos de actividad

  - Datos de actividad en el nivel nacional

  - Datos de actividad específicos de sitios

- CC de las estimaciones de la incertidumbre

  - Procedimientos de GC

  - Revisión por especialistas en la materia

  - Auditorías

- Verificación de los datos de emisiones

- Documentación, archivo y presentación de los resultados

  - Documentación interna y archivo

  - Presentación de los resultados

  - Procedimientos de documentación específicos del sector UTCUTS

## **MÓDULO 7. ORIENTACIONES PARA LA PRESENTACIÓN DE INFORMES SOBRE LOS INVENTARIOS ESTATAL DE EMISIONES DE GEI**

Algunas definiciones

Requisitos de las directrices para la elaboración y reporte del Inventario:

Presentación de informes

- Orientación general

- Informe del inventario nacional

- Formato común estándar

- Mantenimiento de registros

Estructura del informe del inventario nacional

Orientación adicional sobre la información sectorial que se debe incluir en la sección correspondiente del IIN

## -Introducción

El Instituto Nacional de Ecología (INE), a través de la Coordinación del Programa de Cambio Climático (CPCC), asesora técnicamente a las Entidades Federativas en la elaboración de los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) que son instrumentos de apoyo para el diseño de políticas públicas sustentables y acciones relacionadas en materia de cambio climático, en el orden de gobierno estatal y municipal, además de ser un elemento importante para la política de cambio climático en México.

Uno de los componentes de los PEACC es el inventario estatal de emisiones de Gases de Efecto Invernadero - GEI que junto con los escenarios de emisiones de GEI y de cambio climático a nivel regional ayuda en la identificación de acciones y medidas para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero de los sistemas naturales y humanos de interés para el estado. En este contexto, en materia de desarrollo y fortalecimiento de capacidades, en los temas de Inventarios estatales de emisiones de GEI el INECC ha capacitado mediante un programa de fortalecimiento de capacidades en conjunto con las claves universidades públicas y privadas de México a más de 300 personas, tanto servidores públicos locales como miembros de la academia local, provenientes de todas las entidades federativas del país, de manera presencial y a distancia.

De otro lado, desde 2010 la CONAFOR a través del proyecto “Fortalecimiento de la preparación REDD+ en México y fomento de la cooperación Sur-Sur” desarrolla actividades en áreas específicas de cooperación con énfasis en la implementación de estrategias y políticas para reducir emisiones producidas por degradación forestal y deforestación; conservación, manejo sustentable de bosques y la mejora de las reservas forestales de carbono; y el fortalecimiento y desarrollo de capacidades humanas y técnicas.

Para alcanzar los objetivos planteados en el Proyecto se han establecido sólidas líneas de cooperación entre la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) con la finalidad de fortalecer las capacidades técnicas para la elaboración y el seguimiento de los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, a dos diferentes escalas: Nacional y Estatal.

Para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, se realizó una evaluación diagnóstica de la evolución temporal y técnica; producto de la cual se desarrolló un reporte en el cual se documentan las claves lecciones aprendidas que surgen de la elaboración de los INEGEI.

Así mismo, desde Julio de 2012, como parte de la colaboración entre la CONAFOR y el INECC, se ha realizado una revisión de los Inventarios Estatales de Gases de Efecto Invernadero para la categoría Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura. Donde se ha documentado los claves nichos de oportunidad y lecciones aprendidas.

Como resultado de esta revisión en noviembre pasado se realizó el primer taller nacional “Refuerzo de IEEGEI en la categoría USCUS””, en el cual se contó con la participación de representantes de más de veinte estados. Se abordaron temas como el contexto nacional, las implicaciones de la Ley General de Cambio Climático y el Control de Calidad por mencionar algunos. Durante este taller se identificaron los claves retos que tienen los estados para realizar los IEEGEI, y se estableció un compromiso para continuar con la capacitación y el fortalecimiento de capacidades en los estados.

Es ahí donde se formaliza el compromiso del Proyecto para dar capacitación y desarrollar un proceso de seguimiento y retroalimentación continua que permita a los estados tener un acompañamiento técnico durante la elaboración del IEEGEI. Esto se enmarca dentro de la Estrategia de Fortalecimiento para la elaboración de los Planes Estatales de Acción ante el Cambio Climático.

## **-Objetivos**

Brindar apoyo de manera práctica a los Estados en la preparación de sus inventarios de GEI mediante las D IPCC 1996R y las GBP2003.

## **-Alcances**

La guía contiene indicaciones de cómo abordar la preparación y estimación de un inventario estatal de gases de efecto invernadero, siguiendo un ejemplo práctico, basado en los datos y métodos usados por uno de los Estados.

La Guía se enfoca en el uso de la metodología contenida en las Directrices IPCC 1996R para la elaboración del inventario de GEI en el sector USCUS. Sin embargo, también intenta incorporar algunos elementos clave de las Guías de las Buenas Prácticas para el Sector USCUS contenidas en la GBP2003 haciendo énfasis en aquellos que pueden ser de utilidad para resolver algunas de las dificultades que se presentan al preparar inventarios pero también con el objeto de disminuir la incertidumbre de las estimaciones.

EN algunos pasos se usan menciones relacionadas al uso del software para el inventario de IPCC y de la BDFE



## -Consideraciones Generales

La estimación de un inventario de GEI en el sector USCUS, así como en otros sectores también llamados biológicos, dadas las características de las fuentes o sumideros que están conformadas por organismos “vivos”, se caracteriza por sus limitaciones metodológicas, la falta de datos o la poca confiabilidad en los datos disponibles, lo cual conduce a una mayor incertidumbre.

Las fuentes de información y metodológicas en las que se basa esta guía para la preparación del inventario de GEI incluye a los siguientes:

Revised 1996 PICC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories (<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm>)

GPG2000 – Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/>)

GPG2003 – Good Practice Guidance for Land Use Land Use Change and Forestry (<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf.htm>)

BDFE – Emissions Factor Database (<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/BDFE>)

IPCC Inventory Software - Revised 1996 PICC Guideline; Software for the Workbook (<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/software.htm>)

Subsidiary Body for Implementation (SBI - <http://maindb.unfccc.int/library>) y SBSTA (Subsidiary Body for Scientific and Technical Assistance - <http://maindb.unfccc.int/library>) documents

## Definiciones

CUSS (Cambio de uso del suelo y silvicultura): Uso del suelo es el tipo de actividades practicadas en una unidad de terreno, tales como área forestal, de cultivo, pastizal de agostadero. En la D PICC 1996R se hace referencia a las fuentes y sumideros de GEI asociados con la emisión/remoción derivada de aquellas actividades humanas que:

- Cambien la forma de uso del suelo (p. Ej., conversión de bosque a campo agrícola, conversión de pastizal a bosque)
- Afecten la cantidad de biomasa presente en los depósitos de biomasa existentes (p. Ej., bosques, árboles en zonas urbanas, sabana) y los depósitos de carbono en el suelo

USCUSS (Uso del suelo, cambio de uso del suelo y bosques): Aquí se incluyen las emisiones/remociones de gases de invernadero derivadas del uso del suelo sin cambios (como en el caso de un terreno boscoso que permanece como boscoso) y cambios de uso del suelo (involucrando con ello cambios en la cobertura como la conversión de un terreno de pastizal a bosque o de bosque a campo de cultivo).

Fuente – Cualquier proceso o actividad que libere en la atmósfera gases de invernadero (tales como el CO<sub>2</sub> y el CH<sub>4</sub>). Un almacén de carbono puede ser fuente liberadora de carbono a la atmósfera si recibe menos carbono que el que emite.

Sumidero – Cualquier proceso, actividad o mecanismo que remueva gases de invernadero (como el CO<sub>2</sub>) de la atmósfera. Un almacén determinado puede ser sumidero de carbono atmosférico si, durante un lapso, fluye más carbono atmosférico hacia su interior que el que se libera a la atmósfera.

Datos de actividad – Datos acerca de la magnitud de aquellas actividades humanas que resulten en emisiones/remociones durante un periodo de tiempo. p. Ej. extensión afectada, sistemas de manejo, encalado, uso de fertilizantes.

Factor de emisión – Coeficiente que relaciona los datos de actividad con la cantidad del compuesto químico que produce la emisión. Los factores de emisión/remoción comúnmente se basan en muestras de mediciones que son promediadas para ser representativos de la tasa de emisión o de remoción bajo determinados niveles de actividad y condiciones de operación.

Factor de remoción – Tasa de captación de carbono atmosférico por los sistemas terrestres y su captura en la biomasa y el suelo.

## PASOS PARA LA PREPARACIÓN DE UN INVENTARIO MEDIANTE LAS DIRECTRICES DEL IPCC1996R

El IPCC recomienda a los países No Anexo 1 el uso de la metodología descrita en las directrices 1996R y seguir los pasos necesarios para estimar el inventario de GEI en el sector CUSS:

- Paso 1: Realizar un análisis de categorías clave de fuente/sumidero para el sector CUSS, en el cual el sector es comparado con otros sectores fuente tales como los de energía, agricultura, procesos industriales, desechos, etc. Estimar el aporte al inventario nacional de GEI del sector CUSS.
- Paso 2: Seleccionar las categorías de uso del suelo (bosque/plantaciones), tipos de vegetación que son convertidos (bosque y pastizal), uso del suelo/sistemas de manejo (para el inventario de carbono del suelo)
- Paso 3: Compilar los datos de actividad que se requieran según el nivel seleccionado a partir de bases de datos a escala local, regional, nacional y global, incluyendo la BDFE
- Paso 4: Recabar los datos de emisión/remoción que se requieran según el nivel seleccionado a partir de bases de datos a escala local, regional, nacional y global, incluyendo la BDFE
- Paso 5: Seleccionar el método de estimación con base en el nivel de escala y cuantificar las emisiones y remociones para cada categoría
- Paso 6: Estimar la incertidumbre
- Paso 7: Establecer procedimientos de AC/CC y comunicar los resultados
- Paso 8: Notificar las emisiones y remociones de GEI de acuerdo al IPCC
- Paso 9: Notificar todos los procedimientos, ecuaciones y fuentes de datos aplicados en la estimación del inventario de GEI



# Módulo 1.

## CÓMO IDENTIFICAR CATEGORÍAS CLAVES DE FUENTES / SUMIDEROS EN UN INVENTARIO ESTATAL DE GEI?

Una **categoría principal** de fuentes/sumideros es una categoría que tiene prioridad en el sistema del inventario estatal porque su estimación influye en gran medida en el inventario total de gases de efecto invernadero directo de un estado, bien en cuanto al nivel absoluto de emisiones, o en cuanto a la tendencia de las emisiones, o ambas cosas.

Según el IPCC es una **buena práctica** identificar las categorías de fuentes/sumideros que más contribuyen a la incertidumbre general del inventario a fin de utilizar los recursos disponibles del modo más eficiente. La determinación de esas categorías claves de fuentes/sumideros en el inventario permite a los organismos encargados del inventario decidir el orden de prioridad de sus trabajos y mejorar sus estimaciones generales. Ese procedimiento redundará en un mejoramiento de la calidad del inventario e inspirará una mayor confianza en las estimaciones de emisiones que se elaboren. Es una buena práctica que los organismos encargados del inventario identifiquen sus categorías claves de fuentes/sumideros de manera sistemática y objetiva. Para esto lo más recomendable es **adoptar los métodos sugeridos por el IPCC** para la determinación de categorías clave.

Si el estado ha preparado con anterioridad al menos un inventario de emisiones estará en condiciones de determinar las categorías claves de fuentes/sumideros en función de su contribución al nivel absoluto de las emisiones estatales. En el caso de los estados que hayan preparado una serie temporal, la determinación cuantitativa de las categorías claves de fuentes/sumideros puede comprender la evaluación tanto del nivel absoluto como de la tendencia de las emisiones.

Es importante siempre que exista la información necesaria, involucrar el análisis de la tendencia, pues si se evalúa solamente la influencia que ejerce una categoría de fuentes/sumideros en el nivel general de las emisiones, la información que se obtenga sobre las razones que hacen de ella una categoría principal será limitada. Algunas categorías claves de fuentes/sumideros posiblemente no se puedan identificar si no se toma en cuenta la influencia de su tendencia.

La **sección 7.2.1 de la GBP del IPCC 2000 y la sección 5.4 de la GBP para UTCUTS de 2003**, describen los enfoques cuantitativos adoptados para determinar las categorías claves de fuentes/sumideros, incluyendo un método de nivel 1, que es básico, y un método de nivel 2, que tiene en cuenta la incertidumbre. También se menciona que además de determinar cuantitativamente las categorías claves de fuentes/sumideros, es una buena práctica tomar en cuenta criterios cualitativos. Entre éstos, cabe señalar tener una incertidumbre elevada, que se estén tomando medidas de mitigación, que se prevean cambios importantes en los futuros niveles de emisión y que se presenten diferencias significativas entre la estimación y lo que se podría esperar si se empleara un factor o método por defecto del IPCC.



Hacer el análisis de categorías clave de fuentes/sumideros con el grado apropiado de detalle hará que sus resultados sean más útiles. En el cuadro 7.1 “Categorías de Fuentes/sumideros propuestos por el IPCC” de la GBP del IPCC 2000<sup>1</sup> se enumeran las categorías de fuentes/sumideros que se deberían analizar y en algunos casos particulares y según las recomendaciones del IPCC, se incluyen consideraciones especiales acerca del análisis.

Para establecer el grado apropiado de análisis que se requiere para identificar las categorías claves de fuentes/sumideros el IPCC recomienda las siguientes buenas prácticas:

- Realizar el análisis a nivel de las categorías de fuentes / sumideros del IPCC (es decir, al nivel en que se describen los métodos del IPCC).
- Calcular las emisiones en equivalente de CO<sub>2</sub> utilizando los potenciales de calentamiento atmosférico (PCA) que se especifican en las Directrices para la preparación de comunicaciones nacionales por las Partes incluidas en el anexo I de la Convención <sup>2</sup>;
- Considerar por separado cada gas de efecto invernadero emitido por una categoría de fuentes/sumideros, a menos que haya razones metodológicas específicas para tratar los gases en forma colectiva.
- La evaluación de la categoría principal de fuentes/sumideros debería hacerse por separado para cada uno de los gases de una misma categoría de fuente cuando los métodos, los factores de emisión y las incertidumbres conexas son distintas para cada gas.
- En cambio, puede ser apropiado evaluar colectivamente gases de algunas categorías de fuentes / sumideros, cuando los métodos, los factores de emisión y las incertidumbres conexas son homogéneas para varios gases.
- Totalizar antes del análisis aquellas categorías de fuentes/sumideros que emplean los mismos factores de emisión basados en supuestos comunes.

---

<sup>1</sup> O en el caso del sector UTCUTS en el cuadro 5.4.1 categorías de fuentes/sumideros del IPCC propuestas para el sector de UTCUTS y sectores distintos de UTCUTS de la GBP para UTCUTS de 2003

<sup>2</sup> Parte I: Directrices de la Convención para la presentación de informes sobre inventarios anuales (Directrices de la CMCC);

- Ese método también puede servir para tratar correlaciones cruzadas entre categorías de fuentes/sumideros en el análisis de incertidumbre. Se debería usar la **misma pauta de agregación tanto para cuantificar las incertidumbres como para determinar las categorías claves de fuentes / sumideros** a menos que las incertidumbres asociadas de los datos de actividad sean muy diferentes.
- Por último, determinar para cada categoría principal de fuentes/sumideros si ciertas subcategorías son particularmente importantes (es decir, si representan una proporción significativa de las emisiones).

### Métodos cuantitativos para identificar las categorías claves de fuentes / sumideros

El IPCC propone el siguiente árbol de decisiones, que ilustra la forma en que el equipo encargado de los inventarios de cada estado puede determinar qué método utilizar para identificar las categorías claves de fuentes/sumideros.

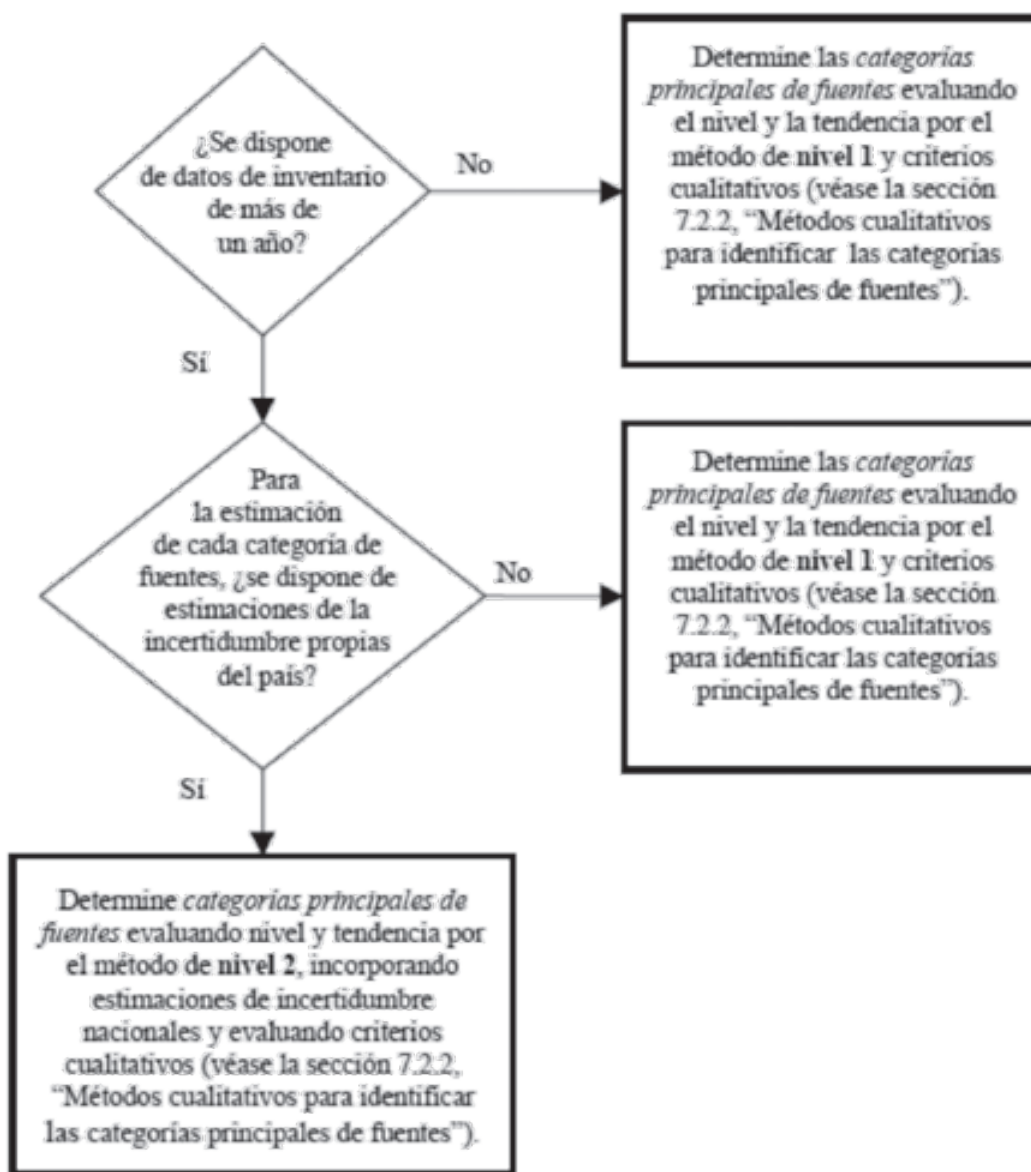


Figura 1 Árbol de decisiones para seleccionar el método para identificar las categorías claves de fuentes/sumideros. Fuente: GBP del IPCC 2000

## MÉTODO DE NIVEL 1 PARA IDENTIFICAR LAS CATEGORÍAS CLAVES DE FUENTES / SUMIDEROS

El método de nivel 1 para identificar las categorías claves de fuentes / sumideros sirve para evaluar los efectos de las diversas categorías de fuentes / sumideros en el nivel y, si es posible, la tendencia del inventario estatal de emisiones.

Cuando se dispone de estimaciones del inventario estatal de varios años, es una buena práctica evaluar la contribución de cada categoría de fuentes/sumideros tanto al nivel como a la tendencia del inventario estatal. ***Si únicamente se dispone del inventario de un año, sólo se podrá hacer una evaluación del nivel.***

Para identificar las categorías claves de fuentes/sumideros mediante el método de nivel 1 se puede utilizar con facilidad un análisis en hoja de cálculo. Es conveniente utilizar hojas de cálculo separadas para la evaluación del nivel y la tendencia porque es necesario desglosar los resultados del análisis en dos columnas diferentes y el producto del desglose es más difícil de seguir si los análisis están combinados en la misma hoja de cálculo.

En las siguientes tablas se muestra el formato recomendado por el IPCC para el análisis. En ambas, las columnas A a D contienen entradas de datos del inventario estatal.

Tabla 1. Hoja de Cálculo para el análisis de Nivel 1 – Evaluación del Nivel

CUADRO 7.2 HOJA DE CÁLCULO PARA EL ANÁLISIS DE NIVEL 1 – EVALUACIÓN DEL NIVEL					
A	B	C	D	E	F
Categorías de fuentes según el IPCC	Gases de efecto invernadero directo	Estimación del año base	Estimación del año en curso	Evaluación del nivel	Total acumulativo de la columna E
Total					

Fuente: Fuente: GBP del IPCC 2000

Columna A: Lista de categorías de fuentes / sumideros del IPCC

Columna B: Gases de efecto invernadero directo

Columna C: Estimación de las emisiones del año base según los datos del inventario estatal, en unidades equivalentes de CO2

Columna D: Estimación de las emisiones del año en curso según el inventario estatal más reciente, en unidades equivalentes de CO2

Columna E: Evaluación del nivel según la ecuación 7.1 (GBP - IPCC, 2000)

Columna F: Total acumulativo de la columna E

Para calcular la contribución de cada categoría de fuentes/sumideros al nivel total del inventario estatal se utiliza la siguiente ecuación

$$L_{x,t} = E_{x,t} - E_t \quad \text{Équation 1}$$



Dónde:

$L_{x,t}$  es la evaluación del nivel de la categoría **X** de fuentes/sumideros en el año **t**.

La estimación de la categoría de fuentes / sumideros ( $E_{x,t}$ ) es la estimación de las emisiones de la categoría **X** de fuentes / sumideros en el año **t**.

La estimación total ( $E_t$ ) es la estimación del inventario total en el año **t**.

En la tabla, los cálculos necesarios para la evaluación del nivel se realizan de acuerdo a la ecuación. El valor obtenido al evaluar el nivel de cada una de las categorías de fuentes/sumideros se debe anotar en la columna E y la suma de todas las entradas inscritas en esa columna, en la línea de la tabla correspondiente al total.

**Las categorías claves de fuentes/sumideros son aquellas que, sumadas en orden descendente de magnitud, componen más del 95% del total de la columna E.** Para hacer esa determinación, las categorías de fuentes/sumideros (es decir, las filas de la tabla) se deben disponer en orden descendente de magnitud según la evaluación del nivel. El total acumulativo de la columna E se debe calcular en el columna F.

La evaluación de nivel se debe hacer para todos los años de los cuales se dispone de una estimación del inventario. Si las estimaciones de los inventarios anteriores no han cambiado, no es necesario recalculer los análisis. Sin embargo, si alguna estimación se modificó o recalculó, el análisis de ese año se debe actualizar.

Toda categoría de fuentes/sumideros que esté dentro del umbral de 95% para cualquier año se debe identificar como categoría clave de fuentes / sumideros.

Si se dispone de datos de inventario sobre más de un año, se puede evaluar la contribución de la tendencia de cada categoría de fuentes / sumideros a la tendencia del inventario total, aplicando la siguiente ecuación:

$$T_{x,t} = L_{x,t} * \left| \left\{ \left[ \frac{(E_{x,t} - E_{x,s})}{E_{x,t}} \right] - \left[ \frac{(E_t - E_s)}{E_t} \right] \right\} \right| \quad \text{Équation 2}$$

Dónde:

$T_{x,t}$  es la contribución de la tendencia de la categoría de fuentes/sumideros a la tendencia general del inventario y se denomina evaluación de la tendencia. La evaluación de la tendencia se registra siempre como un

valor absoluto, es decir que un valor negativo se registrará siempre como el valor positivo equivalente.

$L_{x,t}$  es la evaluación del nivel de la categoría **X** de fuentes / sumideros en el año **t** (obtenida en la ecuación 1).

$E_{x,t}$  y  $E_{x,0}$  son las estimaciones de las emisiones de la categoría de fuentes/sumideros **X** en los años **t** y **0**, respectivamente.

$E_t$  y  $E_0$  son las estimaciones del inventario total en los años **t** y **0**, respectivamente.

La tendencia de la categoría de fuentes/sumideros es el cambio en las emisiones de la categoría de fuentes/sumideros a lo largo del tiempo, que se calcula restando la estimación de la categoría de fuentes/sumideros **X** correspondiente al año base (año 0) de la estimación del año en curso (año **t**), y dividiendo el resultado por la estimación del año en curso.

La tendencia total es el cambio en las emisiones del inventario total a lo largo del tiempo, que se calcula restando la estimación del inventario total correspondiente al año base (año 0) de la estimación del año en curso (año **t**), y dividiendo el resultado por la estimación del año en curso.

La evaluación de la tendencia permitirá identificar categorías de fuentes/sumideros que tienen una tendencia diferente de la tendencia del inventario general. Como las diferencias en las tendencias son más importantes a nivel del inventario general en el caso de las categorías de fuentes/sumideros más grandes, el resultado de la resta de tendencias (es decir, la tendencia de la categoría de fuentes/sumideros menos la tendencia total) se multiplica por el resultado de la evaluación del nivel ( $L_{x,t}$  obtenida en la ecuación 1) para lograr una ponderación adecuada. Por lo tanto, una categoría principal de fuentes/sumideros será aquella cuya tendencia difiera significativamente de la tendencia total, ponderada por el nivel de las emisiones de la categoría de fuentes / sumideros.

Tabla 2 Hoja de Cálculo para el análisis de Nivel 1 – Evaluación de la Tendencia

CUADRO 7.3 HOJA DE CÁLCULO PARA EL ANÁLISIS DE NIVEL 1 – EVALUACIÓN DE LA TENDENCIA						
A	B	C	D	E	F	G
Categorías de fuentes según el IPCC	Gases de efecto invernadero directo	Estimación del año base	Estimación del año en curso	Evaluación de la tendencia	% de contribución a la tendencia	Total acumulativo de la columna F
Total						

Fuente: Fuente: GBP del IPCC 2000

Dónde:

Columna A: Lista de categorías de fuentes/sumideros según el IPCC

Columna B: Gases de efecto invernadero directo

Columna C: Estimaciones de emisiones del año base según los datos del inventario nacional, en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>

Columna D: Estimaciones de emisiones del año en curso según el último inventario nacional, en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>

Columna E: Evaluación de la tendencia según la ecuación 2, en valor absoluto

Columna F: Porcentaje de contribución a la tendencia total del inventario nacional

Columna G: Total acumulativo de la columna F, que se calcula sumando las cifras de la columna F desde la primera fila hasta cada una de las filas.

Las entradas de las columnas A a D deben ser idénticas a las de la tabla de la evaluación del nivel. La evaluación de la tendencia se calcula con la ecuación 2 y el resultado en valor absoluto de Tx,t de cada categoría de fuentes/sumideros se anota en la columna E y la suma de todas las entradas se registra en la línea del total.

El porcentaje de contribución de cada categoría de fuentes / sumideros al total de la columna E se debe calcular e inscribir en la columna F, y esta columna se debe utilizar para identificar las categorías de fuentes/sumideros que contribuyen con 95% a la tendencia del inventario en términos absolutos.

Una vez que se calculen las entradas de la columna F, las categorías de fuentes/sumideros (es decir, las filas de la tabla) se pondrán en orden descendente de magnitud, basándose en la columna F. El total acumulativo de la columna F se debe entonces computar en la columna G. **Las categorías claves de fuentes/sumideros son aquellas que, sumadas en orden descendente de magnitud, componen más del 95% de la columna G.**

Teniendo en cuenta algunos análisis realizados, el IPCC propone un umbral general de 95% para la evaluación del nivel ( $L_{x,t}$ ) y la evaluación de la tendencia ( $T_{x,t}$ ) como una aproximación razonable del 90% de la incertidumbre para el método de nivel 1, que requiere un umbral predeterminado.

Sin embargo se podrían establecer otros umbrales en el caso de establecer que es necesario cubrir un distinto porcentaje de incertidumbre mediante categorías claves de fuentes / sumideros. El equipo responsable del inventario también puede determinar los umbrales estatales específicos para las categorías claves de fuentes/sumideros que se necesitan para cubrir 90% de su incertidumbre, según sus análisis de incertidumbre estatales.

## MÉTODO DE NIVEL 2 PARA IDENTIFICAR LAS CATEGORÍAS CLAVES DE FUENTES / SUMIDEROS TOMANDO EN CUENTA LAS INCERTIDUMBRES

Las categorías claves de fuentes/sumideros se pueden identificar con el método más complejo de nivel 2, utilizando también los resultados del análisis de incertidumbre. El método de nivel 2 **guarda conformidad con las buenas prácticas, pero no es necesario para cumplirlas**. Se recomienda a los equipos responsables de los inventarios que en lo posible utilicen el nivel 2, ya que permite comprender mejor las razones de la importancia de ciertas categorías de fuentes/sumideros y puede ayudar a decidir el orden de prioridad de las actividades a fin de mejorar la calidad del inventario y reducir la incertidumbre general.

Es necesario tener en cuenta que, como se usan distintos métodos, puede haber algunas diferencias en las categorías claves de fuentes/sumideros que se identifiquen. En esos casos, se deberían utilizar los resultados del método de nivel 2. Además, es probable que este método permita reducir el número de categorías claves de fuentes/sumideros que haya que considerar.



## MÉTODOS CUALITATIVOS PARA IDENTIFICAR LAS CATEGORÍAS CLAVES DE FUENTES / SUMIDEROS

Al determinar categorías claves de fuentes/sumideros que no se evalúan con facilidad por medio de un análisis cuantitativo, hay otros criterios para considerar, entre ellos los siguientes:

- **Técnicas y tecnologías de mitigación:** Si las emisiones de una categoría de fuentes/sumideros se están reduciendo de manera importante gracias al uso de técnicas o tecnologías de mitigación, es una buena práctica considerar esa categoría como principal. De ese modo, se le dará prioridad en el inventario y se prepararán estimaciones de emisiones de alta calidad. Esa práctica también permitirá asegurar que los métodos utilizados sean transparentes con respecto a las medidas de mitigación, lo cual es importante para evaluar la calidad del inventario;
- **Previsión de un gran aumento de emisiones:** Si el equipo responsable del inventario prevé que en el futuro las emisiones de una categoría de fuentes/sumideros aumentarán en forma considerable, se les recomienda que consideren a esa categoría como principal. Algunas de esas categorías habrán sido determinadas gracias a la evaluación de la tendencia del año en curso, y otras serán identificadas al hacer la evaluación de la tendencia hacia el futuro.

Es conveniente designar principal a una categoría cuando se prevé que en el futuro habrá un aumento de las emisiones de sus fuentes/sumideros, porque esa designación puede servir para que se usen anticipadamente métodos de nivel superior que constituyen buenas prácticas y se recojan datos más detallados en una etapa más temprana. Esto último, a su vez, puede reducir la probabilidad de tener que hacer cambios metodológicos en el futuro y puede simplificar los nuevos cálculos de las estimaciones de emisiones a lo largo de la serie temporal si se llegan a hacer cambios metodológicos;

- **Incertidumbre elevada:** Si el equipo responsable del inventario no está tomando en cuenta la incertidumbre en forma explícita, usando el método de nivel 2 para identificar categorías claves de fuentes/sumideros, quizá convenga considerar claves a las categorías de fuentes/sumideros más inciertas. La razón es que, para reducir al máximo la incertidumbre general del inventario, lo más ventajoso es mejorar las estimaciones de estas categorías de fuentes/sumideros sumamente inciertas. Si se las designa claves, es posible que se consiga mejorar la calidad del inventario;
- **Emisiones imprevistamente bajas o altas:** Las verificaciones del orden de magnitud, pueden ayudar a detectar errores y discrepancias en los cálculos. Los organismos encargados del inventario pueden considerar oportuno calificar de



claves aquellas categorías de fuentes/sumideros cuyas estimaciones muestren que tienen emisiones **inesperadamente altas o bajas**. Es una buena práctica prestar atención a aquellas categorías de fuentes/sumideros en que se observen resultados imprevistos y asegurarse de que éstos son fiables.

En la mayoría de los casos, la aplicación de esos criterios cualitativos permitirá identificar categorías de fuentes / sumideros que ya han sido definidas como claves por medio del análisis cuantitativo, pero posiblemente sirvan para identificar algunas categorías adicionales, que se podrán agregar a la lista de categorías claves de fuentes/sumideros.

## PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DOCUMENTACIÓN

Calcular y reportar esta información será luego fundamental para documentar y explicar la elección del método utilizado para estimar las emisiones de cada categoría de fuentes/sumideros. Además, los organismos encargados del inventario deberán enumerar los criterios que siguieron para identificar cada categoría principal de fuentes/sumideros (por ejemplo, evaluación del nivel o tendencia, o criterios cualitativos), y el método utilizado para realizar el análisis cuantitativo (por ejemplo, nivel 1 o nivel 2).

Para registrar los resultados del análisis de categorías claves de fuentes/sumideros, se debería utilizar el siguiente cuadro que contiene columnas para presentar tanto los resultados del análisis como los criterios que se aplicaron para identificar cada categoría de fuentes / sumideros.

Tabla 3 SÍNTESIS DEL ANÁLISIS DE LAS CATEGORÍAS DE FUENTES / SUMIDEROS

CUADRO 7.4 SÍNTESIS DEL ANÁLISIS DE LAS CATEGORÍAS DE FUENTES					
Método cuantitativo utilizado		<input type="checkbox"/> Nivel 1	<input type="checkbox"/> Nivel 2		
A	B	C	D	E	
Categorías de fuentes según el IPCC	Gases de efecto invernadero directo	Designación de categoría principal de fuentes (SÍ o NO)	Si se marca SÍ en la columna C, indicar criterios de identificación	Observaciones	

Fuente: Fuente: GBP del IPCC 2000

## Dónde:

**Columna A:** Lista de categorías de fuentes/sumideros según el IPCC – las entradas deben ser las mismas que las de la columna A de las Tablas 2 y 3

**Columna B:** Gases de efecto invernadero directo – las entradas deben ser las mismas que las de la columna B de las Tablas 2 y 3

**Columna C:** Designación de categoría principal de fuentes / sumideros – indicar “SÍ” cuando se trate de una categoría principal.

**Columna D:** Criterios que se siguieron para identificar la categoría principal de fuentes/sumideros – para cada categoría principal de fuentes/sumideros señalada en la columna C, indicar uno o más de los siguientes criterios: “Nivel” para la evaluación del nivel, “Tendencia” para la evaluación de la tendencia, y “Cualitativos” para los criterios cualitativos.

**Columna E:** Observaciones – inscribir las explicaciones que corresponda.

## Ejemplo de Aplicación

Para ilustrar el uso de los métodos y las buenas prácticas sugeridas por el IPCC en sus directrices, a continuación desarrollamos un ejemplo de identificación de categorías clave con datos no reales. Asumiendo que un estado XX, utilizando métodos de nivel 1, han calculado las emisiones y remociones de GEI de todas las fuentes y sumideros del estado y que el resultado de su trabajo se puede encontrar en la siguiente tabla, a continuación procederemos a determinar para cada sector el nivel de agregación que se debe utilizar para identificar las categorías claves y luego aplicar los métodos para determinar las categorías claves (incluido el sector de LULUCF) con una evaluación del nivel.

Categoría de emisión	Categoría	Total (CO2 eq.)	
	IPCC	2000	2010
<b>TOTAL de emisiones nacionales</b>		1,456,768.94	3,413,416.81
<b>Energía</b>	<b>1</b>	1,752,865.83	2,735,304.58
<b>Consumo de combustibles fósiles</b>	1A	1,369,330.44	2,282,359.22
<b>Industria generadora de energía</b>	1A1	867,244.87	1,176,041.93
<b>Manufactura e industria de la construcción</b>	1A2	132,388.93	217,530.29

Transporte	1A3	198,970.41	342,365.20
Otros sectores	1A4	142,522.12	264,055.87
Otros	1A5	28,204.10	282,365.92
Emisiones fugitivas de combustibles	1B	383,535.39	452,945.36
Combustibles sólidos	1B1	46,069.14	73,011.80
Petróleo y gas natural	1B2	337,466.25	379,933.56
Procesos Industriales	2	158,246.56	257,523.35
Productos minerales	2A	41,535.08	84,223.09
Industria química	2B	20,693.87	22,904.65
Producción de metales	2C	84,576.65	120,757.17
Producción de halocarbonos y hexafluoruro de azufre SF6	2E	7,185.16	29,606.15
Consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre SF6	2F	4,255.80	32.29
Uso de Solventes y otros productos	3	557.59	561.61
Agricultura	4	142,372.04	317,286.52
Fermentación entérica	4A	39,880.43	98,559.81
Manejo de estiércol	4B	24,270.09	57,133.79
Cultivo de arroz	4C	921.90	1,627.29
Suelos agrícolas	4D	77,299.62	159,965.63
Quemas programadas de suelos	4E	NO	NO
Quemas in situ de residuos agrícolas	4F	NO	NO
Cambio de uso de suelo y silvicultura	5	-670,585.45	44,121.99
Cambio en bosques y otros reservorios de biomasa leñosa	5A	-678,265.88	-213,089.35
Conversión de Bosques y Praderas	5B	83,557.48	268,572.42
Abandono de tierras cultivadas	5C	-75,970.58	-11,508.34
Suelos	5D	93.53	147.27
Desechos	6	73,312.37	58,618.76
Eliminación de desechos sólidos	6A	47,455.08	28,220.26
Tratamiento biológico de los desechos sólidos	6B	NA	NA
Incineración de desechos	6C	IE	IE
Tratamiento y eliminación de aguas residuales	6D	25,857.29	30,398.50

Teniendo en cuenta que se tienen datos de las emisiones expresadas en CO2 equivalente de cada uno de los seis principales sectores establecidos por el IPCC desde el año base (2000) hasta el año del reporte del inventario (2010) se debe establecer dentro de cada uno de los seis sectores cuáles son las subcategorías que más contribuyen a las emisiones totales del inventario o cuáles son las que presentan variaciones más importantes.

A simple vista se puede observar que los sectores no tienen un nivel homogéneo de desagregación y es necesario definir cuales categorías serán usadas en el análisis. El único sector con un nivel de agregación óptimo es el de energía pues llegan hasta subcategoría. En este ejemplo no es posible evaluar el criterio de identificación al nivel de subcategoría, pues los demás sectores no presentan datos con ese nivel de desagregación.

La primera evaluación utilizando el método de nivel 1, se hace sobre la cantidad de emisiones o remociones netas aportadas por cada una de las categorías al inventario total. En este caso se muestra el análisis incluyendo las categorías del sector USCUS. La evaluación se debe hacer teniendo en cuenta todas las emisiones y remociones en valor absoluto. Entonces la suma total de emisiones/remociones en la fórmula corresponde a la contribución total equivalente que es la suma de los valores absolutos de las emisiones o de las absorciones durante el año del reporte. Dado que tanto las emisiones como las absorciones se introducen con signo positivo, la contribución total equivalente puede ser mayor que el total de las emisiones menos las absorciones de un país determinado.

La evaluación de nivel es un cálculo sencillo que divide el valor de las emisiones por cada categoría sobre el valor de las emisiones totales el inventario, para obtener un valor porcentual de la representatividad de la categoría en el inventario del año. Luego se ordenen las categorías por la columna de la evaluación de nivel en orden descendente (de mayor a menor) y se calcula la suma acumulada de la evaluación por nivel en cada categoría (se suma la emisión de la categoría con las de las categorías anteriores) empezando por la primera en la tabla una vez ordenada).

Tabla 4. Evaluación de categorías clave por nivel

Categoría de fuentes /sumideros por Sector	Gases de efecto invernadero directo	Estimación del año base (2000)	Estimación del año de reporte (2010)	Evaluación del nivel 2010	Total acumulativo de la columna E
<b>Consumo de combustibles fósiles</b>	<b>CO2</b>	1,369,330.44	2,282,359.22	<b>0.5540</b>	55.40%



Emisiones fugitivas de combustibles	CO2	383,535.39	452,945.36	0.1099	66.39%
Conversión de Bosques y Praderas	CO2	83,557.48	268,572.42	0.0652	72.91%
Procesos Industriales	CO2	158,246.56	257,523.35	0.0625	79.16%
Cambio en bosques y otros reservorios de biomasa leñosa	CO2	678,265.88	213,089.35	0.0517	84.33%
Suelos agrícolas	N2O	77,299.62	159,965.63	0.0388	88.21%
Producción de metales	CO2	84,576.65	120,757.17	0.0293	91.14%
Fermentación entérica	CH4	39,880.43	98,559.81	0.0239	93.54%
Productos minerales	CO2	41,535.08	84,223.09	0.0204	95.58%
Manejo de estiércol	CH4	24,270.09	57,133.79	0.0139	96.97%
Tratamiento y eliminación de aguas residuales	CH4	25,857.29	30,398.50	0.0074	97.70%
Producción de halocarbonos y hexafluoruro de azufre SF6	SF6	7,185.16	29,606.15	0.0072	98.42%
Eliminación de desechos sólidos	CH4	47,455.08	28,220.26	0.0068	99.11%
Industria química	CO2	20,693.87	22,904.65	0.0056	99.66%
Abandono de tierras cultivadas	CO2	75,970.58	11,508.34	0.0028	99.94%
Cultivo de arroz	CH4	921.90	1,627.29	0.0004	99.98%
Uso de Solventes y otros productos	CO2	557.59	561.61	0.0001	100.00%
Suelos	CO2	93.53	147.27	0.0000	100.00%
Consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre SF6	SF6	4,255.80	32.29	0.0000	100.00%
Total		3,123,488.43	4,120,135.56	1	

La evaluación de la tendencia se calcula de manera similar, restando la estimación de la categoría de fuentes / sumideros x correspondiente al año base (año 0) de la estimación del año en curso (año t), y dividiendo la diferencia por la estimación del año en curso. La tendencia total es el cambio en las emisiones del inventario total a lo largo del tiempo, que se calcula restando la estimación del inventario total (contribución total equivalente) correspondiente al año base (año 0) de la estimación del año en curso (año t), y dividiendo esta diferencia por la estimación del año en curso. El resultado de la resta de tendencias (es decir, la tendencia de la categoría de fuentes/sumideros menos la tendencia total) se multiplica por el resultado de la evaluación del nivel para lograr una ponderación adecuada.



Categoría de fuentes/sumideros por Sector	Gases de efecto invernadero directo	CO2 Emisiones/ Remociones		Evaluación de la tendencia	% de contribución de la tendencia	Total acumulativo de la columna F
		Estimación del año base (2000)	Estimación del año de reporte (2010)			
<i>Cambio en bosques y otros reservorios de biomasa leñosa</i>	CO2	678,265.88	213,089.35	0.13	39.10%	39.10%
<i>Consumo de combustibles fósiles</i>	CO2	1,369,330.44	2,282,359.22	0.09	27.31%	66.42%
<i>Conversión de Bosques y Praderas</i>	CO2	83,557.48	268,572.42	0.03	9.09%	75.50%
<i>Abandono de tierras cultivadas</i>	CO2	75,970.58	11,508.34	0.02	5.09%	80.59%
<i>Suelos agrícolas</i>	N2O	77,299.62	159,965.63	0.01	3.33%	83.92%
<i>Emisiones fugitivas de combustibles</i>	CO2	383,535.39	452,945.36	0.01	3.04%	86.96%
<i>Procesos Industriales</i>	CO2	158,246.56	257,523.35	0.01	2.80%	89.76%
<i>Fermentación entérica</i>	CH4	39,880.43	98,559.81	0.01	2.64%	92.40%
<i>Eliminación de desechos sólidos</i>	CH4	47,455.08	28,220.26	0.01	1.97%	94.37%
<i>Productos minerales</i>	CO2	41,535.08	84,223.09	0.01	1.69%	96.06%
<i>Manejo de estiércol</i>	CH4	24,270.09	57,133.79	0.00	1.44%	97.50%
<i>Producción de halocarbonos y hexafluoruro de azufre</i>	SF6	7,185.16	29,606.15	0.00	1.15%	98.65%
<i>Producción de metales</i>	CO2	84,576.65	120,757.17	0.00	0.53%	99.18%
<i>Consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre</i>	SF6	4,255.80	32.29	0.00	0.32%	99.50%

<i>Industria química</i>	CO2	20,693.87	22,904.65	0.00	0.25%	99.75%
<i>Tratamiento y eliminación de aguas residuales</i>	CH4	25,857.29	30,398.50	0.00	0.21%	99.97%
<i>Cultivo de arroz</i>	CH4	921.90	1,627.29	0.00	0.02%	99.99%
<i>Uso de Solventes y otros productos</i>	CO2	557.59	561.61	0.00	0.01%	100.00%
<i>Suelos</i>	CO2	93.53	147.27	0.00	0.00%	100.00%
<b>Total</b>		<b>3123488.432</b>	<b>4120135.557</b>	<b>0.32071297</b>	<b>1</b>	

Para esto se usan las fórmulas sugeridas por el IPCC. Si se desea ampliar la información se puede consultar el “Capítulo 7 Elección de la metodología y realización de nuevos cálculos” de las Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de invernadero” y el “Capítulo 5: Cuestiones multisectoriales del documento de Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para UTCUTS”.

Finalmente se registran las categorías identificadas en la tabla resumen como se muestra en el siguiente ejemplo.

Categoría de fuentes/sumideros por Sector	Categoría IPCC	Gases de efecto invernadero directo	Resumen del Análisis de las categorías de Fuentes/Sumideros		
			Designación de la categoría de fuente o sumidero como categoría Clave (Si/No)	Si se marca Si en la columna C, indicar criterios de identificación (Nivel, Tendencia)	Observaciones
<b>Energía</b>	<b>1</b>				
<i>Consumo de combustibles fósiles</i>	1A		si	NIVEL Y TENDENCIA	
<i>Emisiones fugitivas de combustibles</i>	1B		si	NIVEL Y TENDENCIA	
<b>Procesos Industriales</b>	<b>2</b>				
<i>Productos minerales</i>	2A		SI	NIVEL Y TENDENCIA	
<i>Industria química</i>	2B		NO		
<i>Producción de metales</i>	2C		SI	NIVEL	
<i>Producción de halocarbonos y hexafluoruro de azufre</i>	2E	SF6	NO		

<i>Consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre</i>	2F	SF6	NO		
<b>Uso de Solventes y otros productos</b>	<b>3</b>				
<b>Agricultura</b>	<b>4</b>				
<i>Fermentación entérica</i>	4A		SI	NIVEL Y TENDENCIA	
<i>Cultivo de arroz</i>	4C		NO		
<i>Suelos agrícolas</i>	4D		SI	NIVEL Y TENDENCIA	
<i>Quemas programadas de suelos</i>	4E				
<i>Quemas in situ de residuos agrícolas</i>	4F				
<b>Cambio de uso de suelo y silvicultura</b>	<b>5</b>				
<i>Cambio en bosques y otros reservorios de biomasa leñosa</i>	5A		SI	NIVEL Y TENDENCIA	
<i>Conversión de Bosques y Praderas</i>	5B		SI	NIVEL Y TENDENCIA	
<i>Abandono de tierras cultivadas</i>	5C		SI	TENDENCIA	
<i>Suelos</i>	5D		NO		
<b>Desechos</b>	<b>6</b>				
<i>Eliminación de desechos sólidos</i>	6A		SI	TENDENCIA	
<i>Tratamiento biológico de los desechos sólidos</i>	6B		NO		
<i>Incineración de desechos</i>	6C		NO		
<i>Tratamiento y eliminación de aguas residuales</i>	6D		NO		

# Módulo 2.

Cómo seleccionar las categorías de uso del suelo (bosque/plantaciones), tipos de vegetación que son convertidos (bosque y pastizal), y los usos del suelo/sistemas de manejo (para el inventario de carbono del suelo).

## Las categorías para el reporte de los GEI según las orientaciones del IPCC 1996.

El objetivo de las instrucciones de reporte que se brindan en las orientaciones es proporcionar los medios para asegurar que todos los reportes sean consistentes, transparentes y comparables, por esto se proponen un conjunto de categorías de fuentes/sumideros, con sus definiciones que son aquellas categorías que deben ser utilizadas cuando se reportan emisiones y remociones. Las categorías de fuentes/sumideros se agrupan por sector y deben cubrir la mayor parte de las actividades que resultan en emisiones o capturas de gases de efecto invernadero.

Sin embargo, en algunos países o estados se pueden necesitar adicionar actividades o categorías en el sector “Otros” buscando cubrir sus circunstancias particulares. En este caso se debe asegurar de describir cuidadosamente la naturaleza de estas nuevas actividades de manera que estas puedan llegar en un futuro a ser incluidas y actualizadas por el IPCC. Es muy importante recordar que todas estas actividades se limitan a aquellas actividades relacionadas con actividades antropogénicas y sus emisiones y remociones asociadas.

Es posible que al comparar las categorías de fuentes/sumideros usadas en el inventario estatal de emisiones de GEI con las categorías de fuentes/sumideros sugeridas por el IPCC existan diferencias. En este caso se puede recurrir a la asignación de categorías superiores o “más amplias” entre las categorías IPCC. Y en el caso de que no sea posible asignar la categoría se pueden reportar varias categorías pequeñas al mayor nivel posible de agregación en la estructura del IPCC.

Si definitivamente el inventario no puede adaptarse al modelo propuesto por el IPCC y no se pueden mostrar las estimaciones bajo la categoría otros, se debe asegurar que se explique de manera muy precisa en dónde radican las diferencias y que se incluye en la categoría otros.

**Fuente** – Cualquier proceso o actividad que libere en la atmósfera gases de invernadero (tales como el CO<sub>2</sub> y el CH<sub>4</sub>). Un almacén de carbono puede ser fuente liberadora de carbono a la atmósfera si recibe menos carbono que el que emite.

**Sumidero** – Cualquier proceso, actividad o mecanismo que remueva gases de invernadero (como el CO<sub>2</sub>) de la atmósfera. Un almacén determinado puede ser sumidero de carbono atmosférico si, durante un lapso, fluye más carbono atmosférico hacia su interior que el que se libera a la atmósfera.

## LAS CATEGORÍAS DEL SECTOR DE LAND-USE CHANGE & FORESTRY LUCF O CUSYS (SIGLA EN ESPAÑOL)

En este sector se agrupan las actividades relacionadas con las emisiones y remociones generadas por el manejo del bosque y las actividades del cambio de uso del suelo. Estas actividades tienen un impacto principalmente en 3 reservorios de carbono:

- Biomasa aérea,
- Biomasa subterránea y
- Carbono del suelo.

De manera general, se incluyen en este sector el tipo de actividades practicadas en una unidad de terreno, tales como áreas forestales, de cultivo, pastizal. En el documento de orientaciones del IPCC1996R se hace referencia a las fuentes y sumideros de GEI asociados con la emisión/remoción derivada de aquellas actividades humanas que cambian la forma de uso del suelo (p. Ej., conversión de bosque a campo agrícola, conversión de pastizal a bosque) o que afecten la cantidad de biomasa presente en los depósitos de biomasa existentes (p. Ej., bosques, árboles en zonas urbanas, sabanas) y los depósitos de carbono en el suelo.

La metodología aportada por el IPCC en las orientaciones del IPCC 1996R, se basa en dos suposiciones la primera que **el flujo de y hacia la atmósfera de CO<sub>2</sub>** se supone igual a los cambios en los depósitos de carbono presentes en la **biomasa y en el suelo**; y la segunda que los cambios en los depósitos de carbono pueden estimarse a partir de establecer **tasas de cambio en el uso del suelo y las prácticas empleadas para conseguir tal cambio** (p. Ej., quema, desmonte total, corte selectivo, cambio en las formas de manejo del terreno, manejo silvícola, etc.).



Para esto se requiere conocer el uso del suelo durante el año del inventario, la conversión de bosques o de pastizal a otros usos del suelo y los contenidos de carbono en las diferentes categorías de uso del suelo; incluyendo en lo anterior tanto a los terrenos que cambiaron como a los que no cambiaron de categoría de uso del suelo.

Las Orientaciones del IPCC 1996R aportan una aproximación metodológica y datos por defecto para el inventario de GEI en el sector CUSyS. Este enfoque por defecto consiste en estimar el inventario de GEI mediante cuatro categorías:

- **Cambios en bosques y otros depósitos de biomasa leñosa** – los efectos más importantes de las interacciones de los seres humanos con el bosque se consideran dentro de una amplia categoría única que incluye el manejo comercial, la extracción de madera en rollo (troncos) y leña, producción y uso de objetos de madera, así como el establecimiento y operación de plantaciones forestales y de árboles urbanos, suburbanos y en otros terrenos no forestales
- **Conversión de bosques y pastizales** – la conversión de bosques y pastizales a agostaderos, cultivos y otras formas de manejo puede cambiar significativamente los depósitos de carbono en la vegetación y el suelo
- **El abandono de campos agrícolas**, agostaderos, plantaciones forestales y otras formas de manejo, las cuales regeneran su condición previa de bosques o pastizal
- **Emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> de los suelos** – esta categoría abarca las emisiones o remociones de CO<sub>2</sub> derivadas de: i) cultivo en suelos minerales, ii) cultivo en suelos orgánicos, y iii) aplicación de cal en suelos agrícolas.

También menciona aspectos metodológicos para posibles categorías adicionales tales como **biomasa subterránea, perturbaciones naturales** (incluyendo el fuego), **cultivo itinerante y la inundación y drenaje de humedales**.

## **LAS SUBCATEGORÍAS DEL SECTOR DE LAND-USE CHANGE & FORESTRY LUCF O CUSyS (SIGLA EN ESPAÑOL)**

### **Cambios en bosques y otros depósitos de biomasa leñosa (5A) – Hoja de trabajo 5.1**

En esta categoría (5A) se estiman las emisiones/remociones de carbono debidas a cambios en bosques y otros depósitos de biomasa leñosa afectados por las actividades humanas. Para calcular el cambio en los depósitos de biomasa, se estiman:



- la captura neta de CO<sub>2</sub>,
- el incremento anual de biomasa en plantaciones y/o bosques donde se extrae madera en rollo u otros productos,
- el crecimiento de los árboles en poblados, granjas y áreas urbanas y cualquier otro almacén importante de biomasa leñosa.

Se incluyen las siguientes subcategorías:

- 5 A 1 BOSQUES TROPICALES.
  - 5 A 1 a Muy Húmedos
  - 5 A 1 b Húmedos, corta estación seca
  - 5 A 1 c Húmedos, larga estación seca
  - 5 A 1 d Secos
  - 5 A 1 e Montano húmedo
  - 5 A 1 f Montano seco
  - 5 A 1 g Plantaciones
  - 5 A 1 h Otros
- 5 A 2 BOSQUES TEMPLADOS.
  - 5 A 2 a Coníferos
  - 5 A 2 b Latifoliados
  - 5 A 2 c Plantaciones
  - 5 A 2 d Otros
- 5 A 3 BOSQUES BOREALES.
  - 5 A 3 a Mixtos Latifoliados/Coníferos
  - 5 A 3 b Coníferos
  - 5 A 3 c Bosques de tundra
  - 5 A 4 Praderas/TUNDRA emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> de praderas incluyendo sabanas tropicales y tundra boreal.
  - 5 A 5 OTRAS emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> de otras categorías de biomasa incluyendo zonas urbanas arboladas y granjas de árboles, etc.

### Conversión de bosques y pastizales (5B) – Hoja de trabajo 5.2

Esta categoría (5B o 5-2) estima las emisiones de CO<sub>2</sub> en la conversión del bosque y pastizal a otro uso del suelo como áreas de cultivo, resultando en la emisión de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub> y NMVOC por la quema de biomasa en y fuera del sitio y por la muerte y descomposición de biomasa sobre el suelo. Se incluyen las siguientes subcategorías:

- 5 B 1 BOSQUES TROPICALES.
  - o 5 B 1 a Muy Húmedos
  - o 5 B 1 b Húmedos, corta estación seca

- o 5 B 1 c Húmedos, larga estación seca
- o 5 B 1 d Secos
- o 5 B 1 e Montano húmedo
- o 5 B 1 f Montano seco
- o 5 B 1 g Plantaciones
- o 5 B 1 h Otros
- 5 B 2 BOSQUES TEMPLADOS.
  - o 5 B 2 a Coníferos
  - o 5 B 2 b Latifoliados
  - o 5 B 2 c Plantaciones
  - o 5 B 2 d Otros
- 5 B 3 BOSQUES BOREALES.
  - o 5 B 3 a Mixtos Latifoliados/Coníferos
  - o 5 B 3 b Coníferos
  - o 5 B 3 c Bosques de tundra
  - o 5 B 4 Praderas/TUNDRA emisiones y remociones de CO2 de praderas incluyendo sabanas tropicales y tundra boreal.
  - o 5 B 5 OTRAS emisiones y remociones de CO2 de otras categorías de biomasa incluyendo zonas urbanas arboladas y granjas de árboles, etc.

Abandono de terrenos manejados (5C y Hoja de trabajo 5-4)

Si se abandonan terrenos manejados (p. Ej., áreas de cultivos y agostaderos), puede reaccumularse carbono en la vegetación y el suelo. La categoría 5C sólo considera la acumulación de carbono en la biomasa. Se sugieren dos horizontes de tiempo para estimar la captura de carbono:

- Horizonte de tiempo de 20 años para captar el rápido crecimiento después del abandono
- Horizonte de tiempo de 20-100 años para captar tasas de crecimiento menores

Se incluyen las siguientes subcategorías:

- 5 C 1 BOSQUES TROPICALES
- 5 C 2 BOSQUES TEMPLADOS
- 5 C 3 BOREAL FORESTS
- 5 C 4 Praderas/TUNDRA
- 5 C 5 OTRAS Remociones por el abandono de tierras y recrecimiento de cualquier tipo de biomasa diferente a bosques y praderas.

## Emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> de los suelos (5D y Hoja de trabajo 5-5)

La categoría incluye la estimación de las emisiones netas de CO<sub>2</sub> (fuentes y sumideros) para tres procesos.

- Cambios en el carbono del suelo para suelos minerales
- Emisión de carbono de suelos orgánicos bajo manejo intensivo
- Emisión de carbono del encalado de suelos agrícolas

## Otras categorías (Hoja de trabajo -5E- de las Orientaciones IPCC 1996R)

La categoría 5E da la posibilidad a las partes de reportar emisiones/remociones de otras fuentes/sumideros del sector CUSyS, las cuales no están incluidas en las Categorías 5A a 5D. Algunos ejemplos de otras fuentes/sumideros que pueden incluirse.

- Productos de madera cosechados
- Humedales
- Madera en colinas
- Biomasa bajo el suelo

En otras categorías puede incluirse la extracción de productos leñosos (EPL), humedales y otras fuentes y sumideros. La suposición por defecto de las Orientaciones del IPCC 1996R es que el carbono extraído en madera y otras formas de biomasa de los bosques es oxidado durante el año de extracción. No obstante, los países pueden reportar sus depósitos de EPL, si es que pueden documentar que los depósitos de productos del bosque están, en efecto, incrementándose.<sup>3</sup>

## **LAS CATEGORÍAS DEL SECTOR DE LAND-USE, LAND-USE CHANGE & FORESTRY LULUCF O USCUS - GBP2003**

Uno de los criterios utilizados para definir la coherencia de las Orientaciones del IPCC 1996R, consiste en que las categorías de fuentes o de sumideros específicas incluidas en las Guías sobre las buenas prácticas para UTCUTS corresponden a las categorías de las Directrices del IPCC. Esto permite la inclusión de categorías adicionales de fuentes o sumideros sobre tierra gestionada cuando están abarcados en la categoría “Otras” del Capítulo 5 de las Directrices del IPCC.

---

<sup>3</sup> El Apéndice 3a.1 de la GBP2003 proporciona una guía metodológica para estimar emisiones y remociones en EPL.

Uno de los avances de las GBP2003, es la orientación basada en categorías de uso del suelo para la organización metodológica. La GBP2003 utiliza seis categorías de uso del suelo para asegurar una cobertura total del área geográfica de los países en forma consistente y representativa de todas las categorías de cobertura presentes. Las categorías son suficientemente generales para clasificar todas las áreas de tierra en la mayoría de los países y conciliar diferencias en los sistemas de clasificación nacionales que se deben utilizar en forma coherente en el tiempo

La tabla 5 muestra estas seis categorías con sus correspondientes subcategorías, así como los GEI más importantes y los depósitos de carbono utilizados en la GBP2003.

- Las emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> son estimadas para cada uno de los depósitos de carbono existentes:
  - o Biomasa sobre el nivel del suelo (BSS), biomasa subterránea (BDS), carbono en suelo, material orgánica en descomposición (MOD) y mantillo.
- Los gases no CO<sub>2</sub> inventariados son:
  - o CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO y NO<sub>x</sub>
- Fuentes de gases no CO<sub>2</sub>:
  - o N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub> de incendios forestales,
  - o N<sub>2</sub>O de bosques manejados (fertilizados),
  - o N<sub>2</sub>O del drenaje de suelos forestales,
  - o N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub> de humedales manejados y
  - o emisiones de N<sub>2</sub>O del suelo al ser convertido a otro uso del suelo.

Tabla 5. Categorías y subcategorías principales, depósitos de carbono y gases distintos al CO<sub>2</sub>

Categorías de uso de suelo principales	Subcategorías (con base en la conversión)	Nivel de desagregación	Depósitos de C	Gases no CO <sub>2</sub>
<b>Bosques</b>	Bosque sin cambio	- Perennifolio, caducifolio etc. - Eucaliptar, secundario	BSS, BDS, MOD, mantillo y carbono del suelo	<b>CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O</b>
	Áreas convertidas a bosque			
<b>Cultivos</b>	Cultivo sin cambio	- Irrigado, sin riego		
	Áreas convertidas a cultivo	- Arrozal: irrigado, captación de lluvia - Coco, café, té, etc.		
<b>Pastizal</b>	Pastizal sin cambio	- Regiones climáticas		
	Áreas convertidas a pastizal			

Humedales	Humedal sin cambio	- Turba		
	Áreas convertidas a humedal	- Inundado		
Área urbana	Urbana sin cambio			
	Áreas convertidas a urbanas			

La GBP reconoce que las denominaciones de estas categorías de tierras son una combinación de clases de cubierta forestal (p. ej., tierras forestales, praderas, humedales) y uso de la tierra (p. ej., tierras agrícolas, asentamientos), pero establece que **para fines prácticos, se hace referencia a ellas como categorías de uso de la tierra**. Los argumentos para la elección de estas categorías particulares son:

- Son razonablemente coherentes con las Directrices del IPCC;
- Son sólidas como base para la estimación del carbono;
- Son razonablemente cartografiables por métodos de teledetección; y
- Son completas en el sentido de que todas las áreas de tierra se deben representar en una u otra categoría.

### Características de las categorías de uso de suelo en las que se basa la metodología

Las características clave de las seis categorías y subcategorías de uso del suelo adoptadas en la GBP2003 mostradas en la tabla 5 son:

#### Áreas boscosas (Tierras forestales)

Esta categoría comprende toda la tierra con vegetación leñosa coherente con umbrales utilizados para definir las tierras forestales en el inventario nacional de GEI subdivididas a nivel nacional y cultivadas y no cultivadas, y también por tipo de ecosistema, según se especifica en las Directrices del IPCC.3 También comprende sistemas con vegetación actualmente inferior al umbral de la categoría de tierras forestales, pero que se espera que lo rebase.

- Estima los cambios en los depósitos de carbono y las emisiones/remociones de GEI asociadas a cambios en la biomasa y el carbono orgánico del **suelo en áreas boscosas y áreas convertidas a boscosas**.
- Proporciona metodología para cinco depósitos de carbono
- Relaciona la biomasa y los depósitos de carbono para áreas en la misma categoría (en niveles superiores)

- Estima el incremento anual de los depósitos de carbono en la biomasa viva (BSS + BDS), la disminución en los depósitos de carbono y el cambio neto en los depósitos de carbono
- Estima el cambio en el depósito de carbono en madera en descomposición, hojarasca y el cambio neto anual del depósito de carbono en la materia orgánica en descomposición
- Estima el cambio en el depósito de carbono suelos, en suelos minerales, suelos orgánicos y el cambio neto anual en los depósitos de carbono en los suelos

### Áreas de cultivo (Tierras Agrícolas)

Esta categoría comprende tierras de cultivo y labranza, y sistemas agroforestales donde la vegetación no llega al umbral utilizado para la categoría de tierra forestal, con arreglo a la selección de definiciones nacionales.

- Proporciona métodos para estimar los cambios en los depósitos de carbono en áreas de cultivo y las emisiones de N<sub>2</sub>O de áreas convertidas a áreas de cultivo
- Estima el cambio anual en los depósitos de carbono en la materia orgánica viva con base en: superficie anual de áreas de cultivo con biomasa leñosa perenne y tasa de crecimiento anual de la biomasa leñosa perenne, deduciendo la cosecha de carbono en forma de biomasa
- Estima el cambio anual en los depósitos de carbono en suelos minerales con base en: estimaciones del almacén de COS en el año t (el lapso por defecto es de 20 años) y el COS durante el año de inventario
- Estima el cambio anual en depósitos de carbono en suelos orgánicos con base en la estimación de la superficie con suelos orgánicos y el factor de emisión para los suelos orgánicos sometidos a cultivo
- Estima el cambio anual en depósitos de carbono en materia orgánica viva, suelos minerales y suelos orgánicos para las distintas categorías de uso de suelo convertidas a áreas de cultivo
- Estima la emisión anual de N<sub>2</sub>O de suelos minerales a los que se añade N (en forma de fertilizantes, abonos orgánicos y esquilmos agrícolas) y del N liberado por la mineralización de la materia orgánica del suelo

### Pastizal (Praderas)

Esta categoría comprende los pastizales y la tierra de pastoreo que no se considera tierra agrícola. También comprende sistemas con vegetación inferior al umbral utilizado en la categoría de tierras forestales y no se espera que rebase, sin



intervención humana, los umbrales utilizados en la categoría de tierras forestales. Esta categoría comprende asimismo todas las praderas, desde las tierras incultas hasta las zonas recreativas, así como los sistemas agrícolas y de silvopastoreo, subdivididos en gestionados y no gestionados, de acuerdo con las definiciones nacionales.

- Los depósitos de carbono en pastizal son afectados por las actividades humanas y por perturbaciones naturales, incluyendo la cosecha de biomasa leñosa, la degradación de la vegetación, el pastoreo, el fuego, la rehabilitación, el manejo de pastizal etc., en los pastizales domina la biomasa subterránea, incluyendo la biomasa de las raíces y la materia orgánica del suelo
- Proporciona metodología para estimar cambios en los depósitos de carbono en la materia orgánica viva y los suelos en pastizal y áreas convertidas a pastizal
- Estima el cambio anual en depósitos de carbono en materia orgánica viva y el carbono del suelo (suelos minerales y suelos orgánicos cultivados) en pastizal sin cambio y en áreas convertidas a pastizal
- Proporciona metodología para estimar las emisiones de GEI no CO<sub>2</sub> de incendios de la vegetación con base en: superficie de pastizal quemado, masa del combustible existente, eficiencia de la combustión y factor de emisión para cada uno de los GEI en pastizal sin cambio y en áreas convertidas a pastizal

## Humedales

Esta categoría comprende la tierra cubierta o saturada por agua durante la totalidad o parte del año (p. ej., turbera) que no entra en las categorías de tierras forestales, tierras agrícolas, pastizales o asentamientos. Esta categoría puede subdividirse en gestionados y no gestionados, según las definiciones nacionales. Comprende embalses como subdivisión gestionada y ríos y lagos naturales como subdivisiones no gestionadas.

- Incluye áreas cubiertas o saturadas de agua durante todo o parte del año y que no caigan en otra categoría de uso del suelo
- Para el inventario de GEI es necesario distinguir entre humedales manejados y no manejados
- Los GEI estimados son: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O
- El Apéndice incluye metodología para estimar los GEI en humedales sin cambio y el texto principal, en áreas convertidas a humedales



- Estima cambios en los depósitos de carbono en áreas convertidas a humedales debido a la extracción de turba y en áreas convertidas a humedales
- Estima las emisiones de N<sub>2</sub>O del drenaje de turberas y terrenos inundados y las emisiones de CH<sub>4</sub> de terrenos inundados
- Estima el cambio anual en los depósitos de carbono en la materia orgánica viva en áreas convertidas a humedales

### Áreas urbanas (Asentamientos)

Esta categoría comprende toda la tierra desarrollada, con inclusión de la infraestructura de transporte y los asentamientos humanos de todo tamaño, a menos que estén ya incluidos en otras categorías. Esto debe ser coherente con la selección de definiciones nacionales.

- Aquí se incluyen todas las clases de terrenos arbolados y árboles en poblados
- Proporciona metodología para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> y las remociones debidas a superficies convertidas a áreas urbanas y, en el Apéndice, para áreas urbanas sin cambio
- Métodos para estimar el cambio anual en los depósitos de carbono en materia orgánica viva en bosques convertidos a áreas urbanas con base en la superficie del área convertida y el depósito de carbono en materia orgánica viva presente justo antes y después de la conversión a área urbana

### Sin cobertura vegetal (Otras Tierras)

Incluye áreas de suelo sin cobertura vegetal, rocas, hielo y toda superficie de terreno no manejadas que no caigan dentro de otra categoría de uso de suelo

- No es necesario evaluar los cambios en los depósitos de carbono y emisiones/remociones de GEI no CO<sub>2</sub> para aquellas áreas sin cobertura vegetal que no cambien a otra categoría
- Se proporciona metodología para estimar el cambio anual en los depósitos de carbono en 'Áreas convertidas a áreas sin cobertura vegetal' con base en estimaciones del cambio en los depósitos de carbono en la materia orgánica viva y en el COS

## Buenas Prácticas

- Prestar atención al deducir el uso de la tierra de estas categorías. Por ejemplo, áreas con diferentes usos pueden ser suficientemente importantes para que los países las consideren por separado, en cuyo caso es una buena práctica hacer subcategorías de esas clases adicionales de las categorías principales sugeridas y tener la seguridad de que se tomarán en consideración todas las tierras.
- Utilizar las definiciones propias del estado para cada una de estas categorías, de manera que, por supuesto, se refieren a definiciones aceptadas internacionalmente, como las de la FAO, la Ramsar, etc.
- La tierra gestionada puede distinguirse de la no gestionada porque no se limita a la producción sino que cumple también funciones ecológicas y sociales.
- Las definiciones detalladas y el método nacional (estatal) para distinguir entre tierra no gestionada y gestionada se deben describir en forma transparente.
- Clasificar la tierra en una sola categoría para impedir el doble cómputo.
- Si el sistema de clasificación de tierras de un país no corresponde a las categorías i) a vi) descritas anteriormente, es una buena práctica combinar o separar las clases de tierra existentes de este sistema de clasificación de uso de la tierra con el fin de utilizar las categorías aquí expuestas, e informar sobre el procedimiento adoptado.
- Especificar las definiciones nacionales de todas las categorías utilizadas en el inventario e informar de cualesquiera valores umbral o de parámetros utilizados en las definiciones.
- Cuando se modifican o elaboran por primera vez sistemas nacionales de clasificación de la tierra es una buena práctica asegurar su compatibilidad con las clases de uso de la tierra i) a vi).
- Las categorías generales enumeradas anteriormente ofrecen el marco para una nueva subdivisión por actividad, régimen de gestión, zona climática y tipo de ecosistema, según sea necesario para atender las necesidades de los métodos de evaluación de las variaciones en el carbono almacenado y en las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero y permiten la comparación con las categorías 5A a 5E de las Directrices del IPCC.



## Categorías en las Directrices IPCC 1996R y en la GBP2003

No hay una correspondencia unívoca entre las categorías de las Directrices IPCC 1996R (5A a 5E) y la GBP2003 (bosque, cultivo etc.). La GBP2003 añade categorías de uso de suelo, depósitos de carbono y gases no CO<sub>2</sub> adicionales

Cada categoría de uso de suelo de las GBP2003, requiere estimar diferentes categorías de las Directrices IPCC 1996R. Por ejemplo, a la categoría bosque sin cambio de la GBP2003 le corresponde la categoría 5A de las Directrices IPCC 1996R, mientras que dentro de la categoría 'Áreas convertidas a Bosque' las categorías correspondientes en las Directrices IPCC 1996R serían las 5A, 5C y 5D.

Tabla 6 Cuadro de reporte del inventario de GEI mediante la GBP2003 y su conexión con las Directrices IPCC 1996R

Categorías de fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero	D PICC 1996R	Emisiones/remociones netas de CO <sub>2</sub> <sup>(1)</sup>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO
			(Gg)			
5. Total de las categorías de uso del suelo						
5.A. Bosque						
5.A.1. Bosque que permanecen como Bosque	5 <sup>o</sup>					
5.A.2. Áreas convertidas a Bosque	5A, 5C, 5D					
5.B. Áreas de cultivo						
5.B.1. Áreas de cultivo que permanecen como Áreas de cultivo	5A, 5D					
5.B.2. Áreas convertidas a Áreas de cultivo	5B, 5D					
5.C. Pastizal						
5.C.1. Pastizal que permanecen como Pastizal	5A, 5D					
5.C.2. Áreas convertidas a Pastizal	5C, 5D					
5.D. Humedales <sup>(2)</sup>						
5.D.1. Humedales que permanecen como Humedales	5A, 5E					
5.D.2. Áreas convertidas a Humedales	5B, 5E					
5.E. Áreas urbanas <sup>(2)</sup>						
5.E.1. Áreas urbanas que permanecen como Áreas urbanas	5 <sup>o</sup>					
5.E.2. Áreas convertidas a Áreas urbanas	5B, 5E					
5.F. Áreas sin cobertura vegetal <sup>(2)</sup>						
5.F.1. Áreas sin cobertura vegetal que permanecen como Áreas sin	5 <sup>o</sup>					

cobertura vegetal						
5.F.2. Áreas convertidas a Áreas sin cobertura vegetal	5B, 5E					
5.G. Otras (especificar por favor) (2)						
Cosecha de productos de madera (2)						

Fuente: FCCC/CP/2003/6/Add.1. Decisión 13/CP.9 Good practice guidance for land use, land-use change and forestry in the preparation of national greenhouse gas inventories under the Convention.

## REPRESENTACIÓN DE ÁREAS DE TIERRA

Tres procedimientos para representar áreas de tierra utilizando las categorías generales definidas en la sección anterior.

Estos procedimientos no se son en realidad niveles jerárquicos, es decir que no se excluyen mutuamente, y es posible utilizar la combinación de procedimientos que refleje las necesidades de cálculo y las circunstancias nacionales. En consecuencia, un procedimiento puede aplicarse de manera uniforme a todas las áreas y categorías de uso de la tierra en un país, o bien pueden aplicarse diferentes procedimientos a diferentes regiones o categorías y en diferentes intervalos de tiempo.

En todos los casos, es una buena práctica caracterizar y tener en cuenta todas las áreas de tierra pertinentes de un país. Utilizando la buena práctica en la aplicación de cualquiera de los procedimientos se logrará mayor exactitud y precisión en la estimación de la superficie a fines de inventario.

En todos los procedimientos hay que reunir datos para estimar las tendencias históricas en el uso de la tierra, que son necesarios para los métodos de inventario descritos en las Directrices del IPCC y en las GBP2003. La cantidad de datos históricos requeridos se basará en el tiempo necesario para que el carbono almacenado alcance el equilibrio (con frecuencia 20 años en los métodos por defecto del IPCC).

## PROCEDIMIENTO 1: DATOS BÁSICOS SOBRE EL USO DE LA TIERRA

El procedimiento 1 es probablemente el más comúnmente utilizado actualmente para preparar estimaciones de emisiones y absorciones en las categorías 5A-5E de las Directrices del IPCC. Mediante este procedimiento se suelen utilizar conjuntos de datos probablemente preparados para otros fines, como estadísticas sobre silvicultura o agricultura y es frecuente que se combinen varios conjuntos de datos para abarcar todas las clasificaciones de la tierra y las regiones de un país. Sin embargo se debe tener en cuenta que la falta de un

sistema de datos unificado puede conducir al doble cómputo o a la omisión, pues los organismos que intervienen pueden utilizar definiciones distintas del uso de la tierra específico para reunir sus bases de datos.

En las GBP 2003 del IPCC se sugiere la manera de abordar este aspecto. La cobertura ha de ser, evidentemente, suficientemente completa para incluir todas las áreas de tierra afectadas por las actividades que figuran en el Sector, pero pueden no abarcar categorías como ecosistemas, humedales o asentamientos no gestionados.

## **PROCEDIMIENTO 2: ESTUDIO DE USO DE LA TIERRA Y CAMBIO DE USO DE LA TIERRA**

La principal característica del procedimiento 2 es que ofrece una evaluación a escala nacional o regional no sólo de las pérdidas o ganancias en el área de categorías de tierra específicas, sino lo que representan esos cambios, es decir, las áreas de cambios de una categoría a otra.

Para seguir los cambios en el uso de la tierra en este modo explícito normalmente habrá que estimar las categorías de uso de la tierra iniciales y finales, así como la superficie total de tierra no modificada por categoría.

El resultado final de este procedimiento puede presentarse como una matriz de cambio y uso de la tierra no espacialmente explícita. La forma de la matriz consiste en un formato compacto para representar las zonas que han entrado en diferentes transiciones entre todas las categorías de uso de la tierra posibles.

Las bases de datos existentes sobre uso de la tierra pueden tener suficientes detalles para este procedimiento, o tal vez sea necesario obtener datos mediante muestreo. Los datos de entrada pueden o no haber sido originalmente espacialmente explícitos (es decir, cartografiados o referenciados geográficamente de otro modo).

Para aplicar los procedimientos 1 y 2, es una buena práctica:

- armonizar definiciones entre las bases de datos independientes existentes y también con las categorías generales de uso de la tierra del Inventario con el fin de minimizar lagunas y superposiciones.
- asegurarse de que en las categorías de uso de la tierra utilizadas se pueden identificar todas las actividades pertinentes.
- asegurarse de que los métodos de adquisición de datos son fiables, están debidamente documentados desde el punto de vista metodológico y del tiempo, corresponden a una escala apropiada, y proceden de buenas fuentes

- aplicar en forma coherente las definiciones de categorías entre períodos
- elaborar estimaciones de incertidumbre para las superficies de categoría de tierra y cambios en el área que se utilizarán en la estimación de variaciones de carbono almacenado, emisiones y absorciones
- evaluar si la suma de las áreas en las bases de datos de clasificación de tierras corresponde al área territorial total, habida cuenta del nivel de incertidumbre de los datos.

### **PROCEDIMIENTO 3: DATOS SOBRE EL USO DE LA TIERRA GEOGRÁFICAMENTE EXPLÍCITOS**

En el procedimiento 3 se necesitan observaciones espacialmente explícitas del uso de la tierra y del cambio de uso de la tierra. Los datos pueden obtenerse por muestreo de puntos situados geográficamente, una compilación completa (cartografía total) o una combinación de ambos métodos.

El procedimiento 3 es muy amplio y relativamente sencillo, desde el punto de vista conceptual, pero para aplicarlo hacen falta muchos datos. La superficie elegida se subdivide en unidades espaciales como casillas o polígonos apropiados a la escala de variación de uso de la tierra y el tamaño unitario requerido para muestreo o enumeración completa.

Las unidades espaciales deben de utilizarse de manera coherente en el tiempo o se introducirán sesgos en el muestreo. Las unidades espaciales deben muestrearse utilizando mapas con datos preexistentes (normalmente en un Sistema de Información Geográfica (SIG)) y/o en el terreno, y los usos de la tierra se deben observar o deducir, registrándose en los intervalos de tiempo que se requieren en los métodos las directrices del IPCC 1996R o las GBP2003.

Si se utiliza la cartografía total puede emplearse un procedimiento basado en polígonos que equivalga a un procedimiento de retícula. Las observaciones pueden obtenerse mediante teledetección, visitas in situ, entrevistas orales o cuestionarios. Las unidades de muestreo pueden ser puntos, o superficies de 0,1 ha a un kilómetro cuadrado o más, según la finalidad de la muestra.

Para aplicar efectivamente el procedimiento 3 el muestreo ha de ser suficiente para poder realizar la interpolación espacial y producir así un mapa de uso de la tierra. Todas las actividades de UTCUTS en cada unidad espacial o colección de unidades se siguen luego en el tiempo (periódicamente, pero no necesariamente cada año) y se registran individualmente, en general en un SIG.

Al utilizar el procedimiento 3, es una buena práctica:



- Utilizar una estrategia de muestreo que asegure que los datos no están sesgados, y en caso necesario puede aumentarse la escala. Tal vez haya que modificar en el transcurso del tiempo el número y la ubicación de las unidades de muestreo para que sigan siendo representativas.
- Cuando se utilizan datos de teledetección, elaborar un método para su interpretación en categorías de tierra utilizando datos terrestres de referencia tales como inventarios forestales convencionales o datos de otros estudios.
- establecer intervalos de confianza para las áreas de categoría de tierra y los cambios en las áreas que se utilizarán en la estimación de las variaciones de carbono almacenado, emisiones y absorciones
- derivar cuadros resumidos de las áreas nacionales con diferentes cambios de uso de la tierra

### Ejemplo de Aplicación de la Selección de Tipos de vegetación/Clases de uso/Tipos de manejo

El siguiente paso como parte del equipo de expertos del Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero, Sector Cambio de uso del suelo y Silvicultura, es construir una propuesta de las subcategorías más adecuadas para dicho inventario, en relación con los tipos de vegetación o las clases de uso de la tierra. Se tomarán los datos del estado de Hidalgo a menara de ejemplo.

Esta propuesta deberá contener un listado y las definiciones o características principales de las subcategorías propuestas en cada una de las cuatro categorías del sector CUSS siguiendo la metodología de las directrices del IPCC1996R. El resultado deberá permitir iniciar la recopilación de Datos de Actividad y Factores de emisión para cada una de las categorías y subcategorías propuestas.

También deberá tener en cuenta el análisis de si las categorías propuestas cumplen con las buenas prácticas sugeridas por las GPB 2003. Por ejemplo:

- armonizar definiciones entre las bases de datos independientes existentes y también con las categorías generales de uso de la tierra del Inventario con el fin de minimizar lagunas y superposiciones.
- asegurarse de que en las categorías de uso de la tierra utilizadas se pueden identificar todas las actividades pertinentes.
- asegurarse de que los métodos de adquisición de datos son fiables, están debidamente documentados desde el punto de vista metodológico y del tiempo, corresponden a una escala apropiada, y proceden de buenas fuentes

- aplicar en forma coherente las definiciones de categorías entre períodos
- elaborar estimaciones de incertidumbre para las superficies de categoría de tierra y cambios en el área que se utilizarán en la estimación de variaciones de carbono almacenado, emisiones y absorciones
- evaluar si la suma de las áreas en las bases de datos de clasificación de tierras corresponde al área territorial total, habida cuenta del nivel de incertidumbre de los datos.

El punto de partida en general para obtener unas subcategorías adecuadas de uso del suelo para la estimación de las emisiones o capturas de gases de efecto invernadero son las clasificaciones estatales o nacionales de uso de la tierra, pues en general describen de manera coherente y completa la vegetación y los cambios de vegetación para la región de estudio. En México la mayor parte de los estados utilizan la información y por lo tanto el sistema de clasificación de usos del suelo y vegetación del INEGI, por lo que se sugiere para cada estado intentar una homologación entre estas categorías del INEGI y las categorías del reporte del inventario según las metodologías del IPCC.

### Cambios en bosques y otros depósitos de biomasa leñosa

Se deben tener en cuenta todas aquellas clases de vegetación que estén bajo manejo o bien que sufran alteraciones de origen antropogénicas que al final resulten en cambios en los contenidos de carbono.

A continuación se muestra a manera de ejemplo una posible homologación con sus respectivas definiciones (no rigurosas) que por supuesto puede adecuarse o no a las condiciones del estado y no necesariamente es la única pues depende de los criterios tenidos en cuenta para su agrupación.

Tabla 7 Propuesta de Homologación de los tipos de vegetación en el estado de Hidalgo

Subcategorías propuestas para el inventario Estatal de emisiones de gases de efecto invernadero	Carta de Usos del Suelo y Vegetación del estado de Hidalgo
Bosque de coníferas	Bosque de pino, oyamel, cedro blanco y bosque de táscate o enebro
Bosque de latifoliadas	Bosque de encino
Bosque de coníferas-latifoliadas	Bosque de pino-encino y otras hojosas

Bosque mesófilo de montaña	Bosque mesófilo de montaña y otras hojosas
Selvas altas	Selva alta y mediana perennifolia y subperennifolia
Selvas bajas	Selva baja caducifolia
Matorral xerófilo	Matorral xerófilo
Mezquital	Mezquital

Las descripciones para las clases agrupadas y homologadas que se proponen son las siguientes:

- Bosque de coníferas: formaciones vegetales de zonas templadas, húmedas y subhúmedas constituidas por gimnospermas de hojas perennes. En México se les encuentra prácticamente desde el nivel del mar hasta el límite de la vegetación arbórea (3 000 msnm) (INEGI, 2005).
- Bosque de latifoliadas (encino): comunidades vegetales constituidas por el género *Quercus* (encinos, robles) que en México, salvo condiciones muy áridas se encuentran prácticamente desde el nivel del mar, hasta los 2 800 msnm.
- Bosque de coníferas y latifoliadas: Comunidades vegetales mixtas de coníferas y latifoliadas, formando una serie de bosques mixtos con especies de ambos géneros (INEGI, 2005).
- Bosque mesófilo de montaña: este ecosistema vegetal se caracteriza por la presencia de vegetación arbórea densa, con epífitas y helechos que se localiza principalmente en montañas, barrancas y sitios que presentan condiciones favorables de humedad y neblinas frecuentes. En México se localiza entre los 600 y 3 200 msnm (INEGI, 2005).
- Selva perennifolia y subperennifolia: agrupa formaciones vegetales tropicales que se caracterizan porque más del 50% de sus elementos conservan las hojas durante la época más seca del año (INEGI, 2005).
- Selva caducifolia: estas formaciones vegetales de origen tropical y árido se caracterizan porque más del 75% de las especies que las integran pierden sus hojas en la época seca del año (INEGI, 2005).
- Mezquital: Vegetación dominada por árboles espinosos, principalmente mezquites (*Prosopis*). Se le encuentra en climas más bien áridos. Estos árboles permanecen verdes durante la temporada seca, ya que emplean las aguas subterráneas mediante sus largas raíces. Por esta razón crecen en suelos profundos y planos, lo que ha resultado en una fuerte destrucción de su hábitat, muy apto para la agricultura. Otros mezquitals están sujetos a una fuerte presión ganadera. (INEGI, 2005).

- Matorral Xerófilo: este ecosistema vegetal es propio de las zonas áridas y semiáridas de México y está constituida básicamente por comunidades arbustivas micrófilas y espinosas (INEGI, 2005).
- o Conversión de bosques y pastizales

Para esta categoría se propone usar las mismas subcategorías que se usan en la primera subcategoría. La diferencia en los datos de actividad radica en que mientras en la primera categoría se reportan las áreas que durante el año del reporte permanecen en cada subcategoría aquí se reportan las superficies que se convierten de éstas categorías a otras no boscosas.

Además de las subcategorías seleccionadas para el reporte, se debe tener en cuenta cuales subcategorías se van a incluir como pérdidas de cobertura de vegetación boscosa:

- Vegetación acuática (tular: se desarrolla en zonas acuáticas o húmedas como lagos, estanques, pantanos, orillas de los ríos y deltas. Consiste en plantas que crecen enraizadas en el fondo con hojas grandes que sobresalen del agua cubriendo grandes áreas, como el manglar, popal, tular, carrizal, vegetación flotante, sumergida y subacuática.
- Pastizal inducido: vegetación predominantemente gramínea como pastos y zacates, abundante en regiones semiáridas y de clima seco; es común en zonas planas o de topografía ligeramente ondulada que se ubican en lugares que fueron bosques o matorrales
- Zona urbana
- Pastizal natural: vegetación predominantemente gramínea como pastos y zacates, abundante en regiones semiáridas y de clima seco; es común en zonas planas o de topografía ligeramente ondulada y que se ubican en zonas cuyas condiciones favorecen su presencia sin intervención humana.
- Uso agrícola
- Cuerpos de agua

o Abandono de terrenos manejados

De manera similar para esta categoría se propone usar las mismas subcategorías que se usan en la primera subcategoría. La diferencia en los datos de actividad radica en este caso en que mientras en la segunda categoría se reportan las áreas que durante el año del reporte cambian desde las categorías boscosas a otras no boscosas, en esta categoría se reportan las áreas de otras coberturas que por abandono se regeneran y se convierten en nuevamente en vegetación boscosa.



o Emisiones y remociones de CO2 de los suelos (5D y Hoja de trabajo 5-5)

En este caso se sugiere una homologación entre las clases de la Carta Edafológica 1: 250,000 Serie II de INEGI, según la clasificación mundial de suelos FAO/UNESCO/1968, considerando la unidad edafológica de suelos asociados a tres tipos y solo tomando el dominante, con la clasificación de suelos propuesta por el IPCC (1996), como se muestra en la siguiente tabla.

Clasificación					
WRB	FAO	USDA	IPCC		
Albeluvisoles	Leptosoles	Alfisolos		Suelos con arcillas de alta actividad (HAC)	
Alisoles	Luvisolos	Aridisolos			
Calcisolos	Phaeozemas	Inceptisolos			
Cambisolos	Regosoles	Mollisolos			
Chernozem	Solonetz	Vertisolos			
Gypsisoles	Umbrisolos				
Kastanozem	Vertisolos				
	Acrisolos	Alfisolos ácidos		Suelos con arcillas de baja actividad (LAC)	
	Durisolos	Oxisol			
	Ferralsol	Ultisol			
	Lixisol				
	Nitisol				
	Arenosol				
	Podzol	Psammentes		Arenosos	
	Andosol	Spodosol			Espódicos volcánicos
	Gleysol	Andisol			
		Aquic			Tierras húmedas (no-Histosol)

\*Adaptado de las Directrices del PICC (PICC, 2003). WRB = World Resource Bureau; FAO = United Nations Food and Agricultural Organization; USDA; = United States department of Agriculture.

Fuente Reporte de inventario de emisiones de gases de efecto invernadero del sector uso del suelo y silvicultura del Estado de Hidalgo.

# Módulo 3:

La Recopilación de los datos de actividad que se requieran según el nivel (Tier) seleccionado.

## Retomando algunos conceptos revisados en los módulos anteriores...

Datos de actividad – Datos acerca de la magnitud de aquellas actividades humanas que resulten en emisiones/remociones durante un periodo de tiempo. p. Ej. Extensión afectada, sistemas de manejo, encalado, uso de fertilizantes.

Las Directrices del IPCC1996R aportan las aproximaciones, metodologías y guía técnica necesarias para la preparación de inventarios de GEI en el sector CUSyS.

Esta metodología de inventario se basa en dos suposiciones relacionadas:

- i) el flujo de y hacia la atmósfera de CO<sub>2</sub> se supone igual a los cambios en los almacenes de carbono presentes en la biomasa y el suelo; y
- ii) los cambios en los almacenes de carbono pueden estimarse a partir de establecer tasas de cambio en el uso del suelo y las prácticas empleadas para conseguir tal cambio (p. Ej., quema, desmonte total, corte selectivo, cambio en las formas de manejo del terreno, manejo silvícola, etc.).

Para esto se requiere conocer el uso del suelo durante el año del inventario, la conversión entre bosques o pastizal y los almacenes de carbono en las categorías de uso del suelo; incluyendo en lo anterior tanto a los terrenos que cambiaron como a los que no cambiaron de categoría de uso del suelo.

Las Directrices del IPCC1996R aportan una aproximación metodológica establecida y datos por defecto para el inventario de GEI en el sector CUSyB. Este enfoque por defecto consiste en estimar el inventario de GEI mediante cuatro categorías:

- **Cambios en bosques y otros almacenes de biomasa leñosa** – los efectos más importantes de las interacciones de los seres humanos con el bosque se consideran dentro de una amplia categoría única que incluye el manejo comercial, la extracción de madera en rollo (troncos) y leña, producción y uso de objetos de madera, así como el establecimiento y operación de plantaciones forestales y de árboles urbanos, suburbanos y en otros terrenos no forestales



- **Conversión de bosques y pastizales** – la conversión de bosques y pastizales a agostaderos, cultivos y otras formas de manejo puede cambiar significativamente los almacenes de carbono en la vegetación y el suelo
- **El abandono de campos agrícolas, agostaderos, plantaciones forestales y otras formas de manejo**, las cuales regeneran su condición previa de bosques o pastizal
- **Emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> de los suelos** – esta categoría abarca las emisiones o remociones de CO<sub>2</sub> derivadas de: i) cultivo en suelos minerales, ii) cultivo en suelos orgánicos, y iii) aplicación de cal en suelos agrícolas

Las Directrices del IPCC1996R describen brevemente las consideraciones generales y las aproximaciones metodológicas para posibles categorías adicionales tales como biomasa subterránea, perturbaciones naturales (incluyendo el fuego), cultivo itinerante y la inundación y drenaje de humedales. El inventario estima:

- \* **Emisiones/remociones de CO<sub>2</sub> en las cuatro categorías enumeradas arriba**
- \* **Liberación inmediata de gases traza distintos al CO<sub>2</sub> (CH<sub>4</sub>, CO, N<sub>2</sub>O, NOX) por quema al aire libre de la biomasa derivada de la deforestación.**

Cálculos Básicos y Datos de Actividad requeridos

Los cálculos básicos se enfocan principalmente en los **cambios de uso del suelo** (que causan cambios en la cobertura de la tierra) y las **actividades de uso de la tierra** (silvicultura) que resultan a la larga en flujos potenciales de CO<sub>2</sub> hacia la atmósfera o que tienen un amplio potencial de captura de carbono.

En relación con el cambio de uso de la tierra se consideran 2 categorías:

- Conversión de bosques y praderas hacia tierras agrícolas y
- Abandono de tierras manejadas



A diferencia de la mayor parte de las metodologías de estimación de emisiones de gases de efecto invernadero, la estimación de las fuentes y sumideros de CO<sub>2</sub> del cambio de uso de la tierra requiere la consideración de los acontecimientos durante un largo período de tiempo.

Cuando los bosques son talados o las tierras agrícolas abandonadas, las respuestas biológicas resultan en “compromisos” de los flujos de carbono hacia o desde la atmósfera durante muchos años después del cambio de uso del suelo.

Esta metodología se ha diseñado para producir una estimación de emisiones que sea comparable a otros elementos del inventario, es decir, se trata de cuantificar el flujo hacia o desde la atmósfera en el inventario del año. **Para ello, es necesario obtener estimaciones de las actividades de cambio de uso del suelo durante muchos años antes del inventario del año, y estimar los efectos de estas actividades en los flujos del año en curso.** Las dos categorías seleccionadas se consideran los cambios de uso del suelo más importantes que afectan los flujos de CO<sub>2</sub>, pero no son un conjunto completo. Muchos de los cambios pertinentes de utilización de la tierra se excluyen de los cálculos básicos.

Las actividades forestales relevantes se combinan en una categoría muy amplia, **los cambios en los bosques y otra biomasa leñosa**, que se define de esa manera para incluir una amplia variedad de prácticas. Ejemplos clave pueden ser el establecimiento y cosecha de plantaciones forestales, el manejo y la cosecha de los bosques comerciales, la recolección de leña y el uso de la madera cosechada.

Conceptualmente, esta categoría pretende incluir en la contabilidad todas las interacciones humanas significativas con los bosques y otra biomasa leñosa que afectan los flujos de CO<sub>2</sub> desde y hacia la atmósfera, pero que no dan lugar a un cambio de uso del suelo. Busca incluir, al menos en un nivel bruto todos los bosques existentes, pero dos observaciones son importantes aquí.

- Los bosques naturales, no administrados no se consideran como fuentes o sumidero antropogénicos, y se excluyen de los cálculos. Sin embargo, en la mayoría de los países del mundo, existen algunos pocos bosques no disturbados (por el hombre) que pueden ser sumideros de carbono a medida que vuelven a crecer a un bosque maduro. La falta de consideración de estos bosques “vírgenes” en los trópicos, por ejemplo, podría dar lugar a una subestimación de los sumideros de carbono en la región. En este sentido los países o estados en áreas tropicales deben establecer una red de monitoreo de inventarios forestales permanentes para determinar si los bosques “vírgenes” son sumideros de CO<sub>2</sub>.

• Los bosques que vuelven a crecer naturalmente en tierras abandonadas son un sumidero neto de carbono atribuible a las actividades humanas del pasado y se contabilizarán por separado. Las Tierras “abandonadas” son, por definición, las que se supone que no estarán sujetas a la intervención humana después del abandono.

**Nota:** Los bosques que se clasifican como naturales, o abandonados en recrecimiento, pueden ser excluidos de la contabilidad de los contenidos de biomasa solamente en el caso de que no haya una interacción humana significativa con dichos bosques. Si estos bosques están siendo utilizados como fuente de leña o están siendo afectados por actividades humanas de alguna manera deben ser incluidos en la contabilidad anual como parte de la categoría cambios en los bosques y otros depósitos de biomasa leñosa.

Para estos cálculos básicos el IPCC propone una serie de supuestos simplificadores, sin embargo es posible utilizar varios tipos de refinamiento para mejorar los cálculos básicos. Como vimos en el módulo anterior una opción importante para implementar mejoras en los cálculos básicos consiste en incluir un nivel detallado de subcategorías, por lo que los expertos de los equipos nacionales/ estatales de preparación de los Inventarios deben trabajar en estas subcategorías siempre que los datos disponibles se lo permitan.

### Estructura de niveles: elección y criterios

Las Directrices del IPCC1996R definieron tres niveles de complejidad relacionados con las escalas geográficas, en los cuales pueden trabajar los expertos, según la importancia relativa de las categorías de fuente/sumidero, la disponibilidad de datos y otros recursos necesarios.

La GBP2003 pone a disposición del usuario tres niveles de escala para estimar las emisiones/remociones de GEI para cada una de las fuentes. Los tres niveles de escala propuestos en la GBP2003 corresponden casi por completo a los tres niveles de complejidad propuestos en las Directrices del IPCC1996R, con nomenclatura distinta (Manual de Referencia IPCC 1996). Esta estructura en niveles se traduce en una progresión desde simples ecuaciones o métodos por defecto hasta datos concretos por país/estado y modelos complejos de ámbito nacional o local.

**Nivel 1** Se emplean los métodos básicos por defecto para el sector CUSyB por las D IPCC 1996R. Se pueden emplear tanto los factores de emisión previstos en las D IPCC 1996R como en la GBP2003 junto con datos de la BDFE. Por lo regular, en este nivel se emplean datos de actividad disponibles a nivel nacional o global, que son de baja resolución espacial, tales como estimaciones de tasas de deforestación, uso de leña y volúmenes extraídos de madera comercial. Asimismo, los factores de emisión aplicados se obtienen de bases de datos globales o regionales.

**Nivel 2** En este nivel puede emplearse la misma metodología que en el nivel anterior pero requiere de datos de actividad y factores de emisión generados en un ámbito nacional, información que al ser definida en el país es más apropiada para las condiciones climáticas y los sistemas de manejo presentes. En el Nivel 2 es común usar datos de actividad a mayor resolución y desagregación, según los coeficientes para determinadas regiones y categorías de uso del suelo definido de acuerdo al país.

**Nivel 3** Emplea métodos más minuciosos incluyendo modelos y sistemas de cuantificación de inventarios elaborados para las circunstancias presentes dentro de un país determinado, repetidas regularmente y alimentadas con datos de actividad de alta resolución y desagregados a nivel regional dentro del ámbito nacional. Las estimaciones obtenidas con estos métodos de mayor complejidad tienen mayor precisión que los calculados en los niveles de escala anteriores. Estos sistemas de inventario pueden basarse en SIG para relacionar datos de edad y clase/producción con módulos de datos sobre el suelo y varias formas de monitoreo. Puede darse seguimiento a los terrenos donde ocurre cambio de uso del suelo. En general, estos sistemas dependen del clima, por lo cual generan estimaciones de fuentes que muestran variación entre años. Los modelos empleados deben ser sometidos a control de calidad, auditoría y validación.

En las GBP IPCC2003 se presenta una metodología para el uso de categorías clave con base en árboles de decisión. Estos árboles de decisión gráficos son una herramienta que es posible aplicar a algunas de las categorías de las Directrices del IPCC1996R para apoyar la selección del nivel TIER (nivel de complejidad)



metodológico) o la escala de trabajo apropiado tanto para las áreas que no cambian de categoría de uso de suelo como para áreas que son convertidas a otra categoría de uso de suelo.

### Datos de actividad clave requeridos por las Directrices del IPCC1996R y la GBP2003

El siguiente cuadro ilustra con algunos ejemplos **las diferencias en los datos de actividad** requeridos para poner en práctica las Directrices del IPCC1996R y la GBP - IPCC2003. Sin embargo, en el Cuadro no se incluyen los datos de actividad necesarios y comunes en ambas metodologías (p. Ej., uso de leña, madera comercial/madera en rollo).

Tabla 8 Ejemplos de datos de actividad requeridos por la GBP2003 y las D PICC 1996R

GBP2003	D IPCC 1996R
<p><b>BOSQUE</b></p> <p><i>i) Bosque que permanecen como bosque</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Desagregación según región climática, tipo de vegetación, especies, sistema de manejo, edad, etc.</li> </ul> <p><i>ii) Área de otra categoría de uso del suelo convertida a bosque</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Desagregación similar al inciso anterior</li> </ul> <p><i>iii) Área de bosque afectada por perturbaciones</i></p> <p><i>iv) Área de bosque en transición del estado (i) al (ii)</i></p> <p><i>v) Área de bosque quemada</i></p> <p><i>vi) Total de área deforestada para áreas de cultivo/pastizal</i></p> <p><i>vii) superficie de Áreas convertidas a bosque a través de:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> regeneración natural</li> <li><input type="checkbox"/> establecimiento de plantaciones</li> </ul>	<p><b>CATEGORÍA 5A A 5D</b></p> <p><i>i) Área de plantación/bosques</i></p> <p><i>ii) Área convertida anualmente</i></p> <p><i>iii) Promedio de área convertida (promedio de 10 años)</i></p> <p><i>iv) Área abandonada y en regeneración</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 20 años antes del año del inventario</li> <li><input type="checkbox"/> 20-100 años antes del año del inventario</li> </ul> <p><i>v) Área bajo distintos usos del suelo/sistemas de manejo y tipo de suelo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> durante el año t (año del inventario)</li> <li><input type="checkbox"/> 20 años antes del año t</li> </ul> <p><i>vi) Área de suelos orgánicos bajo manejo</i></p>
<p><b>ÁREAS DE CULTIVO, PASTIZAL, HUMEDAL ETC.</b></p> <p>Clasificación similar a la anterior</p>	

## Datos de actividad clave requeridos por las Directrices del IPCC1996R para cada categoría.

### Cambios en bosques y otros almacenes de biomasa leñosa (5A) – Hoja de trabajo 5.1

Este módulo (5A) trata las emisiones/remociones de carbono debidas a cambios en bosques y otros almacenes de biomasa leñosa afectados por las actividades humanas. Para calcular el cambio en los almacenes de biomasa, se estiman: la captura neta de CO<sub>2</sub>, el incremento anual de biomasa anual en plantaciones, las extracciones de madera en rollo u otros productos del bosque, el crecimiento de los árboles en poblados, granjas y áreas urbanas y cualquier otro almacén o depósito importante de biomasa leñosa. Se siguen los siguientes pasos:

- Paso 1: Estimar el total de la captura de carbono de la biomasa mediante el uso de la superficie bajo diferentes formas de plantación/bosques (datos de actividad) y la tasa de crecimiento anual de la biomasa (factor de remoción)
- Paso 2: Estimar el consumo total de biomasa mediante la adición de cosechas comerciales, consumo de leña y otros usos de la madera
- Paso 3: Estimar la captura o liberación neta de carbono mediante la deducción del consumo o pérdida de la captura total de carbono en la biomasa.

Para calcular la absorción neta de CO<sub>2</sub> se estima el incremento anual de la biomasa en los bosques manejados y las plantaciones, los bosques talados o aprovechados de otra manera, el crecimiento de los árboles en ciudades, granjas y zonas urbanas, así como todas las demás existencias importantes de biomasa leñosa.

Se estima también la cantidad de madera aprovechada para leña, así como la madera comercial para la construcción y para otros usos. En este caso, las estadísticas comerciales deberán complementarse con la información de la FAO sobre el consumo de leña.

A continuación se calcula la absorción neta de carbono correspondiente a esas fuentes. Si la cifra es positiva se considera remoción de CO<sub>2</sub> y si la cifra es negativa, se toma como emisión. Por último, la absorción o emisión neta de carbono se expresa en términos de CO<sub>2</sub>.

Para llenar la hoja de cálculo, con los datos de actividad para la estimación del contenido total de carbono en el crecimiento anual de los bosques explotados y plantados, se deberá anotar **la superficie de las existencias de bosques/biomasa en Kha** (kilohectáreas) en la columna A. Por lo que corresponde a los árboles

dispersos (en zonas no boscosas) es decir, en zonas urbanas, en pueblos y granjas se debe anotar el número de árboles (en miles de árboles) en la columna A que aparece en la parte inferior de la página.

Para la estimación de la **cantidad de biomasa cosechada**, se deberá anotar la cifra correspondiente a la cosecha comercial en miles de m<sup>3</sup>, el consumo total de leña y el total de otros usos de madera en kilotoneladas de materia seca. También la cantidad de madera extraída por la tala de bosques.

Tabla 9 Datos de actividad y selección de niveles para la categoría 5A del sector CUSyB

Datos de actividad	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Área de bosque/ plantaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datos de fuentes nacionales como el ministerio del medio ambiente/forestal/recursos naturales</li> <li>- Si no existe una fuente nacional, use fuentes internacionales de datos como FAO y TBFR</li> <li>- En general, los datos se presentan agregados a nivel nacional para categorías principales de plantación/bosque</li> <li>- Verificar, validar y actualizar las fuentes de datos nacionales e internacionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datos sobre todo de fuentes nacionales como el ministerio del medio ambiente, etc.</li> <li>- Los datos sobre el área de interés deben desagregarse de acuerdo a los distintos tipos de plantación/bosque a una escala apropiada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datos de percepción remota a nivel nacional o evaluaciones basados en imágenes de satélites</li> <li>- Datos disponibles a alta resolución (escalas grandes) para diversos tipos de plantación/bosque</li> <li>- Datos georeferenciados del área boscosa que se emplearán</li> </ul>
Categorías de cosecha o tipos de madera (p. Ej., pulpa y madera en rollo industrial)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En general, no hay datos disponibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En general, no hay datos disponibles</li> <li>- Si disponibles, utilizar los datos del total nacional de biomasa cosechada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de biomasa cosechada de diferentes categorías de plantación / bosque que se obtendrán y emplearán</li> </ul>
Cosecha comercial (cantidad de las distintas categorías de cosecha mencionadas arriba)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La FAO proporciona datos en forma de madera en rollo</li> <li>- Los datos de madera en rollo pueden convertirse en biomasa sobre el suelo (árbol completo) mediante el factor de expansión de la biomasa</li> <li>- Verificar, validar y actualizar las fuentes de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emplear los datos del total de madera comercial cosechada agregados a nivel nacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datos específicos para el país de la cosecha de madera a la resolución correspondiente a las diferentes categorías de bosque/plantación en el Nivel 3 que se emplearán</li> </ul>
Uso tradicional de	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La FAO proporciona datos de uso de leña y carbón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datos a nivel nacional del</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datos específicos para el país de la</li> </ul>



leña	- Verificar, validar y actualizar las fuentes de datos	consumo de leña de procedencia nacional y agregados al nivel que se empleará	extracción de leña para las diferentes categorías de bosque/plantación en el Nivel 3 que se emplearán
Otros usos de la madera	Mismo método que para la cosecha comercial y el uso tradicional de leña		

Combinación de niveles: Los expertos en el inventario pueden emplear niveles distintos para diferentes datos de actividad. Por ejemplo, una Parte puede usar el Nivel 2 para los datos de actividad en áreas área de bosque/plantaciones mientras usan el Nivel 1 para la cosecha comercial y el uso tradicional de leña (de FAO, Yearbook of Forest Products). Los expertos en el inventario también pueden usar diferentes niveles para distintos datos de actividad y factores de emisión, p. Ej., el Nivel 2 para el área de bosque/plantaciones (DA) y el Nivel 1 para la tasa anual de crecimiento de la BSS (FE).

## Conversión de bosques y pastizales (5B) – Hoja de trabajo 5.2

Esta categoría (5B o 5-2) estima las emisiones de CO<sub>2</sub> en la conversión del bosque y pastizal a otro uso del suelo como áreas de cultivo, resultando en la emisión de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa en y fuera del sitio y por la muerte y descomposición de biomasa sobre el suelo. Los pasos para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> producto de la conversión de bosque y pastizal son:

- Paso 1: Estimar la pérdida anual de biomasa debida a la conversión del uso del suelo
- Paso 2: Estimar la cantidad de carbono emitido por la fracción de biomasa quemada en el sitio
- Paso 3: Estimar la cantidad de carbono emitido por la fracción de biomasa quemada fuera del sitio
- Paso 4: Estimar la cantidad de carbono emitido por la descomposición de biomasa sobre el suelo
- Paso 5: Estimar el total anual de emisión CO<sub>2</sub> de la quema y descomposición de biomasa resultado de la conversión de bosque y pastizal.

La conversión de bosques y praderas a tierras de cultivo o pastos permanentes ocurre principalmente en los trópicos. La tala de los bosques tropicales supone generalmente el desbroce del sotobosque y la tala de árboles, actividades que van seguidas con frecuencia de la quema de biomasa in situ o de su aprovechamiento como leña.

En este proceso, parte de la biomasa se quema y otra parte permanece en el campo, en dónde se va descomponiendo lentamente. Una pequeña parte del material quemado se convierte en carbón vegetal, que resiste a la descomposición y el resto se libera a la atmósfera en forma de CO<sub>2</sub>.

Cuando la conversión de bosques y praderas en tierras de cultivo y pastos permanentes ocurre en zonas no tropicales, se deben usar los mismos cálculos básicos.

Para el llenado de las hojas de trabajo de las estimaciones de las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la conversión de bosques y praderas el primer paso es la estimación de la biomasa talada, para lo cual se requiere en cada una de las subcategorías elegidas indicar la superficie convertida anualmente en Kha y para la estimación del carbono liberado se requiere, en la medida de su disponibilidad, la fracción de la biomasa quemada in situ y fuera del bosque, la fracción abandonada que se descompone en el campo -liberando los gases más lentamente- y la fracción oxidada durante la combustión, es decir aquella que se oxida en lugar de convertirse en carbón vegetal.

La siguiente tabla contiene la selección de los datos de actividad a elegir según los niveles de complejidad. Los datos de actividad clave para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> incluyen:

- Área convertida anualmente por cada subcategoría de bosque/plantación
- Promedio anual de área convertida (en un promedio de 10 años) por cada subcategoría de bosque/pastizal

Tabla 10 Datos de actividad y selección de niveles para la categoría 5B en CUSyB

Datos de actividad	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Área convertida anualmente	- La superficie bruta convertida a nivel nacional puede calcularse de fuentes	- Emplear datos del área de bosque/pastizal convertido por cada	- Desagregar acorde al tipo de bosque/pastizal. Se pueden usar datos

<p>Promedio de área convertida (en un promedio de 10 años)</p>	<p>nacionales como el ministerio del medio ambiente/ forestal/ recursos naturales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Si no existe una fuente nacional, use fuentes internacionales de datos como FAO y TBFRA</li> <li>- En general, las tasas promedio anual de conversión se extrapolan al año de inventario</li> <li>- Verificar, validar y actualizar las fuentes de datos nacionales e internacionales</li> </ul>	<p>tipo empleado, disponible a nivel nacional de fuentes gubernamentales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los datos sobre el área deben estar desagregados por tipo de bosque/pastizal a una escala apropiada</li> <li>- Si no se dispone de estimaciones anuales directas, usar las tasas promedio anuales de conversión</li> </ul>	<p>desagregados de bosques/pastizales, georeferenciados derivados de imágenes de satélite</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los países pueden usar estimaciones directas de datos espaciales desagregados de áreas convertidas anualmente.</li> </ul>
--	---	--	--

### Abandono de terrenos manejados (5C y Hoja de trabajo 5-4)

Si se abandonan terrenos manejados (p. Ej., áreas de cultivos y agostaderos), puede reacumularse carbono en la vegetación y el suelo. La categoría 5C sólo considera la acumulación de carbono en la biomasa. Se sugieren dos horizontes de tiempo para estimar la captura de carbono, pues las tasas de regeneración disminuyen con el tiempo:

- Horizonte de tiempo de 20 años para captar el rápido crecimiento después del abandono
- Horizonte de tiempo de 20-100 años para captar tasas de crecimiento menores

El proceso de estimación requiere los siguientes pasos:

**Paso 1:** Estimar la captura anual de carbono en la biomasa sobre el suelo, usando la superficie del área abandonada (en los 20 años anteriores) y el crecimiento anual de la biomasa

**Paso 2:** Estimar la captura total de carbono del área abandonada (durante 20-100 años) y el crecimiento anual de la biomasa

**Paso 3:** Estimar la captura total de carbono de las áreas abandonadas (Paso 1 + Paso 2)

En esta categoría se tratan las remociones netas de CO<sub>2</sub> por la acumulación de biomasa como consecuencia del abandono de tierras cultivadas, incluyendo las tierras cultivadas propiamente dichas (tierras arables utilizadas para la producción) y los pastizales (tierras utilizadas para el pastoreo de animales).

La acumulación de carbono en las tierras abandonadas depende del tipo de ecosistema natural que vuelve a crecer. Por lo tanto se deberá contar con información de la regeneración de las tierras abandonadas según su tipo. Por lo que respecta a la pradera el supuesto por defecto es que la acumulación neta en la superficie de la tierra es nula.

Cuando las tierras cultivadas o manejadas se abandonan el carbono puede o no volver a acumularse en la tierra, por lo que en el reporte del inventario solo deben incluirse las tierras manejadas que se regeneran para volver a alcanzar su estado natural, en este cálculo deben ignorarse las tierras que no se regeneran ni se degradan.

Para los cálculos, se emplean datos que están relacionados con la cantidad de tierra abandonada y el periodo de tiempo durante el que han estado abandonadas. Se requieren entonces las superficies total abandonada y en etapa de regeneración por tipo de vegetación en los últimos 20 años y la superficie total abandonada por tipo de vegetación durante más de 20 años en kilohectáreas.

El siguiente cuadro proporciona la selección de los datos de actividad y el método. Los datos de actividad necesarios para estimar la captura de carbono como resultado del abandono de terrenos manejados incluyen:

- Área abandonada y en regeneración 20 años antes del año de inventario
- Área abandonada y en regeneración 20-100 años antes del año de inventario

Tabla 11 Datos de actividad, selección de niveles y fuentes de datos para la categoría 5C en CUSyB

Datos de actividad	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
--------------------	---------	---------	---------

Datos de actividad	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Área manejada abandonada durante los 20 años anteriores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estadísticas nacionales de usos del suelo de áreas de cultivo, pastizal de agostadero, etc. abandonados y en regeneración obtenidas de registros históricos</li> <li>- Datos agregados de fuentes nacionales</li> <li>- Es poco probable que existan datos de un área dada en las fuentes globales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estadísticas nacionales de usos del suelo de áreas manejadas abandonadas y en regeneración a nivel desagregado</li> <li>- Es poco probable que existan datos de un área dada a nivel desagregado en las fuentes globales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estadísticas históricas nacionales de uso del suelo obtenidas con base en percepción remota con datos a una resolución más fina por tipo de clima, suelo y sistema de manejo durante los anteriores</li> <li>- 20 años y</li> <li>- 20-100 años</li> </ul>
Área manejada abandonada durante los 20-100 años anteriores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es poco probable que existan datos a nivel regional o global sobre el abandono de terrenos manejados en los últimos 20-100 años antes del inventario</li> <li>- Es probable que los terrenos manejados abandonados durante más de 20 años se hayan regenerado a bosque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muy pocos países pueden tener datos para este lapso</li> </ul>	

### Emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> de los suelos (5D y Hoja de trabajo 5-5)

En la categoría 5D “Emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> de los suelos”, la metodología incluye la estimación de las emisiones netas de CO<sub>2</sub> (fuentes y sumideros) para tres procesos. Los pasos necesarios son:

- Paso 1: Cambios en el carbono del suelo para suelos minerales debidos a cambios en las prácticas de uso del suelo
- Paso 2: Emisión de carbono de suelos orgánicos bajo manejo intensivo (convertidos a la agricultura o plantaciones forestales)
- Paso 3: Emisión de carbono del encalado de suelos agrícolas

Desafortunadamente, no se cuenta con conjuntos de datos estandarizados a nivel mundial para estos cálculos, por lo que los datos necesarios pueden provenir de cruzar la información sobre la distribución de los diferentes tipos de suelos y las prácticas relativas al uso de la tierra en el país o el estado.

Los cálculos de las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de los suelos minerales están basados en la contabilización de los cambios en las existencias de carbono en los suelos como función de los cambios en el uso de la tierra y prácticas agrícolas.

Para realizar los cálculos de los cambios ocurridos en las existencias de carbono se utiliza un periodo de inventario de veinte años. La información para calcular las consecuencias de las diferentes prácticas de uso de la tierra sobre los inventarios de carbono en los suelos pueden obtenerse de experimentos sobre el terreno a largo plazo.

Los cálculos de las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de los suelos orgánicos se llevan a cabo empleando estimaciones anuales de las emisiones que dependen de la región climática y del uso de la tierra. Por lo tanto, es necesario contar con información sobre la extensión aérea de los suelos orgánicos empleados en este momento y el uso actual de la tierra.

La información para realizar la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> procedente de la aplicación de cal requieren solamente datos sobre la cantidad y preferiblemente el tipo de material aplicado y puede obtenerse de las estadísticas del uso de la cal o pueden derivarse de las estadísticas de producción y de importación/exportación.

Así, para el llenado de las hojas de cálculo se necesita definir los sistemas de manejo de la tierra que se utilizarán en el inventario e indicar la superficie de las tierras para cada sistema de manejo subdividido por el tipo de suelo en unidades de millones de hectáreas. También se requiere la superficie de las tierras (en ha) correspondiente a los suelos orgánicos para las zonas climáticas y el uso de los suelos.

La siguiente tabla proporciona las alternativas disponibles para los datos de actividad y los métodos (niveles) a emplear. Los datos de actividad clave incluyen:

- Superficie por tipo de uso del suelo/sistema de manejo y tipo de suelo durante los años t<sub>0</sub> (año de inventario) y t<sub>±20</sub> años (hasta hace 20 años), superficie de suelos orgánicos manejados, cantidad de cal aplicada por año

Tabla 12 Datos de actividad y selección de métodos para la categoría 5D en CUSyB

Datos de actividad	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Superficie por uso del suelo/sistemas de manejo y tipo de suelo durante el año t <sub>0</sub> (año del inventario)	- Definir el uso del suelo y los sistemas de manejo practicados en el país - Si no existe una clasificación de ámbito nacional, usar la clasificación de FAO - Datos del uso del suelo agregados a	- Definir o identificar categorías nacionales de uso del suelo / sistemas de manejo desagregados por tipo de suelo - Si no existen mapas de suelo nacionales, usar el	- Datos nacionales de uso del suelo/sistemas de manejo desagregados a escala más fina - Sobreponer mapas de uso del suelo y de tipos de suelo - Generar datos georeferenciados de



	nivel nacional, o en su defecto, de FAO	mapa de suelos de FAO	uso del suelo y tipo de suelo para el año de inventario
Superficie por uso del suelo/sistemas de manejo y tipo de suelo 20 años antes de t <sub>0</sub>	- Los datos de uso del suelo para el período t <sub>0</sub> -20, por categorías identificadas de uso del suelo / manejo necesitan ser generados a partir de datos históricos del uso del suelo - Si no existen datos nacionales de uso del suelo para el período t <sub>0</sub> -0, usar la base de datos global de FAO	- Área por uso del suelo / sistemas de manejo de fuentes nacionales tales como del uso del suelo derivadas de datos históricos	- Datos nacionales de uso del suelo/sistemas de manejo desagregados a escala más fina de los años t <sub>0</sub> -20 que son sobrepuestos a mapas de suelo
Superficie de suelos orgánicos manejados	- Si no existen datos a nivel nacional de la superficie de suelos orgánicos bajo manejo intensivo (producción agrícola / forestal), usar información de FAO o de otras bases de datos globales	- Datos para el país de la superficie de suelos orgánicos bajo manejo intensivo obtenidos de mapas nacionales de uso del suelo y tipos de suelo	- Datos para el país de la superficie bajo manejo agrícola o forestal intensivo obtenidos de mapas nacionales de uso del suelo y tipos de suelo
Cantidad de cal aplicada anualmente	Si no existen datos a nivel nacional de aplicación de cal, establezca un valor de cero a las emisiones derivadas del encalado de suelos	- Usar datos agregados para el país de la cantidad de cal aplicada	- Usar datos específicos para el país de las cantidades de los diferentes tipos de cal aplicadas

## ELABORACIÓN DE BASES DE DATOS SOBRE USO DE LA TIERRA

Las bases de datos sobre uso de la tierra necesarias para los inventarios de gases de efecto invernadero pueden elaborarse generalmente de tres maneras:

- utilizando las bases de datos existentes preparadas para otros fines;
- recurriendo al muestreo, y
- utilizando inventarios de tierra completos.

Es muy frecuente que quienes preparan los inventarios no intervengan en la recopilación detallada de datos de teledetección o datos de estudios sobre el terreno, pero pueden utilizar las orientaciones que se dan en las GBP IPCC 2003, para ayudar a planificar mejoras de los inventarios y comunicarse con expertos en estas materias.

## Utilización de datos preparados para otros fines

Para clasificar la tierra se pueden utilizar dos tipos de bases de datos disponibles. En muchos países se dispondrá de conjuntos de datos nacionales como los considerados seguidamente. También los organismos encargados de los inventarios pueden utilizar conjuntos de datos internacionales. A continuación se describen ambos tipos de bases de datos.

### Bases de datos nacionales

Las fuentes típicas de datos comprenden inventarios forestales, censos agrícolas y otros estudios, censos de tierra urbana y natural, datos sobre registro de la tierra y mapas.

### Bases de datos internacionales

Se han realizado varios proyectos para elaborar conjuntos de datos internacionales sobre uso de la tierra y cubierta terrestre a escalas regional y a mundial. Casi todos esos conjuntos de datos se almacenan como datos en rejilla generados utilizando diferentes clases de imágenes satelitales obtenidas por teledetección, complementadas por datos terrestres de referencia obtenidos mediante estudios sobre el terreno o la comparación con estadísticas y mapas existentes. Esos conjuntos de datos pueden utilizarse para:

o estimar la distribución espacial del uso de la tierra. Normalmente, en los inventarios convencionales figura sólo la suma total de la superficie de uso de la tierra por clases. La distribución espacial se puede reconstruir utilizando datos internacionales sobre uso de la tierra y cubierta terrestre como datos auxiliares cuando no se disponga de datos nacionales;

o evaluar la fiabilidad de los conjuntos de datos sobre uso de la tierra existente. La comparación entre conjuntos de datos nacionales e internacionales independientes puede indicar discrepancias aparentes y su comprensión puede aumentar la confianza en los datos nacionales y/o mejorar la posibilidad de utilizar los datos internacionales si se necesitan para fines como extrapolación.

## Buenas prácticas

Al utilizar un conjunto de datos internacionales, es una buena práctica considerar lo siguiente:

- el sistema de clasificación (p. ej., definición de clases de uso de la tierra y sus relaciones) puede diferir del sistema nacional. La equivalencia entre los sistemas de clasificación utilizados por el país y las Categorías de uso de la tierra han de establecerse comparando sus definiciones con las utilizadas nacionalmente;
- la resolución espacial (normalmente 1 km nominal, pero a veces de un orden de magnitud más en la práctica) puede ser gruesa, por lo que para mejorar las posibilidades de comparación tal vez sea necesario agregar datos nacionales;

## Recopilación de nuevos datos por métodos de muestreo

Las técnicas de muestreo para estimar áreas y cambios en superficies se aplican cuando las compilaciones totales por mediciones directas sobre el terreno o las evaluaciones por técnicas de teledetección no son factibles o darían resultados inexactos.

Es una buena práctica aplicar conceptos de muestreo y disponer así de procedimientos de estimación coherentes y no sesgados y que den estimaciones precisas. Una buena práctica para el muestreo implica normalmente una serie de unidades de muestreo situadas en una retícula regular en el área de inventario. Luego se asigna una clase de uso de la tierra a cada unidad de muestreo.

Las unidades de muestreo pueden utilizarse para derivar las proporciones de categorías de uso de la tierra en la superficie de inventario. Multiplicando las proporciones por el área total se obtienen estimaciones de la superficie de cada categoría de uso de la tierra. Cuando no se conoce la superficie total, se supone que cada unidad de muestreo representa una superficie específica. Luego se puede estimar el área de la categoría de uso de la tierra mediante el número de unidades de muestreo que entran en esta categoría. Cuando en ocasiones sucesivas se repite el muestreo de superficies se pueden derivar cambios de área en el tiempo para construir matrices de cambio de uso de la tierra.

Si se aplica un método basado en muestras para evaluar las áreas se pueden calcular los errores de muestreo y los intervalos de confianza que sirven para cuantificar la fiabilidad de las estimaciones de superficie en cada categoría. Es una buena práctica utilizar el intervalo de confianza para verificar si los cambios observados en el área de las categorías son estadísticamente importantes y reflejan cambios significativos.

## Recopilación de nuevos datos en inventarios completos

Para disponer de un inventario completo de uso de la tierra de todas las áreas en un país habrá que obtener mapas de uso de la tierra en la totalidad de su territorio a intervalos regulares. Esto puede lograrse mediante técnicas de teledetección. Los datos se utilizarán más fácilmente en un SIG basado en una serie de casillas o polígonos apoyados por datos verificados en tierra necesarios para lograr una interpretación no sesgada.

También se puede realizar un inventario completo haciendo una encuesta entre todos los terratenientes, cada uno de los cuales habría de proporcionar datos adecuados cuando posean parcelas de tierra muy distintas. Entre los problemas propios del método, figura la obtención de datos a escalas más pequeñas que el tamaño de la parcela del propietario, y las dificultades para lograr una cobertura total sin superposiciones.



## EJEMPLO DE APLICACIÓN

Una vez definidas las subcategorías del reporte en función de los tipos de bosque o de vegetación, los tipos de manejo o los tipos de suelos, se puede proceder a la compilación de los datos de actividad.

A continuación, proponemos algunas de las opciones de datos de actividad a nivel estatal para cada una de las categorías del sector, buscando ser coherente con la metodología IPCC de las orientaciones 1996 y seguir en lo posible la GBP IPCC 2000.

Los datos utilizados son en su mayoría datos reales (a menos que se especifique lo contrario) y se intentará describir los supuestos y demás definiciones para las selecciones metodológicas utilizadas.

### Cambios de biomasa en bosques y otros tipos de vegetación leñosa

Basados en la información de la capa de la Serie IV, Uso del suelo y vegetación, publicada por el INEGI, y cuyo año de referencia es 2007, la superficie y cobertura de los tipos de vegetación presentes en el estado de Hidalgo para el año 2007, se reportan en la tabla 13.

Tabla 13 Superficie para cada una de las subcategorías del reporte en función de los tipos de vegetación del estado de Hidalgo en el año 2007.

Subcategorías propuestas para el inventario Estatal de emisiones de gases de efecto invernadero	Superficie (ha)
Bosque de coníferas	78461.63
Bosque de latifoliadas	357754.75
Bosque de coníferas-latifoliadas	152616.933
Bosque mesófilo de montaña	0
Selvas altas	0
Selvas bajas	253,419.02
Matorral xerófilo	414636.719
Bosque Cultivado	40.99
Pastizal	427,932.00

La SEMARNAT reporta en su información estadística de la producción nacional forestal (Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2007) que en el estado de Hidalgo el aprovechamiento total para 2007 corresponde a 118.243 m3 de madera en rollo. Los volúmenes de madera extraída de los aprovechamientos forestales autorizados en el estado de Hidalgo se reportan para el periodo 2000 al 2005 (Tabla 12). Idealmente se requerirían los valores oficiales de los aprovechamientos forestales autorizados para el año del inventario, dado que esta información no está disponible se propone una extrapolación de tipo proyección lineal ajustada por ponderación al total reportado para el año 2007 por el estado de Hidalgo.

Año	Volumen m3 rollo						
	Pino	Oyamel	Cedro blanco	Encino	Liquidámbar	Otras hojosas	Preciosas tropicales
2000	58,733	15,677	0	31,077	0	18,977	0
2001	59,002	2,266	795	17,754	672	1,470	0
2002	63,007	30,602	710	10,162	0	52	0
2003	97,100	4,440	443	22,844	448	741	0
2004	80,881	4,512	1,219	14,991	0	649	0
2005	77,468	4,386	2,065	21,842	0	1,431	380
2006							
<b>2007</b>	<b>98,456.</b>	<b>563</b>	<b>2,349</b>	<b>14,537</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>310</b>

Fuente: INEGI Anuarios estadísticos del estado de Hidalgo, años 2001 a 2006.

Tabla 15. Datos de actividad extracción de madera y uso de leña como combustible por subcategoría.

Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero	Carta de Usos del Suelo y Vegetación del estado de Hidalgo	Volumen m <sup>3</sup> rollo	Uso de leña para combustible en m <sup>3</sup>
Bosque de coníferas	Bosque de pino, oyamel, cedro blanco y bosque de táscate o enebro	101,368	123.3957959
Bosque de latifoliadas	Bosque de encino y otras hojosas	14,847	562.6372041

Considerando que para el estado de Hidalgo se cuenta con información sobre el consumo de leña combustible proveniente de bosques y selvas naturales, obtenido del Plan Estratégico Forestal del Estado de Hidalgo 2008, el cual detalla la cantidad m<sup>3</sup> de leña combustible que es utilizada por la sociedad hidalguense, en este caso son 686.033 miles de m<sup>3</sup>. Dado que es una cantidad total y que no se dispone de datos por tipo de bosque o por subcategoría, esta cantidad se distribuye a manera de ejemplo en las subcategorías por las cuales se reportan datos de extracción, utilizando como factor de ponderación el porcentaje de cobertura de cada subcategoría en el estado de Hidalgo. Sin embargo la opción más correcta sería considerar estudios adicionales que permitan distribuir el consumo de leña por tipo de bosque mediante artículos, estudios o el juicio de expertos.

En caso de contar con la información, también sería conveniente incluir cualquier otro uso que se haga de la madera, preferiblemente reportado para las mismas clases o subcategorías.

### Conversión de bosques y pastizales

Los datos de actividad en esta categoría se basan en los cambios de uso del suelo de la cartografía en formato vectorial de las Series II, III y IV de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250,000 series INEGI, tomando el promedio para el año 2007 como año de estimación y reporte del inventario.

Se elabora una matriz de cambio, mediante la cual se realiza la comparación entre el uso del suelo y vegetación presente en el año de referencia de cada una de las series y los cambios que se presentan en los periodos entre las series. La homologación utilizada para comparar entre las clases /tipos de vegetación entre las diferentes series corresponde a la sugerida por los expertos del estado de Hidalgo.



Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero	Carta de Usos del Suelo y Vegetación del estado de Hidalgo
Bosque de coníferas	Bosque de pino, oyamel, cedro blanco y bosque de táscate o enebro
Bosque de latifoliadas	Bosque de encino, bosque mesófilo de montaña y otras hojosas
Bosque de coníferas-latifoliadas	Bosque de pino-encino y otras hojosas
Selvas altas	Selva alta y mediana perennifolia y subperennifolia
Selvas bajas	Selva baja caducifolia, matorral xerófilo, y mezquital

Tabla 16 Tabla Matriz de cambio de uso del suelo para el periodo 2002-2007

TIPOS DE VEGETACION Y USO DE SUELO 2007	BOSQUE DE CONIFERAS	BOSQUE DE LATIFOLIADAS	BOSQUE DE CONIFERAS Y LATIFOLIADAS	BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA	MATORRAL XEROFILO	MEZQUITAL	SELVA BAJA CADUCIFOLIA	SELVAS ALTAS Y MEDIANAS PERENNIFOLIA Y SUBPERENNIFOLIA	VEGETACION ACUATICA (TULAR)	PASTIZAL INDUCIDO	ZONA URBANA	PASTIZAL NATURAL	USO AGRICOLA	CUERPOS DE AGUA
BOSQUE DE CONIFERAS	111,832.002	108,540	172,307	41,293	114,762	0.000	0.000	6,870	0.000	171,425	5,442	0.000	934,316	7,605
BOSQUE DE LATIFOLIADAS	107,310	152,437.964	1,006,476	2,298	310,321	11,282	2,184	205,600	1,376	415,787	3,768	0.220	1,917,023	6,083
BOSQUE DE CONIFERAS Y LATIFOLIADAS	156,396	3,390,371	90,185.604	28,064	62,766	0.000	0.000	0.000	0.000	51,869	0.000	0.000	656,508	13,176
BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA	13,781	103,306	447,438	140,930.742	0.000	0.000	0.000	26,695	0.000	79,090	0.073	0.000	369,392	0.000
MATORRAL XEROFILO	99,396	470,066	26,596	0.000	262,814.874	1,090	19,116	0.000	0.000	769,638	37,454	7,411	3,300,410	45,870
MEZQUITAL	0.000	0.000	0.000	0.000	1,873	421,696	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	18,489	0.000
SELVA BAJA CADUCIFOLIA	0.000	0.000	0.000	0.000	15,956	0.000	6,193,828	0.000	0.000	0.221	0.000	0.000	24,238	0.196
SELVAS ALTAS Y MEDIANAS PERENNIFOLIA Y SUBPERENNIFOLIA	0.000	340,534	0.000	19,519	0.000	0.000	0.000	107,302,220	0.000	0.001	231,957	0.000	2,532,283	0.000
VEGETACION ACUATICA (TULAR)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	924,266	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	25,226
PASTIZAL INDUCIDO	1,048,892	518,669	65,954	81,264	4,147,927	0.000	0.027	5,885	0.000	170,525.350	21,675	10,535	4,670,476	100,560
ZONA URBANA	2,635	19,214	0,649	2,084	23,898	0.000	0.000	0.001	0.000	60,943	18,628.815	1,568	444,673	5,768
PASTIZAL NATURAL	0.000	0.002	0.000	0.000	9,989	0.000	0.000	0.000	0.000	7,292	2,040	3,148.254	59,180	0.029
USO AGRICOLA	1,183,984	5,915,207	734,495	451,456	1,915,541	8,330	17,880	8,946,634	11,040	3,204,872	1,443,813	48,047	952,581.265	702,274
CUERPOS DE AGUA	0.757	6,914	1,070	0.000	29,172	0.000	0.097	0.000	12,627	13,019	10,498	0.033	184,665	9,053.959



Los tipos de cambios que se consideran como pérdidas de coberturas boscosas son los siguientes:

Tabla 17. Tipos de cambio considerados como conversión de bosques

Pasa de	Se convierte a
<input type="checkbox"/> Bosque de coníferas, <input type="checkbox"/> bosque de latifoliadas, <input type="checkbox"/> bosque de coníferas y latifoliadas, <input type="checkbox"/> bosque mesófilo de montaña, <input type="checkbox"/> matorral xerófilo, <input type="checkbox"/> mezquital, <input type="checkbox"/> selva baja caducifolia, <input type="checkbox"/> selvas altas y medianas perennifolia y subperennifolia	<input type="checkbox"/> vegetación acuática (tular), <input type="checkbox"/> pastizal inducido, <input type="checkbox"/> zona urbana, <input type="checkbox"/> pastizal natural, <input type="checkbox"/> uso agrícola, <input type="checkbox"/> cuerpos de agua

Los cambios para el año 2007, se calculan como el promedio anual de los cambios entre 2002 y 2007. Es decir el cambio del periodo dividido entre 5 años. La matriz refleja en las sumatorias de las filas (líneas) los valores iniciales del periodo, correspondientes a las superficies del año 2002 y en las sumatorias de las columnas los valores de las superficies por tipo de uso o vegetación al final del periodo es decir en el año 2007. Por ejemplo, los bosques de coníferas sumaban en 1993 aproximadamente 117,676.63 ha, en el 2002 113,394.61 ha y en 2007 114,445.15 ha.

Otro supuesto importante que debe ser discutido y decidido considerando las condiciones específicas del estado es si se tienen en cuenta los cambios netos (pérdidas menos ganancias) o solamente las pérdidas. Para el ejemplo solo se consideran las pérdidas.

En caso de contar con información detallada estatal por ejemplo la información de superficie de plantaciones forestales comerciales presentes en el estado para el año del inventario obtenidos por ejemplo de la Delegación Federal de la SEMARNAT en Hidalgo, que puede proporcionar los datos sobre los registros de Plantaciones Forestales Comerciales, se debe estar seguro de no hacer dobles contabilidades, es decir es posible que entre diferentes fuentes existan diferencias en los datos obtenidos y por ejemplo la cartografía por su escala no permita distinguir las plantaciones y se estén confundiendo con otros tipos de bosque lo cual aumenta la incertidumbre del inventario. Si se cuenta con información de distintas fuentes es necesario asegurarse que esta es compatible y no hay faltantes o sobreposiciones.

## Abandono de terrenos manejados

Para esta categoría se emplean los mismos insumos que en la anterior y los siguientes supuestos:  
Los tipos de cambios que se consideran como pérdidas de coberturas boscosas son los siguientes:

Pasa de	Se convierte a
<input type="checkbox"/> pastizal inducido, <input type="checkbox"/> zona urbana, <input type="checkbox"/> uso agrícola,	<input type="checkbox"/> Bosque de coníferas, <input type="checkbox"/> bosque de latifoliadas, <input type="checkbox"/> bosque de coníferas y latifoliadas, <input type="checkbox"/> bosque mesófilo de montaña, <input type="checkbox"/> matorral xerófilo, <input type="checkbox"/> mezquital, <input type="checkbox"/> selva baja caducifolia, selvas altas y medianas perennifolia y subperennifolia

Es importante establecer si todos estos tipos de cambio son realmente posibles o si existen restricciones geográficas o climáticas que puedan ayudar a detectar falsos cambios que hayan sido confundidos en la metodología de la cartografía y que puedan incidir en los resultados.

- Para el Horizonte de tiempo de 20 años (altas tasas de crecimiento después del abandono) se utiliza la matriz de cambio entre 1993 y 2007 y se calculan los cambios como el promedio anual es decir el cambio del periodo dividido entre 14 años. Este ajuste se debe a la falta de disponibilidad de información para cubrir el periodo recomendado por la metodología.
- En este caso no se cuenta con datos para el horizonte de tiempo de 20-100 que permita captar tasas de crecimiento menores

## Emisiones y remociones de CO2 de los suelos

El insumo principal para los datos de actividad de esta categoría es la información contenida en la Carta Edafológica 1: 250,000 Serie II de INEGI, a partir de la cual se construye una tabla con las superficies por tipo de suelo, según la clasificación mundial de suelos FAO/UNESCO/1968, para todo el estado.

Luego, con base en la homologación propuesta por el equipo de expertos del estado de Hidalgo descrita en el módulo anterior se establecen las superficies para cada agrupación de suelos y luego se realiza un procesamiento cartográfico mediante el uso de herramientas de un Sistema de Información Geográfica, sobreponiendo la carta de uso de suelo y vegetación (Serie IV) con la carta edafológica, obteniendo con ello una matriz de datos sobre la superficie que ocupa un tipo de suelo en un uso de suelo y vegetación para el estado de Hidalgo (Tabla 19),

Tabla 19 Matriz de superficie por tipos de suelos para cada uso de suelo y vegetación del estado de Hidalgo.

Usos de Suelo y Vegetación	Tipos de suelo IPCC (1996), superficie (ha)		
	Suelos de arcilla de alta actividad (HAC)	Volcánicos	Suelos de arcilla de baja actividad (LAC)
Agricultura	515,834.85	4,798.01	39,715.10
Pastizal natural	29.88	-	-
Pastizal inducido	168,404.87	260.15	5,379.61
Asentamientos humanos	19,859.97	-	62.50
Cuerpos de agua	1,467.27	0.79	57.69
Vegetación acuática	84.91	-	-
Bosque de latifoliadas	109,335.48	1,105.86	47,474.25
Bosque de coníferas y latifoliadas	84,404.78	3,570.89	4,050.97
Bosque mesófilo de montaña	130,657.21	79.69	9,696.50
Bosque de coníferas	108,073.00	4,476.46	5,325.19
Matorral xerófilo	265,162.22	-	2,273.27
Selva alta y mediana subperennifolia	111,445.29	-	4,489.49
Selva baja caducifolia	5,738.03	-	-

Fuente: INEGI (2002 - 2007) y reporte de IEEGI del Estado de Hidalgo.

# Módulo 4

## La recopilación de los Factores de Emisión (FE) a partir de bases de datos a diferentes escalas

**Factor de emisión** – Coeficiente que relaciona los datos de actividad con la cantidad del compuesto químico que produce la emisión. Los factores de emisión/remoción comúnmente se basan en muestras de mediciones que son promediadas para ser representativas de la tasa de emisión o de remoción bajo determinados niveles de actividad y condiciones de operación.

**Factor de remoción** – Tasa de captación de carbono atmosférico por los sistemas terrestres y su captura en la biomasa y el suelo.

### Los Factores de Emisión para el sector CUSyS (Directrices IPCC 1996R)

En los inventarios de gases de efecto invernadero, el sector de Cambio de uso del suelo y Silvicultura (CUS y S) , busca calcular las emisiones de aquellas actividades humanas que:

- Cambian la forma en que se usa la tierra como por ejemplo la tala de bosques para convertirlos en usos agrícolas incluyendo corta y quema de la biomasa quemada.
- Pero también las actividades humanas que implican un cambio en los contenidos de biomasa existentes en las coberturas forestales (u otras coberturas con altas reservas de biomasa) naturales o manejadas.

Para realizar las estimaciones, es necesario aplicar algunas suposiciones simples sobre el impacto de estas actividades en las reservas de carbono y sobre la respuesta biológica a un uso del suelo determinado. Sin embargo y como lo hemos venido mencionando, existen aún grandes incertidumbres en los métodos actuales de estimación de los flujos de CO<sub>2</sub> procedente de la silvicultura y el cambio de uso del suelo. Las mediciones directas de los cambios en las reservas de carbono son extremadamente difíciles y costosas, ya que hay que enfrentarse a la dificultad de determinar muy pequeñas diferencias en grandes superficies, así como la heterogeneidad inherente de los sistemas terrestres.

Un enfoque más práctico que les permite a muchos países simplificar las estimaciones es hacer suposiciones simples sobre los efectos del cambio de uso de la tierra en las reservas de carbono y la respuesta biológica posterior al cambio de uso del suelo, y utilizar estos supuestos para el cálculo de las variaciones del carbono y por lo tanto al flujo de CO<sub>2</sub>. Esta observación es el supuesto fundamental del enfoque propuesto por el IPCC para el sector

Es importante tener en cuenta que las hipótesis sobre la respuesta de la vegetación y los suelos para los diferentes usos de la tierra y/o los cambio de uso de la tierra pueden expresarse en términos simples, pero pueden ser modificados o complicados por las condiciones específicas de los distintos países o regiones.

La metodología propuesta por el IPCC, está diseñada para ser integral, es decir, para cubrir todas las principales actividades de cambio de uso del suelo y la silvicultura, y al mismo tiempo ser viables de implementar por todos los países participantes a pesar de las diferencias de las capacidades y necesidades de los expertos nacionales en los diferentes países.

Un enfoque simple, de primer orden puede basarse en datos por defecto muy agregados y supuestos, derivados de la literatura técnica, y disponibles en todos los textos. Sin embargo estos métodos se presentan como útiles en el contexto de los cálculos agregados a nivel nacional para un conjunto limitado de subcategorías que pueden ser compatibles con estos valores predeterminados. Pero es importante tener en cuenta que muchos de los datos por defecto proporcionados en el capítulo de cambio de uso de la tierra y silvicultura son muy inciertos.

álculos no están bien establecidos y son muy variables de una región a otra, o dentro de muy pequeñas sub-regiones dentro de un país determinado. En muchos casos en que los valores son particularmente inciertos estos pueden ser utilizados para el cálculo de primer orden o de comparación, pero probablemente no proporcionan una base para un inventario final verosímil. Expertos nacionales en el sector forestal y otros campos relacionados pueden ser consultados para determinar los valores más adecuados para su uso en los inventarios nacionales o estatales.

Un nivel más preciso puede lograrse simplemente mediante la sustitución de los valores por defecto o predeterminados generales, previstos en la metodología, por los valores específicos de cada país.

Si es apropiado y posible, los datos disponibles a nivel local se pueden utilizar para realizar cálculos en una escala geográfica más detallada y/o al nivel de subcategoría. Es una buena práctica, recomendada a los expertos nacionales/estatales sustituir los datos de entrada por aquellos más detallados o más apropiado (es decir, del país o región específica) siempre que estén disponibles.

Los datos del inventario forestal también se pueden utilizar con la metodología propuesta por el IPCC. Es importante tener en cuenta que algunos países con sectores forestales desarrollados, hacen un seguimiento de los bosques comerciales existentes mediante inventarios periódicos detallados. En estos países, en general, la gestión continua de los bosques existentes tiene un mayor impacto en el intercambio de gases de efecto invernadero entre el suelo y la atmósfera, que los cambios de uso del suelo.

Los expertos nacionales/estatales que tienen datos muy detalladas basados en inventarios forestales, pueden analizar estos datos para obtener respuestas promedio equivalente (por ejemplo, las tasas anuales de crecimiento de la biomasa por tipo de ecosistema), que se pueden agregar a las categorías que coinciden con el enfoque simple descrito por el IPCC.

Toda la propuesta metodológica busca proporcionar un marco para la realización de los cálculos y la presentación de los informes de manera que sean lo suficientemente flexibles para que se puedan acomodar a la mayoría de los usuarios aún si tienen niveles muy diferentes de datos disponibles, pero sin embargo, permita que todos presenten los resultados sobre una base comparable.

## CÁLCULOS BÁSICOS

Como mencionamos en el módulo anterior, los cálculos básicos se enfocan principalmente en los cambios de uso del suelo y las actividades de uso del suelo que a la larga van a resultar en flujos potenciales de CO<sub>2</sub> hacia la atmósfera o que tienen un alto potencial de captura de carbono.

### Datos clave de factores de emisión requeridos por la GBP2003 y las D PICC 1996R —uso del método defecto

Varios factores de emisión son comunes a las Directrices IPCC 1996R y a la GBP2003 tales como:

- Tasa de crecimiento de la biomasa sobre el suelo,



- densidad de la biomasa,
- almacén de biomasa sobre el suelo,
- densidad de carbono en el suelo,
- fracción de la biomasa que se deja descomponer

Sin embargo, para poner en práctica la GBP2003, se requieren muchos otros factores de emisión, algunos de los cuales se relacionan en la tabla 20

Tabla 20 Ejemplos de factores de emisión requeridos por la GBP2003 y las D PICC 1996R

Factor de expansión de biomasa (FEB) para la conversión de incremento neto anual (incluyendo corteza) a incremento de la biomasa arbórea sobre el suelo	Biomasa en descomposición extraída anualmente
Cociente raíz/tallo adecuado al incremento	Almacén de hojarasca bajo diferentes sistemas de manejo
Factor de expansión de biomasa (FEB) para la conversión de volumen de madera en rollo extraído a biomasa sobre el suelo total (incluyendo corteza)	Carbono orgánico en el suelo bajo diferentes sistemas de manejo
Tasas de mortalidad en bosques regenerados natural y artificialmente	Volumen de biomasa combustible presente en áreas sujetas a incendios
Transferencia anual de biomasa a madera en descomposición	

### Estimación de cambios en bosques y otros almacenes de biomasa leñosa (Categoría 5A)

Para calcular la absorción neta de CO<sub>2</sub> se estima el incremento anual de la biomasa en las plantaciones, los bosques talados o aprovechados de alguna otra manera, el crecimiento de los árboles en ciudades, granjas y zonas urbanas, así como todas las demás existencias importantes de biomasa leñosa.

Se estima también la madera aprovechada para leña, así como la madera comercial para la construcción y para otros usos. En este caso, las estadísticas comerciales deberán complementarse con la información de la FAO sobre el consumo de leña.

A continuación se calcula la absorción neta de carbono correspondiente a esas fuentes. Si la cifra es positiva se considera remoción de CO<sub>2</sub> y si la cifra es negativa, se toma como emisión. Por último, la absorción o emisión neta de carbono se expresa en términos de CO<sub>2</sub>.

La tabla 15 muestra los factores de emisión/remoción y los métodos (o nivel) que se recomienda emplear. Los factores de emisión/remoción clave incluyen:

- Tasa anual de incremento de la biomasa,
- fracción del carbono en la materia seca,
- tasa de expansión de biomasa

Factor de emisión/remoción	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Tasa anual de incremento de biomasa	- Valores por defecto surgidos de bases de datos globales de la tasa anual de incremento de biomasa promedio aplicada para cada categoría de bosque/plantación - Verificar, validar y actualizar las fuentes de datos internacionales	- Use los datos específicos para el país disponibles para las categorías correspondientes de bosque/plantación - Use datos por defecto si no hay disponibles datos específicos en el país para una categoría dada de bosque/plantación	- Use datos detallados de incremento anual derivados de un sistema de monitoreo/inventario periódico del bosque - Pueden también emplearse funciones alométricas de biomasa específicas para una especie dada
Fracción de carbono en la materia seca	- Use datos por defecto	- Si no hay disponibilidad de datos específicos para cada especie forestal, use los datos por defecto	- Use datos de las fracciones de carbono estimadas en un laboratorio para especies forestales particulares
Tasa de incremento de biomasa (TEB)	- Use valores de TEB por defecto para convertir datos de cosecha comercial a extracción de BSS total por la cosecha comercial - La TEB requiere ser convertida de m <sup>3</sup> a toneladas y es útil para convertir los datos de cosecha comercial a biomasa total extraída	- Se recomienda a los expertos en el inventario desarrollar TEB específicos para el país para diferentes categorías de plantación / bosque - En ausencia de datos nacionales usar valores por defecto	- Estimar valores de TEB a nivel de especie - Estimar TEB para el incremento de biomasa, crecimiento de almacenes y cosechas, según la especie o rodal que requiera una medida por separado

Las tasas de expansión de biomasa (TEB) o factores de expansión de biomasa (FEB) se requieren para la conversión de la biomasa de madera comercial cosechada (en m<sup>3</sup>) al total de BSS biomasa (en toneladas). Así mismo, la relación BSS:BDS es necesaria para estimar la BDS, mediante datos de BSS y la tasa de conversión correspondiente.

**Combinación de niveles:** Los expertos en el inventario pueden emplear niveles distintos para diferentes factores de emisión. Por ejemplo, los expertos pueden usar el Nivel 2 para los datos de tasa anual de incremento de biomasa mientras usan el Nivel 1 para TEB. Los expertos en el inventario también pueden usar el Nivel 2 para datos de actividad y el Nivel 1 para factores de emisión.

## Evaluación de factores de emisión y estrategias para mejorarlos

Para reducir la incertidumbre, es preferible usar FE derivados a nivel nacional al mayor nivel de desagregación posible. Sin embargo, en los países o estados en donde no hay disponibilidad de FE locales, mientras se desarrollan los FE de sus respectivos ecosistemas, continuará existiendo dependencia de los valores por defecto. Así, los expertos deben intentar reducir la incertidumbre incluso al emplear valores por defecto. Las principales fuentes de información de los FE son:

- Las D PICC 1996R;
- la GBP2003;
- las bases de datos mundiales; FAO, UNEP, etc.;
- bibliografía nacional e internacional

A manera de ejemplo a continuación vemos como evaluar los valores por defecto disponibles y como reducir la incertidumbre, utilizando para ello al más importante de los FE, “la tasa de crecimiento anual de la biomasa”.

**Tasa de crecimiento anual (TCA) de la biomasa:** La TCA es la tasa de crecimiento promedio anual de la biomasa sobre el suelo expresada en t/ha/año, varía según:

- Los tipos de bosque o vegetación o plantación (p. Ej., bosque perenne o deciduo)
- La región climática con base en la latitud y la precipitación (p. Ej., húmedo, subhúmedo, semiárido, árido)
- La edad del bosque o plantación
- El sistema de manejo o práctica silvícola (p. Ej., densidad, aclareo, aplicación de fertilizantes, manejo del fuego)

Tabla 22 Valores por defecto disponibles en la actualidad para TCA de la biomasa

	<b>D PICC 1996R</b>	<b>GBP2003</b>	<b>BDFE</b>
TCA para la regeneración natural	Valores por defecto dados para: Regiones tropicales y templadas Continental; América, África y Asia Tipo de bosque; Húmedo, estacional y seco Edad; 0-20 y 20 a 100 años	Valores por defecto dados para: Latitud; Tropical, templado, boreal Continentes; África, Asia y América Clase de edad; < 20 años y > 20 años Clase de magnitud de la precipitación (mm/año); >2000, 100-2000, < 1000	FE de acuerdo a las categorías 5A a 5D de las D PICC 1996R: Tecnologías: Tipo de plantación Parámetro/condición; Especies Región/condición regional:
TCA para plantaciones	Tropical; <i>Acacia, Eucalyptus, Tectona, Pinus</i> , mixto de latifoliados, mixto de coníferas  Templado; <i>Abies y Pinus</i>	Continentes; África, Asia, América Especies; Eucaliptos, pinos y otros para África, 2 categorías para Asia y 4 categorías para América Cuatro clases de magnitud de la precipitación; 4 categorías Ámbito y valores medios	Bosque tropical Valor por defecto de FE Proveedores de datos: enlistados Fuentes de datos: proporcionadas
Evaluación	Muy pocas categorías; sólo 5 tipos de plantación Resolución muy baja a nivel de continente Valor único para la regeneración natural (p. Ej., 11 t/ha/año para bosque húmedo) Valor único para plantaciones (p. Ej., de eucalipto, 14.5 t/ha/año para la región tropical) Poco probable que las categorías muy generales y la TCA global no correspondan con las circunstancias nacionales o en las regiones de un país dado Alta incertidumbre esperada	Los valores por defecto a nivel continental son muy generales para ser usados Los valores de TCA tienen un ámbito muy limitado Solo existen valores múltiples para eucalipto y pino Datos sobre bosques naturales pero manejados, bosques secundarios y otro tipos de bosques muy limitados o ausentes Los valores dados para eucaliptos van desde 10 a 60 m <sup>3</sup> /ha/año En general, los valores por defecto de TCA dados son los valores más altos	- Esta es una base de datos emergente - Los FE son continuamente añadidos y actualizados – Los FE se proporcionan desagregados a nivel de tecnologías, grupo de suelo, región, etc. - No se diferencia entre TCA y estimación del almacén de biomasa Necesidad de claridad en la terminología relativa a los FE De fácil acceso en la red, pero aún no de fácil uso - No se dan valores de incertidumbre

Pero si se trata de un FE que es necesario para la estimación de las emisiones de una de las categorías determinada como **Categoría Clave**, es posible mejorar los valores de TCA?

Los valores de TCA varían mucho aún entre tipos de bosque o especie dentro de un país o zona de precipitación. Si se está trabajando en una zona aún más reducida o con mayor especificidad, excepto como un último recurso, se debería evitar el uso de valores por defecto promedio de nivel continental o global, los contenidos en las Directrices IPCC 1996R y en la GBP2003 o incluso los datos de la Base de Datos de Factores de Emisión - BDFE.

Según el IPCC, los países o estados que opten por emplear los valores por defecto pueden adoptar las siguientes estrategias para reducir la incertidumbre.

### **Estrategia de corto plazo**

- Desagregar las categorías de uso del suelo, bosque o tipos de vegetación presentes en el país al nivel más fino posible siguiendo los siguientes lineamientos o una estratificación relevante a nivel nacional/estatal.
- Diferentes tipos de bosque / vegetación / plantaciones
- Latitud: Tropical, templada, boreal
- Zona de precipitación (mm/año); húmeda (>2000), semiárida (500-1000), árida (<500)
- Clase de edad del rodal; 0-5 años, 5 a 10 años, 10-20 años, > 20 años
- Sistema de manejo; regeneración natural o plantado
- Otra categoría
- Ubicar las áreas con diferentes tipos de bosque /plantaciones en el país; mediante mapas de vegetación, zona de precipitación, suelo y otra información estadística
- Revisar los valores por defecto en las Directrices del IPCC 1996R, la GBP2003, la BDFE y otras fuentes globales y seleccione el que más se aproxime.
- Revisar la disponibilidad de estudios del inventario nacional forestal o inventario forestal estatal y obtener datos de TCA
- Revisar la bibliografía nacional e internacional (sitios de red de FAO, instituciones CGIAR, universidades, libros y reportes.
- Compilar todos los valores por defecto disponibles en fuentes nacionales e internacionales para tipos desagregados o estratificados de tipos de bosque / plantación
- Seleccionar las TCA más apropiadas para cada estrato de los tipos de bosque/plantación.



## La estimación de las emisiones de CO2 a partir de biomasa en la conversión de bosques y pastizal (categoría 5B)

En esta categoría (5B o 5-2) se estiman las emisiones de CO2 en la conversión del bosque y pastizal a otro uso del suelo como áreas de cultivo, resultando en la emisión de CO2 por la quema de biomasa en y fuera del sitio y por la muerte y descomposición de biomasa sobre el suelo.

La conversión de bosques y praderas a tierras de cultivo o pastos permanentes ocurre principalmente en los trópicos. La tala de los bosques tropicales supone generalmente el desbroce del sotobosque y la tala de árboles, actividades que van seguidas con frecuencia de la quema de biomasa in situ o de su aprovechamiento como leña.

En este proceso, parte de la biomasa se quema y otra parte permanece en el campo, en dónde se va descomponiendo lentamente. Una pequeña parte del material quemado se convierte en carbón vegetal, que resiste a la descomposición y el resto se libera a la atmósfera en forma de CO2.

La tabla 23 contiene los factores de emisión y métodos que el IPCC recomienda adoptar para estimar las emisiones de C en la conversión de bosque y pastizal. Los factores de emisión clave son:

- Biomasa por encima del suelo antes y después de la conversión (t/ha),
- fracción de biomasa quemada en el sitio y fuera del sitio,
- fracción de biomasa oxidada,
- fracción de carbono en la biomasa y fracción de biomasa dejada para descomposición

Tabla 23 Factores de emisión y selección de niveles para la categoría 5B

Factor de emisión	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Biomasa por encima del suelo antes y después de la conversión	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usar coeficientes por defecto para estimar el cambio en el almacén de carbono en la biomasa resultado de la conversión de uso del suelo</li> <li>- usar datos por defecto en toda la biomasa que es retirada durante la conversión, asumiendo cero biomasa después de la conversión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pueden obtenerse datos específicos por país de almacenes de biomasa sobre el suelo antes y después de la conversión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datos de biomasa del inventario forestal nacional en diferentes categorías de bosque/pastizal sujetas a conversión</li> <li>- La estimación de la biomasa puede estimarse a partir de uso de ecuaciones alométricas específicas para ciertas especies</li> <li>- Datos de cambios en la biomasa georeferenciados a escalas espaciales finas</li> </ul>



Fracción de biomasa quemada en el sitio y fuera del sitio	- Use valores por defecto	- Generar datos por país de la fracción de biomasa quemada en el sitio y fuera del sitio - Determinar a partir de mediciones de campo la fracción de pérdidas de carbono en la biomasa debidas a la quema en el sitio y fuera del sitio	- Medir en el campo la fracción de biomasa quemada en el sitio y fuera del sitio en diferentes categorías de bosque/pastizal sometidas a conversión
Fracción de biomasa oxidada			- Si no se dispone de mediciones, usar datos por defecto
Fracción de carbono en la biomasa		- Use datos por defecto	- Estimar en el laboratorio las fracciones de carbono para distintas especies
Fracción de biomasa dejada para descomposición			- Mediciones de campo de la biomasa dejada a descomponer en diferentes categorías de bosque/pastizal sometidas a conversión

### Fuentes de factores de emisión/remoción

La tabla 24 contiene las fuentes de factores de emisión que el IPCC propone para los diferentes niveles adoptados en la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> producto de la conversión de bosques y pastizales.

Tabla 24 Fuentes de factores de emisión

Factores de emisión	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Biomasa sobre el suelo antes y después de la conversión	- D PICC 1996R - GBP2003 - BDFE	- Bibliografía científica nacional/regional - BDFE - GBP2003	- Datos de inventario forestal nacional a escala fina por categoría de bosque/pastizal - Estudios ecológicos / silvícolas en las distintas categorías
Fracción de biomasa quemada en el sitio y fuera del sitio			- Datos del inventario forestal nacional - Datos de consumo de biomasa por categoría de bosque/pastizal

Fracción de biomasa oxidada	- Valor por defecto de 0.9	- Valor por defecto de 0.9	- Inventarios forestales nacionales - Mediciones de campo
Fracción de carbono en la biomasa	- Valor por defecto de 0.5	- Valor por defecto de 0.5	- Datos publicados a nivel de especie
Fracción de biomasa dejada para descomposición	- Valor por defecto de 10 t/ha	- Valor por defecto de 10 t/ha	- Inventario forestal nacional

### La estimación de la captura de CO2 derivado del abandono de terrenos manejados

Si se abandonan terrenos manejados (p. Ej., áreas de cultivos y agostaderos), puede reaccumularse carbono en la vegetación y el suelo. La categoría 5C sólo considera la acumulación de carbono en la biomasa. El IPCC sugiere dos horizontes de tiempo para estimar la captura de carbono, pues las tasas de regeneración disminuyen con el tiempo:

- Horizonte de tiempo de 20 años para captar el rápido crecimiento después del abandono
- Horizonte de tiempo de 20-100 años para captar tasas de crecimiento menores

La tabla 25 contiene el factor de remoción, la selección de nivel y la fuente de los datos. El factor de remoción necesario para estimar la captura anual de carbono en terrenos manejados abandonados y en regeneración incluyen:

- La tasa anual de crecimiento de la BSS durante la regeneración a lo largo de 20 años y 20-100 años antes del año de inventario

Tabla 25 Factor de remoción, selección de nivel y fuente datos para la categoría 5C en CUSyB

Factor de remoción	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Tasa de crecimiento anual (hasta hace 20 años)	- Datos por defecto de las D PICC 1996R, la GBP2003, la BDFE	Datos por defecto desagregados por suelo, clima y sistemas de manejo obtenidos de fuentes nacionales	- Tasa de crecimiento anual derivada de estudios del inventario forestal nacional a resoluciones más finas en distintos suelos, clima y sistemas de manejo en dos lapsos - 0-20 años y - 20-100 años
Tasa de crecimiento anual (20-100 años)			

## La estimación de la captura de CO2 de los suelos

La categoría incluye la estimación de las emisiones netas de CO2 (fuentes y sumideros) para tres procesos en la categoría 5D “Emisiones y remociones de CO2 de los suelos”.

- Cambios en el carbono del suelo para suelos minerales
- Emisión de carbono de suelos orgánicos bajo manejo intensivo
- Emisión de carbono del encalado de suelos agrícolas

La tabla 26 proporciona los factores de emisión/remoción y los métodos (niveles) que el IPCC recomienda emplear para estimar la emisión/remoción de CO2 de los suelos. Los factores de emisión/remoción incluyen:

Carbono en el suelo (tC/ha) por uso del suelo/sistema de manejo y tipo de suelo, tasa anual de pérdida de carbono de suelos orgánicos manejados, factor de conversión de carbono de cal a carbono, factor base, factor de labranza, factor de entrada

Tabla 26 Factor de emisión/remoción y selección de métodos para la categoría 5D en CUSyS

Factor de emisión/remoción	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Carbono en el suelo por uso del suelo / sistemas de manejo y tipo de suelos	- Datos de densidad de carbono en el suelo por categoría general de uso del suelo / sistemas de manejo obtenida de bases de datos globales de carbono del suelo a nivel agregado	- Datos de densidad de carbono en el suelo de fuentes nacionales por uso del suelo, sistema de manejo y tipo de suelo - Si no existen datos, desagregados, usar valores por defecto globales	- Generar datos de densidad de carbono en el suelo para cada uso del suelo / sistema de manejo y tipo de suelo, con base en mediciones - Los datos de densidad de carbono en el suelo pudieran encontrarse desagregados donde se haga coincidir el mapa de uso del suelo con el mapa de suelos para determinar puntos de muestreo
Tasa anual de pérdida de carbono de suelos orgánicos manejados	- Valores por defecto de bases de datos globales a nivel agregado	- Tasa anual de pérdida de carbono para el país, desagregada por categorías principales de suelos orgánicos y sistemas de manejo - Si no existen datos,	- Obtener de la bibliografía datos de la tasa anual de pérdida de carbono de suelos orgánicos por uso del suelo/sistemas de manejo (agrícola y forestal) - Generar datos de la tasa anual de pérdida

		desagregados, usar valores por defecto globales	de carbono de suelos orgánicos con base en mediciones en distintas categorías de uso del suelo / sistemas de manejo
Factor de conversión de carbono de cal a carbono	- La formula en las D PICC 1996R da un valor de 0.12 para la caliza y 0.122 para la dolomita	- Como en el Nivel 1	- Como en el Nivel 1
Factor base	Valores por defecto de las D PICC 1996R	Valores por defecto de las D PICC 1996R	Mediciones de campo del impacto de la densidad de carbono orgánico en suelos bajo manejo agrícola, mediante el método descrito para el carbono en el suelo en distintos uso del suelo y sistemas de manejo
Factor de labranza			
Factor de entrada			

### Fuentes de los factores de emisión/remoción

La tabla 27 contiene las fuentes de datos de actividad y factores de emisión recomendados por el IPCC para distintos niveles adoptados para estimar las emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> de los suelos.

Tabla 27 Fuentes de datos de actividad y factores de emisión para la Categoría 5D

Datos de actividad y factor de emisión/remoción	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Carbono en el suelo por uso del suelo / sistema de manejo y tipo de suelos	- Base de datos de suelos de FAO suelo agregada por uso del suelo / sistema de manejo - D IPCC 1996R - GBP2003	- Fuentes nacionales de tipos de suelo por sistema de uso del suelo	- Inventario forestal nacional - Estudios experimentales en distintos sistemas de uso del suelo
Tasa anual de pérdida de carbono de suelos orgánicos manejados	- Base de datos global - D IPCC 1996R - GBP2003	- Fuentes nacionales - D IPCC 1996R - GBP2003	- Inventario forestal nacional de suelos orgánicos - Estudios de campo del carbono orgánico en el suelo
Factor de conversión de carbono de cal a carbono	- D IPCC 1996R	- D IPCC 1996R	- D IPCC 1996R
Factor base	- D IPCC 1996R	- D IPCC 1996R	- D IPCC 1996R

Factor de labranza	- BDFE	- BDFE	- BDFE
Factor de entrada			

## Base de datos de factores de emisión (BDFE)

La BDFE tiene como objetivo proporcionar a los usuarios, factores de emisión y otros parámetros actualizados y bien documentados, así como establecer una plataforma de comunicación para distribuir y comentar nuevas investigaciones y datos. La BDFE tiene como objetivo ser un acervo de datos reconocido donde los usuarios encuentren factores de emisión y otros parámetros con la correspondiente documentación y referencias técnicas. La BDFE es una base de datos con varios parámetros útiles en el cálculo de emisiones antropogénicas por fuentes y sumideros de GEI. Además de los factores de emisión, la BDFE abarca los parámetros más importantes.

## Características de la BDFE

Algunas de las características clave de la BDFE son:

- La BDFE es accesible por Internet
- Se actualiza continuamente con datos revisados por un panel de expertos
- Tiene una interfase a base de menús y es de fácil uso
- Requiere Internet Explorer versión 5.0 o Netscape Navigator versión 6.0 o superior acoplados con Microsoft Office 97 para generar documentos de salida en Word o Excel
- Tiene opciones múltiples:
  - o Búsquedas paso a paso por categorías de fuente/sumidero de IPCC o por gas
  - o Búsquedas exhaustivas de texto por palabras clave
  - o Encontrar el factor de emisión usando una etiqueta específica

Sin embargo, emplear esta información de modo apropiado siempre será responsabilidad de los usuarios.

## Pasos para el uso de la BDFE

- Paso 1: Selección del sector, p. Ej., CUSyB (5)

- Paso 2: Selección de gases p. Ej., CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>
- Paso 3: Mostrar los resultados en pantalla
- Paso 4: Escoger los filtros con las condiciones requeridas, como gas, parámetro/condición, región, etc.

Los resultados son mostrados junto con otros detalles:

- FE etiquetado, gas,
- Descripción de Propiedades:
  - o tecnologías /
  - o prácticas, parámetros /
  - o condiciones, región /
  - o condiciones regionales, tecnologías de abatimiento /
  - o control, otras propiedades,
- valor, unidad,
- proveedor de los datos,
- origen de los datos

## EJEMPLO DE APLICACIÓN

Continuando con los pasos para la estimación de un inventario estatal de emisiones de gases de efecto invernadero, les proponemos un ejemplo del uso y selección de factores de emisión a partir de los datos disponibles en el reporte de inventario estatal de emisiones de gases de efecto invernadero del Estado de Hidalgo, más algunos documentos o datos adicionales que se muestran como una opción metodológica para los cálculos.

### Cambios en bosques y otros almacenes de biomasa leñosa

Para la estimación de las emisiones en esta categoría se requieren básicamente los siguientes factores de emisión:

- La tasa anual de crecimiento,
- la fracción de carbono en la materia seca,
- el radio de expansión y
- el factor de conversión de biomasa.

Se requiere obtener tasas anuales de crecimiento para cada una de las subcategorías (tipos de bosque/vegetación) elegidas para el reporte y de las cuales se obtuvieron datos de actividad (superficies para el año 2007), de esta manera se podrán obtener las estimaciones de las capturas de CO<sub>2</sub> causadas por



el crecimiento de la vegetación. Si bien es una buena práctica determinar, siempre que sea posible, los valores de incremento anual, la densidad de madera básica, y los factores de expansión de la biomasa con arreglo a las condiciones estatales o locales, y utilizarlos en los cálculos, en este caso los valores se toman de los factores de emisión por defecto del IPCC (tasas anuales de crecimiento de bosques de más de 9 años, por tipo de bosque) , debido a la falta de valores específicos desarrollados para los bosques (tipos de vegetación) en el estado.

Es importante mencionar que uno de los supuestos es que si bien se tratan de bosques en principio no manejados, se asume que presentan un grado de intervención que los hace ser considerados para las estimaciones tanto como sumideros como fuentes de CO<sub>2</sub>, sin embargo esta afirmación deberá ser sustentada por estudios, o por el juicio de expertos para ser incluida en el inventario.

<b>Subcategorías propuestas para el inventario Estatal de emisiones de gases de efecto invernadero</b>	<b>TCA (Mg ms / ha)</b>
Bosque de coníferas	1.3
Bosque de latifoliadas	1.3
Bosque de coníferas-latifoliadas	1.1
Bosque mesófilo de montaña	1.3
Selvas altas	0.7
Selvas bajas	0.26
Matorral xerófilo	0.26
Bosque Cultivado	1.3
Pastizal	0.26

Fuente: IPCC (1996), INEGI (2002).

### Emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la conversión de bosques y praderas

Para la obtención de los factores de emisión relacionados con los contenidos de biomasa antes y después de la conversión de bosques y praderas, se propone como opción utilizar los datos de la base de datos del inventario nacional forestal, agrupando los datos en función de las subcategorías de reporte seleccionadas. En caso de que el estado cuente con inventario forestal estatal se pueden utilizar los datos de estos estudios que seguramente proporcionarían información más confiable y representativa de las condiciones de la vegetación en la región.

Utilizando los datos del inventario, incluyendo el número de conglomerados por categoría y el contenido total de biomasa, se puede establecer un contenido de biomasa promedio o incluso un contenido de carbono promedio para cada categoría. A continuación se presentan los valores promedios de contenidos de biomasa y carbono por categorías obtenidos a partir de los datos de inventario nacional forestal 2007 facilitados por la CONAFOR.

Clase por tipos de vegetación	Contenido de biomasa promedio por clase / (ton/ha)	# de conglomerados por clase
agricultura de temporal anual	3.094029406	5
agricultura de temporal anual permanente	7.4744377	1
agricultura de temporal permanente	7.0467772	1
bosque de encino	5.473518795	53
bosque de encino-pino	7.635121122	12
bosque de oyamel	22.53292518	4
bosque de pino	10.54696012	19
bosque de pino-encino	7.295129809	26
bosque de táscate	2.544036511	4
bosque mesófilo de montaña	8.051595185	60
matorral crasicuale	0.29193865	2
matorral submontano	1.351759923	7
pastizal inducido	1.62835406	2
selva alta perennifolia	4.362874535	25
selva baja caducifolia	0.7075163	1
selva mediana subperennifolia	5.165309564	7

Homologando las clases del inventario a las subcategorías elegidas para el reporte y ponderando los valores promedio de contenidos de biomasa se pueden obtener los factores de emisión específicos para los tipos de vegetación del estado de Hidalgo.

Subcategorías propuestas para el inventario Estatal de emisiones de gases de efecto invernadero	Contenido de biomasa antes de la conversión (Ton/ha)
Bosque de coníferas	11.87
Bosque de latifoliadas	5.47
Bosque de coníferas-latifoliadas	7.46
Bosque mesófilo de montaña	8.05
Selvas altas	4.36
Selvas bajas	0.7
Matorral xerófilo	0.82
Bosque Cultivado	
Pastizal	1.62

En caso de utilizar este tipo de información es necesario incluir en el reporte una descripción completa y detallada de la metodología de campo, técnicas de muestreo y recopilación de los datos, variables levantadas, así como las ecuaciones y demás parámetros utilizados para el cálculo de los contenidos promedios de biomasa. También se debe hacer una referencia clara de la representatividad de los conglomerados para cada categoría. Adicionalmente se deben adjuntar como anexo los datos utilizados como insumo y la documentación adicional que sea pertinente de manera que se facilite la comprensión del procedimiento y de los resultados obtenidos.

Los valores para los factores de emisión de la fracción de biomasa quemada en el sitio, la fracción de biomasa oxidada en el sitio y fracción de biomasa que se descompone en el sitio se tomaran por defecto, dado que no existen datos específicos de los bosques del estado.

Para la estimación de la cantidad de biomasa cosechada, una vez establecidas las cantidades (Datos de actividad) recolectadas (m<sup>3</sup> de madera en rollo) por tipo de cobertura (tipo de bosque o tipo de vegetación) se necesita la relación de conversión (expansión) de la biomasa en toneladas de materia seca por metro cúbico. Para obtener estos factores se puede tener en cuenta para esta tabla los valores recomendados para biomasa en pie, según el tipo de bosque. En este caso es posible obtener los valores de densidad de la madera aprovechada y por tanto el factor de expansión de biomasa específico por género y usarlo para cada tipo de bosque según se muestra en la siguiente tabla.

Género aprovechado	Volumen (1,000 m <sup>3</sup> /año)	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Factor de expansión	Biomasa total (Gg/año)
Pino	77.468	0.61	1.22	47.26
Oyamel	4.386	0.48	0.96	2.11
Cedro blanco	2.650	0.60	1.20	1.59
Encino	21.842	0.94	1.88	20.53
Otras latifoliadas	1.431	0.87	1.74	1.24
Preciosas tropicales	0.380	1.88	3.76	0.71

Fuente: Delegación Federal de la SEMARNAT en Hidalgo, IPCC (1996) y INEGI (2002).

Tabla 28 Estimación de biomasa vegetal de los aprovechamientos autorizados en el estado de Hidalgo para el año 2005

Para los factores de emisión del contenido de biomasa después de la conversión se pueden utilizar valores por defecto recomendados en las directrices del IPCC 1996R, en caso de no contar con los datos de contenidos de biomasa de otras coberturas. En este caso algunos pueden provenir del mismo inventario forestal nacional y otros es necesario obtenerlos de los valores por defecto del IPCC.

Para la estimación del carbono liberado por la quema de biomasa in situ se requiere la cifra correspondiente a la fracción de la biomasa quemada in situ, por tipo de bosque (en Kilotoneladas de materia seca). En este caso asumimos el valor por defecto es de 0.5 dado que no se cuenta con valores específicos para el estado. Es muy recomendable que los estados obtengan sus propios valores reflejando las prácticas comunes y las condiciones de quemas en las regiones en lugar de usar los valores por defecto.

Se debe tener en cuenta que existe una relación entre la fracción abandonada que se descompone y la fracción quemada in situ y la fracción quemada fuera del bosque. En condiciones generales, para un año determinado, la fracción quemada, la abandonada y en algunos casos la fracción recolectada para fines comerciales o usos distintos al combustible debe sumar 1,0. Esta relación no es siempre estricta pues las partes quemadas y descompuesta se promedian en la metodología a lo largo de varios años. Sin embargo, los supuestos en los que se basan las fracciones deben ser coherentes

Para estimar el CO<sub>2</sub> liberado por la quema de la vegetación luego de la tala para conversión de bosques, se requiere también conocer la fracción de la biomasa quemada que se oxida in situ y su valor por defecto es 0,9.

Para la estimación del carbono liberado por la quema de la biomasa aérea fuera del bosque, se requiere el valor de la fracción de biomasa quemada fuera del bosque. El valor por defecto es 0,5. En el mismo sentido, para la fracción de la biomasa oxidada fuera del bosque, se puede utilizar como factor el valor por defecto que corresponde a 0,9

### **Emisiones de CO<sub>2</sub> por el abandono de tierras cultivadas**

Para estimar la absorción anual de carbono por la biomasa aérea se requiere la tasa anual de crecimiento de la biomasa aérea en toneladas de materia seca por hectárea. Una opción es tomar los valores por defecto propuestos por el IPCC. Adicionalmente para la fracción de carbono de la biomasa aérea asumimos el valor por defecto que es de 0,5.



**TABLA 5-6**  
**CRECIMIENTO ANUAL MEDIO DE LA BIOMASA AÉREA POR REGENERACIÓN NATURAL**  
**(toneladas MS/HA)**

Bosques tropicales						
	Muy húmedos	Húmedos con estación seca corta	Húmedos con estación seca larga	Secos	Húmedos montanos	Secos montanos
	R ≥ 2000	2000 > R > 1000		R ≤ 1000	R > 1000	R < 1000
<b>África</b>						
≤20 años	10	5,3	2,3-2,5	0,8-1,5	5	2
>20 años	2,5	1,3	0,6-3,0	0,2-1,6	1	0,5
<b>Asia:</b>						
Continental						
≤20 años	11	9	6	5	5	no hay datos
>20 años	3	2	1,5	1,3	1	
Insular						
≤20 años	13	11	no hay datos	escasos o inexistentes	12	
>20 años	3,4	3			3	
<b>América</b>						
≤20 años	10	no hay datos	4	4	5	1,8
>20 años	2,6		1	1	1,4	0,4
Nota: R= precipitaciones anuales en mm/año						
Bosques templados				0-20 años	20-100 años	
Coníferas				3,0	3,0	
Latifoliadas				2,0	2,0	
Bosques boreales				0-20 años	20-150 años	
Mezcla de latifoliadas y coníferas				0,7-2,0	0,7-6,4	
Coníferas				0,5-1,9	0,5-5,0	
Bosque - tundra				0,2-0,5		
TODAS ESTAS TASAS REGIONALES DE CRECIMIENTO MEDIO DEBERÁN CONSIDERARSE SÓLO A TÍTULO INDICATIVO. SI LOS BOSQUES REPRESENTAN UNA PARTE CONSIDERABLE DEL INVENTARIO TOTAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE UN PAÍS, DEBERÁN EMPLEARSE LOS DATOS LOCALES DISPONIBLES O SOLICITAR LA OPINIÓN DE UN EXPERTO PARA LLEGAR A CONTAR CON VALORES QUE REFLEJEN LAS CONDICIONES Y LAS PRÁCTICAS.						
Para más información sobre las fuentes, consultar el <i>Manual de Referencia</i> .						

# Módulo 5

## Estimar la incertidumbre

### Algunas definiciones

#### INCERTIDUMBRE

**Definición estadística:** La incertidumbre es un parámetro asociado al resultado de la medición que caracteriza la dispersión de los valores que podrían razonablemente atribuirse a la cantidad medida. (P. ej., la varianza de la muestra o el coeficiente de variación).

**Definición para los inventarios:** Es un término general e impreciso que se refiere a la falta de certeza (en cuanto a los componentes del inventario) que se deriva de cualquier factor causal, como pueden ser la existencia de fuentes y sumideros no identificados, la falta de transparencia, etc. Ideas generales





Ejemplo: Una emisión está entre 90 y 100 kt con una probabilidad de 95%. Esta afirmación puede hacerse cuando se ha calculado el intervalo de confianza (los valores numéricos utilizados en este ejemplo se han elegido arbitrariamente).

## PRECISIÓN

**Definición para los inventarios:** La precisión es lo opuesto a la incertidumbre en el sentido de que cuanto más preciso es algo, menos incierto es.

**Definición estadística:** Bastante coincidencia entre resultados independientes de mediciones obtenidas en condiciones estipuladas.

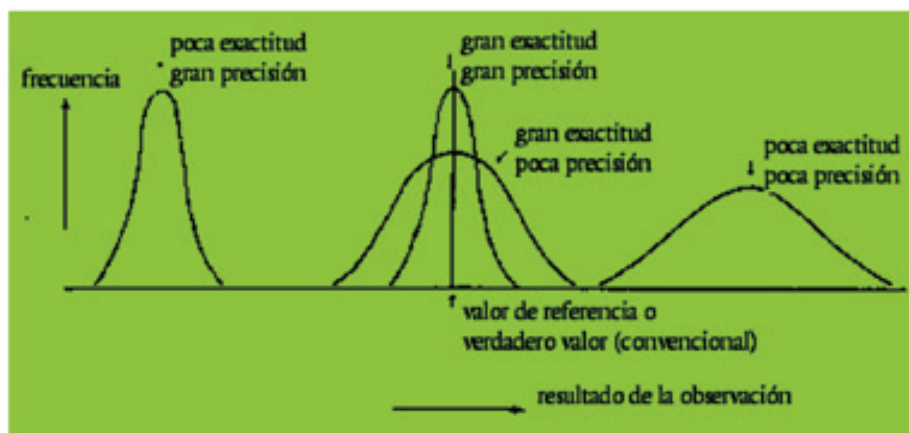


Figura 2. Ilustración de algunas definiciones (Fuente IPCC, GBP 2000)

## EXACTITUD

**Definición para los inventarios:** La exactitud es una medida relativa de la exactitud de una estimación de emisión o absorción. Las estimaciones deben ser exactas en el sentido de que no sean sistemáticamente estimaciones que queden por encima o por debajo de las emisiones auténticas, por lo que pueda juzgarse, y de que las incertidumbres se hayan reducido lo más posible. Deben utilizarse metodologías adecuadas que cumplan las orientaciones sobre buenas prácticas a fin de promover la exactitud de los inventarios.

**Definición estadística:** La exactitud es un término general que describe la medida en que una estimación de una cantidad se mantiene inalterada ante la introducción de un sesgo causado por un error sistemático. Debe distinguirse del término precisión, como se ilustra a continuación.

Según los lineamientos de la CMNUCC, los países deberán informar incertidumbres asociadas con las estimaciones de las emisiones y la absorción. Esto no implica que exista un nivel predeterminado de precisión, pero las incertidumbres del inventario deben reducirse en la medida de lo posible.

Dado que las estimaciones de emisiones/absorciones pueden basarse en el uso de diferentes enfoques, incluyendo mediciones de población muestreada aleatoriamente, las mediciones de los sitios típicos, considerados representativas todos los sitios analizados, el uso de modelos, y la opinión de expertos, también los métodos para calcular las incertidumbres son diversos. El monitoreo basado en muestreo permiten estimar la incertidumbre en base a procedimientos estadísticos formales. Pero también otros tipos de información se pueden usar como datos de entrada para la estimación de las incertidumbres que inclusive pueden derivarse del juicio de expertos (basándose, por ejemplo, en los rangos conocidos de variación de los valores de los parámetros).

### El Manejo de Incertidumbres en los IGEI según las Directrices del IPCC 1996

Las Directrices 1996R del IPCC, en su Instrucciones de reporte reconoce que el uso de métodos por defecto puede acarrear que en muchas de las categorías las emisiones y/o remociones sean estimadas con muy altos rangos de incertidumbre. En este sentido las mismas directrices mencionan que expertos nacionales han desarrollado métodos para producir rangos de estimaciones en lugar de estimaciones puntuales para las categorías con rangos muy altos de incertidumbre. Las Directrices del IPCC, sin embargo, plantean como requisito que los usuarios proporcionan una estimación puntual de las emisiones/remociones para cada gas y categoría. Este requisito busca simplemente hacer manejable la tarea de recopilación, comparación y evaluación de los informes nacionales. En este mismo sentido, el IPCC anima a los usuarios a proporcionar los rangos de incertidumbre o de otros estados de la confianza o de la calidad, junto con las estimaciones puntuales. Los procedimientos para reportar información sobre la incertidumbre se discuten en los gases de efecto invernadero de la instrucciones de información.

Las incertidumbres son inevitables en cualquier estimación de las emisiones o absorciones nacionales.

Según las directrices del IPCC, algunas de las causas importantes de incertidumbre son :

- Las diferentes interpretaciones de las categorías de fuentes o sumideros, o de otras definiciones, supuestos, unidades , etc
- El uso de representaciones simplificadas con valores “promedio”, especialmente de los factores de emisión y los supuestos relacionados para representar las características de un determinada categoría
- Incertidumbre en los datos básicos de la actividad socio-económica que impulsa el cálculo
- La incertidumbre inherente a la comprensión científica de los procesos básicos que dan lugar a las emisiones y absorciones .

Uno de los principales objetivos de la metodología del IPCC consiste en ayudar a los expertos nacionales a reducir la incertidumbre en los inventarios de gases de efecto invernadero al nivel mínimo posible, sin embargo , el IPCC también reconoce que a pesar de estos esfuerzos todavía van a permanecer importantes incertidumbres y que estas incertidumbres pueden variar ampliamente :

- Entre los diferentes gases de efecto invernadero
- Entre categorías de fuentes para cada gas
- Entre los países (o estados) que reportan los mismos gases y fuentes (dependiendo el enfoque , los niveles de detalle , el uso de datos por defecto o específicos para el país, etc )

El IPCC recomienda brindar una comprensión tan a fondo como sea posible de las incertidumbres involucradas cuando se proporcionen estimaciones bien para usos científicos o políticos. Las instrucciones de reporte de las directrices proponen un método simple para expresar la confianza o la incertidumbre de las estimaciones puntuales de manera cualitativa. Sin embargo, es más útil expresar la incertidumbre cuantitativamente y sistemáticamente en la forma de intervalos de confianza bien desarrollados.

En el anexo 1 de las instrucciones de reporte de las directrices del IPCC 1996R se proporcionan algunas sugerencias iniciales para el desarrollo de la información cuantitativa de incertidumbre. Sin embargo , este solamente constituye marco conceptual que de bases a los usuarios para suministrar datos estadísticos o la equivalente opinión de expertos.

El IPCC considera la estimación consistente de la incertidumbre como un elemento muy importante y alienta a los grupos de expertos responsables de las estimaciones para estimar rangos de incertidumbre, en la medida que les sea posible y reportar los resultados con sus inventarios .

## Las fuentes de incertidumbre y como atacarlas

### Definiciones

La primera consideración para disminuir los niveles de incertidumbre de las estimaciones de emisiones es hasta donde sea posible seguir las Instrucciones de Reporte del IPCC en sus directrices y sus Guías de Buenas Prácticas.

El uso de las instrucciones de reporte del IPCC tiene como objetivo minimizar la variabilidad o incertidumbre que de otro modo se introduciría por cuestiones de definición. El las instrucciones de reporte del IPCC proporciona definiciones comunes de las categorías de fuentes y otros términos como unidades, procedimientos, etc. Las categorías de fuentes se pueden encontrar en el Capítulo 1 Entender el Marco Común del Reporte, del documento de Instrucciones de Reporte de las Directrices del IPCC1996R.

El programa del IPCC ha buscado el consenso entre los investigadores, grupos de intereses sectoriales y expertos técnicos nacionales sobre los mejores procedimientos de estimación por defecto practicables para gases prioritarios y fuentes.

### Las Metodologías de la Estimación

Mediante el uso de las metodologías predeterminadas que se describen en el Volumen 2 de las Directrices PCC 1996R, los países o estados pueden reducir al mínimo las variaciones o incertidumbres en las estimaciones que pueden ser introducidas por la elección de una cierta metodología. Sin embargo, el IPCC reconoce que los métodos por defecto representan una dificultad en cuanto a la relación entre el nivel de detalle que sería necesario para obtener estimaciones más precisas para cada país y los datos de entrada que estén disponibles o fácilmente obtenibles en la mayoría de los países. En muchos casos, los métodos por defecto son simplificaciones con valores generales predeterminados que introducen grandes incertidumbres en la estimación nacional.

Dentro de muchos de los métodos por defecto se proporcionan diferentes niveles de detalle opcionales para reflejar si los usuarios tienen datos detallados de la situación nacional o tienen que basarse estrictamente en valores por defecto. Puede haber una variación considerable en lo bien que el valor general por defecto representa las condiciones de la situación real de las actividades fuente en un país en particular.

El manual de referencia proporciona más opciones, incluyendo formas de hacer cálculos a mayores niveles de detalle y, en algunos casos, las metodologías alternativas. Los usuarios de las Directrices del IPCC **pueden utilizar sus propias metodologías si creen que éstos proporcionan resultados más precisos para su situación nacional**. Los métodos alternativos deben ser cuidadosamente documentadas y los resultados reportados en el estándar del IPCC para las categorías de fuente y sumidero.

La documentación de métodos alternativos puede implicar la presentación de nuevos datos empíricos que a su vez puede proporcionar una base para la mejora de los procedimientos y los datos predeterminados.

Sin embargo independientemente de los métodos que se utilicen - métodos predeterminados, versiones más detalladas de los métodos por defecto, o métodos totalmente diferentes - Los usuarios deben determinar en la medida de lo posible, los rangos de incertidumbre introducida por los factores de emisión y otras hipótesis de entrada utilizados, cualquiera que sea su origen.

### Los Datos de Actividad

Las metodologías por defecto del IPCC identifican los datos de actividad a partir de series de datos socio-económicos internacionales siempre que esto sea posible, pero las recopilaciones internacionales de datos de actividad socio-económicos en general **no incluyen estimaciones de la incertidumbre** alrededor de resúmenes de datos cuantitativos a nivel de país. Es posible que algunas de las fuentes nacionales que proporcionan datos a las series internacionales puedan haber calculado los valores de incertidumbre para sus propios datos nacionales.

Al igual que con la incertidumbre debida a la metodología y a las definiciones, los desarrolladores de inventarios deben juzgar la calidad de los datos de actividad utilizados en su inventario nacional.

### Detrás de los conocimientos científicos

El conocimiento científico actual de los diversos procesos inducidos por el hombre que dan lugar a las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero hacia y desde la atmósfera es incompleto. En algunos casos, cuando se dispone de datos de medición sustanciales y se han analizado a fondo, este entendimiento constituye una base para los cálculos precisos de las emisiones mundiales y nacionales. En muchos casos, sin embargo, los datos y el análisis no han alcanzado este estado. Esta variación afecta la incertidumbre inherente en los diversos componentes de los métodos por defecto, así como las estimaciones utilizando otras metodologías.

TABLE A1-1 UNCERTAINTIES DUE TO EMISSION FACTORS AND ACTIVITY DATA				
1	2	3	4	5
Gas	Source category	Emission factor $U_E$	Activity data $U_A$	Overall uncertainty $U_T$
CO <sub>2</sub>	Energy	7%	7%	10%
CO <sub>2</sub>	Industrial Processes	7%	7%	10%
CO <sub>2</sub>	Land Use Change and Forestry	33%	50%	60%
CH <sub>4</sub>	Biomass Burning	50%	50%	100%
CH <sub>4</sub>	Oil and Nat. Gas Activities	55%	20%	60%
CH <sub>4</sub>	Coal Mining and Handling Activities	55%	20%	60%
CH <sub>4</sub>	Rice Cultivation	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$	1
CH <sub>4</sub>	Waste	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	1
CH <sub>4</sub>	Animals	25%	10%	25%
CH <sub>4</sub>	Animal waste	20%	10%	20%
N <sub>2</sub> O	Industrial Processes	35%	35%	50%
N <sub>2</sub> O	Agricultural Soils			2 orders of magnitude
N <sub>2</sub> O	Biomass Burning			100%

*Note:* Individual uncertainties that appear to be greater than  $\pm 60\%$  are not shown. Instead judgement as to the relative importance of emission factor and activity data uncertainties are shown as fractions which sum to one.

Tabla 29 Incertidumbres causadas por los factores de emisión y datos de actividad

La tabla anterior tomada del anexo 1 del documento de instrucciones de reporte de las Directrices IPCC 1996R, proporciona una evaluación ilustrativa de las incertidumbres relativas a la base científica de las estimaciones de emisiones globales de algunos componentes clave de la metodología del IPCC. Los rangos de incertidumbre globales que se muestran aquí se basan en una interpretación de la información sobre la incertidumbre presentada por el IPCC (1992). La asignación de la incertidumbre global del factor de emisión y los componentes de datos de actividad se ha realizado con fines ilustrativos únicamente sobre la base del juicio por el personal técnico del IPCC. Estos valores no deben utilizarse para estimar la incertidumbre de un inventario nacional particular. Se proporcionan para ayudar a los usuarios de las Directrices para considerar las incertidumbres relativas a la ciencia básica subyacente a los diferentes componentes de sus inventarios.





## Procedimientos para cuantificar la incertidumbre

### Estimación de la incertidumbre de los componentes del cálculo de emisiones

Para la estimación de la incertidumbre por categoría de fuente/gas para un inventario nacional o estatal de GEI, es necesario el desarrollo de la información como la que se muestra en la Tabla 31, pero adaptadas a cada estado, a la metodología y a las fuentes de datos utilizados.

En general el IPCC reporta que en la literatura científica, el límite de confianza del 95 por ciento ( $\pm 2$ ) a menudo se considera adecuado para la definición de un rango de incertidumbre. Cuando hay suficiente información para definir la distribución de probabilidad subyacente para el análisis estadístico convencional, un intervalo de confianza del 95 por ciento se debe calcular como una definición de la gama. Los rangos de incertidumbre se pueden estimar usando análisis clásico o la técnica de Monte Carlo. De lo contrario el rango tendrá que ser evaluado por expertos nacionales.

Si es posible, los rangos deberían desarrollarse por separado para:

- Factores de emisión (y otros supuestos del método de estimación) (columna 3 de la Tabla 22).
- Datos de actividad socio-económicos (columna 4 de la Tabla 22)

### Combinación de incertidumbres

Es necesario derivar la incertidumbre general que surge de la combinación de la incertidumbre de los factores de emisión y de los datos de actividad. El IPCC sugiere que el factor de emisión y los rangos de los datos de actividad sean consideradas como estimaciones con un intervalo de confianza del 95 por ciento, expresado como un porcentaje de la estimación puntual, alrededor de cada uno de los dos componentes independientes (ya sea a partir de cálculos basados en la estadística o juicios de experto informales ex ante) . En esta interpretación (los intervalos citados se extienden no más del 60 por ciento por encima o por debajo de la estimación puntual) la cantidad apropiada del porcentaje general de la incertidumbre UT para la estimación de las emisiones estaría dada por la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las incertidumbres porcentuales asociado con el factor de emisión (UE) y los datos de actividad (UA). Es decir, para cada categoría de fuente.

## Ecuación 1 Estimación de incertidumbre de Nivel 1 para las categorías de fuentes/sumideros

$$\begin{array}{c} \text{ECUACIÓN 5.2.1} \\ \text{ESTIMACIÓN DE LAS INCERTIDUMBRES DE LAS CATEGORÍAS (NIVEL 1)} \\ I_{\text{total}} = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + \dots + I_n^2} \end{array}$$

Para incertidumbres individuales mayores del 60 por ciento, el procedimiento de la suma de cuadrados no es válido. Todo lo que se puede hacer es combinar los valores límites para definir una gama general, aunque esto conduce a unos valores límite superior e inferior que son asimétricas sobre la estimación central.

La emisión total estimada para cada gas es, por supuesto, la suma  $\sum C_i$ , donde  $C_i$  es la estimación central de la emisión del gas en la categoría de fuente. La medida apropiada de la incertidumbre de las emisiones totales en unidades de emisión (no porcentajes) es entonces:

## Ecuación 2

$$E = \pm (1/100) \cdot \sqrt{(\sum U_{T,i}^2 \cdot C_i^2)}$$

donde  $U_{T,i}$  es el porcentaje de incertidumbre general para la categoría de fuente del gas de la Tabla A1-1. Las categorías de fuentes para las cuales los valores límites simétricos no se pueden definir (porque IUEI o UAI superan el 60 por ciento) no pueden razonablemente ser tratadas de esta manera. La incertidumbre puede ser manejada reportando que las emisiones totales de un gas X se estiman como Y Mt, de los cuales Y1 Mt. tiene una incertidumbre estimada de  $\pm E1$  Mt y Y2 Mt tiene un rango de incertidumbre entre - L Mt y + U Mt.

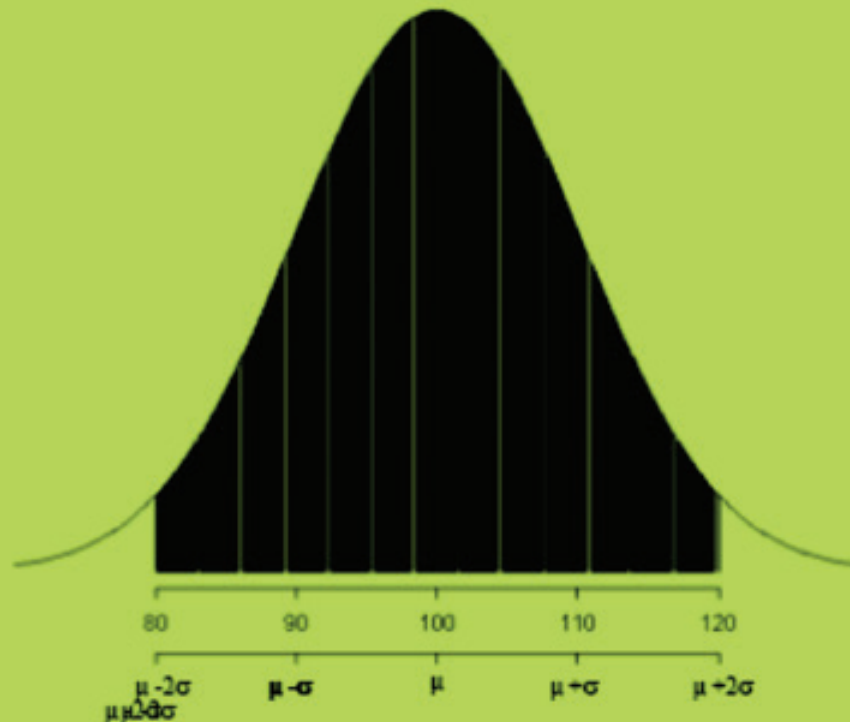
## Buenas Prácticas

En el capítulo 6 de las GBP2000 de IPCC se describen las buenas prácticas al estimar y presentar las incertidumbres asociadas con las estimaciones anuales de emisiones y con las tendencias de las emisiones en el curso del tiempo. Se identifican los tipos de incertidumbre desde el punto de vista de quienes elaboran los inventarios y se muestra cómo obtener dictámenes de expertos de manera coherente. Se ofrecen dos niveles para combinar las incertidumbres por categorías de fuentes en una estimación de la incertidumbre para el total de las emisiones nacionales y se presenta un ejemplo de la aplicación del método de nivel 1. El anexo 1 de las GBP2000 de IPCC, complementa la información con las bases conceptuales del análisis de incertidumbre y el capítulo 5 de las GPB 2003 para el sector UTCUTS del IPCC ofrece información complementaria sobre la manera de evaluar las incertidumbres relativas al sector de UTCUTS.

El enfoque pragmático para producir estimaciones cuantitativas de la incertidumbre consiste en usar las mejores estimaciones accesibles; una combinación de los datos medidos disponibles y el dictamen de expertos.

RECUADRO 5.2.1  
EJEMPLO DE REPRESENTACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE

INTERVALO DE CONFIANZA DE 95%



En *OBP2000* el porcentaje de incertidumbre se expresa como sigue:

$$\% \text{ de incertidumbre} = \frac{\frac{1}{2} (\text{Magnitud del intervalo de confianza } 95\%)}{\mu} \times 100$$

En este ejemplo:

$$\% \text{ de incertidumbre} = \frac{\frac{1}{2} (4\sigma)}{\mu} \times 100 = \frac{2\sigma}{\mu} \times 100 = \frac{20}{100} \times 100 = 20\%$$

Donde:

$\sigma$  = desviación estándar

$\sigma = \sqrt{\text{varianza}} = 10$

$\mu$  = media de la distribución

Obsérvese que en este caso el valor de la incertidumbre es el doble del valor del error estándar relativo (en %) y generalmente se utiliza esta estimación estadística de la incertidumbre relativa.

Figura 3. Ejemplo de representación de la incertidumbre. IPCC 2000

## Identificación de la fuente de incertidumbres.

La incertidumbre estimada de las emisiones procedentes de fuentes individuales es una función de las características del instrumento, la calibración y la frecuencia de muestreo de las mediciones directas, o bien una combinación de las incertidumbres en los factores de emisión para ciertas fuentes típicas y los correspondientes datos de actividad.

Las incertidumbres en los factores de emisión y en los datos de actividad deberían describirse usando las funciones de densidad de probabilidad. Cuando se cuenta con datos para hacerlo, la forma de la función de densidad de probabilidad debería determinarse empíricamente. De lo contrario, será necesario el dictamen de expertos.

Las incertidumbres resultan afectadas por la elección del algoritmo de estimación y esto se refleja en las buenas prácticas, en las cuales los métodos de nivel superior deberían asociarse generalmente con incertidumbres inferiores. En general, las incertidumbres vinculadas con la elección de modelo se reflejarán en los márgenes de incertidumbre derivados del uso en el contexto del modelo elegido. Incertidumbres asociadas con la vigilancia continua de las emisiones.

La vigilancia continua de las emisiones, aunque relativamente rara, suele ser coherente con las buenas prácticas específicas para ciertas categorías de fuentes. En ese caso, puede determinarse directamente la función de densidad de probabilidad, y por lo tanto la incertidumbre en las emisiones dentro de límites de confianza del 95%. Las muestras representativas requieren que el equipo empleado para las mediciones esté instalado y funcione.

Siempre que se proceda de conformidad con los principios y referencias sobre cuestiones de GC/CC, es poco probable que haya correlación de errores en distintos años. Por lo tanto, la función de densidad de probabilidad de la diferencia en las emisiones entre dos años (la incertidumbre de tendencia) estará relacionada simplemente con las funciones de densidad de probabilidad de las emisiones anuales. Suponiendo que ambas funciones de densidad de probabilidad sean normales, la función de densidad de probabilidad de la diferencia en las emisiones será también normal con:

### Ecuación 3. Estimación de la media y la desviación estándar de las emisiones.

#### ECUACIÓN 6.1

$$\text{media} = \mu_1 - \mu_2$$

#### ECUACIÓN 6.2

$$\text{desviación estándar} = (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)^{1/2}$$

donde  $\mu_1$  y  $\mu_2$  son los valores medios de las emisiones en los años  $t_1$  y  $t_2$ , y  $\sigma_1$  y  $\sigma_2$  son las desviaciones estándar de las funciones de densidad de probabilidad de las emisiones en los años  $t_1$  y  $t_2$ . Los límites de confianza del 95% (esta vez, de la media o de la diferencia en las medias) estarán dados por más o menos aproximadamente dos desviaciones estándar<sup>1</sup>.

### Incertidumbres asociadas con la determinación directa de los factores de emisión

En algunos casos, pueden obtenerse mediciones periódicas de las emisiones en un sitio. Si esas mediciones pueden vincularse con datos representativos de actividad, lo cual es crucial, por supuesto, entonces es posible determinar un factor de emisión específico para el sitio, junto con una función de densidad de probabilidad asociada para representar las emisiones anuales.

Puede ser una tarea compleja. Con el fin de lograr representatividad, quizás sea necesario fraccionar (o estratificar) los datos para reflejar condiciones típicas de funcionamiento. Por ejemplo:

- el arranque y el cierre pueden dar tasas de emisión diferentes con respecto a los datos de actividad. En este caso, los datos deberían dividirse, derivando factores de emisión y funciones de densidad de probabilidad separados para condiciones de actividad constante, arranque y cierre.
- los factores de emisión pueden depender de la carga. En este caso, quizás sea necesario estratificar la estimación de las emisiones totales y el análisis de incertidumbre para tomar en cuenta la carga, expresada, por ejemplo, como porcentaje de la capacidad total. Esto podría hacerse mediante análisis de regresión y diagramas de dispersión de la tasa de emisión contra variables de control probables (p.ej., las emisiones frente a la carga), en las que la carga pasaría a ser parte de los datos de actividad necesarios.



- las mediciones tomadas con otro fin quizás no sean representativas. Por ejemplo, las mediciones del metano hechas por razones de seguridad en las minas de carbón y en los vertederos quizás no reflejen las emisiones totales. En tales casos, debería estimarse la relación entre los datos medidos y las emisiones totales para el análisis de incertidumbre.

Si el tamaño de la muestra de datos es lo bastante grande, pueden usarse pruebas estadísticas ordinarias de bondad del ajuste, en combinación con dictámenes de expertos, para ayudar a decidir qué función de densidad de probabilidad usar para describir la variabilidad de los datos (divididos, si es necesario) y cómo determinar sus parámetros. Pero en muchos casos, la cantidad de mediciones a partir de las cuales puede hacerse una inferencia con respecto a la incertidumbre será reducida. Típicamente, mientras haya tres o más puntos de datos y mientras los datos sean una muestra representativa aleatoria de la cantidad de interés, es posible aplicar técnicas estadísticas para estimar los valores de los parámetros de muchas distribuciones de dos parámetros (p.ej., normal, logarítmica normal) que pueden usarse para describir la variabilidad en el conjunto de datos (Cullen y Frey, 1999, págs. 116-117). En muestras de tamaño reducido, habrá grandes incertidumbres con respecto a las estimaciones de parámetros que deberían reflejarse en la cuantificación de la incertidumbre para usar en el inventario de emisiones. Además, típicamente no es posible recurrir a métodos estadísticos para diferenciar la prueba de bondad del ajuste de otras distribuciones de parámetros cuando las muestras son muy pequeñas (Cullen y Frey, 1999, págs. 158-159). Por lo tanto, se requiere mucho criterio para elegir una distribución apropiada de parámetros que convenga a un conjunto de datos muy pequeño. En situaciones en que el coeficiente de variación es inferior a 0,3, una distribución normal puede ser un supuesto razonable (Robinson, 1989).

Cuando el coeficiente de variación es grande y la cantidad no es negativa, puede ser apropiada una distribución sesgada positivamente, como una logarítmica normal. Se ofrece orientación sobre la selección de distribuciones en el Anexo 1, “Base conceptual del análisis de incertidumbre”, y el empleo de dictámenes de expertos en este contexto se resume más adelante en la sección 6.2.5, “Dictamen de expertos”.

#### Incertidumbres asociadas con los factores de emisión extraídos de referencias publicadas

Cuando no se cuenta con datos específicos de sitios, una buena práctica será generalmente preparar estimaciones de emisiones usando factores de emisión extraídos de referencias coherentes con las Directrices del IPCC y las orientaciones de buenas prácticas específicas para distintas categorías de fuentes.

Esos factores habrán sido medidos en circunstancias particulares que se consideran típicas. Habrá incertidumbres asociadas con las mediciones originales y con el uso de los factores en otras circunstancias distintas de las asociadas con las mediciones originales. Es una buena práctica para cada categoría de fuentes alinear la selección de los factores de emisión para minimizar, en la medida de lo posible, esta segunda fuente de incertidumbre. En la orientación específica para categorías de fuentes se indican también, siempre que se pueda, los márgenes de incertidumbre que probablemente estén asociados con el uso de esos factores.

Cuando se emplean tales factores de emisión, las incertidumbres asociadas deberían estimarse a partir de:

- investigaciones originales que contengan datos específicos de países. En cuanto a los factores de emisión basados en mediciones, los datos del programa original de medición pueden permitir una evaluación de la incertidumbre y quizás de la función de densidad de probabilidad. Los programas de medición bien diseñados ofrecerán datos de muestras que abarquen el espectro de tipos de plantas y su mantenimiento, tamaño y antigüedad, de modo que los factores y sus incertidumbres puedan ser usados directamente. En otros casos, será necesario el dictamen de expertos para extrapolar de las mediciones a la población total de muestras en esa categoría particular de fuentes/sumideros;
- Orientación de buenas prácticas. Para la mayoría de los factores de emisión, la orientación de buenas prácticas específica para ciertas categorías de fuentes proporciona estimaciones por defecto de la incertidumbre que deberían usarse a falta de otra información. Salvo que se disponga de claras evidencias de lo contrario, se supone que las funciones de densidad de probabilidad son normales. Sin embargo, el organismo encargado del inventario debería evaluar la representatividad de los valores por defecto para su propia situación. Si se juzga que los valores por defecto no son representativos y que la categoría de fuentes es importante para el inventario, deberían prepararse mejores supuestos basados en dictamen de expertos. Un factor de emisión que sobrestime o subestime las emisiones en el año base probablemente hará lo mismo en los años subsiguientes. Por lo tanto, las incertidumbres debidas a los factores de emisión tenderán a estar correlacionadas a través del tiempo.

### Incertidumbres asociadas con los datos de actividad

Los datos de actividad suelen estar vinculados más estrechamente a la actividad económica que los factores de emisión. Suele haber incentivos de precios y requisitos fiscales bien establecidos para lograr una contabilidad exacta de la actividad económica. Los datos de actividad tienden, por lo tanto, a mostrar menores incertidumbres y menor correlación entre distintos años. Los datos de actividad suelen ser recopilados y publicados regularmente por los organismos nacionales de estadísticas. Es posible que esos organismos ya hayan evaluado las incertidumbres asociadas con sus datos, como parte de sus procedimientos de recopilación de datos. Esas incertidumbres pueden usarse para construir funciones de densidad de probabilidad. No es forzoso que esa información haya sido publicada, de modo que es una buena práctica comunicarse directamente con los organismos de estadísticas. Como en general no se compilan datos de actividad económica con el fin de estimar las emisiones de gases de efecto invernadero, debería evaluarse la aplicabilidad de los datos antes de usarlos.



Los organismos encargados de los inventarios pueden emprender también investigaciones especializadas para recopilar otros datos de actividad, coherentes con las buenas prácticas en la priorización de las actividades orientadas hacia las categorías principales de fuentes (o sea, las categorías de fuentes que influyen de modo importante en el inventario total de gases de efecto invernadero directo, en términos del nivel absoluto de emisiones, la tendencia en las emisiones, o ambos conceptos).

Las funciones de densidad de probabilidad asociadas con los datos de actividad pueden ser difíciles de evaluar. Los procedimientos expuestos en este capítulo deberían aplicarse a la información disponible, de conformidad con las recomendaciones sobre la interpretación de los dictámenes de expertos que figura en la sección siguiente.

### Dictamen de expertos

A falta de datos empíricos, será necesario basar en dictámenes de expertos las estimaciones de la incertidumbre en los factores de emisión o las mediciones directas de las emisiones. Las estimaciones de la incertidumbre en los datos de actividad se basarán a menudo en dictámenes de expertos, informados en la medida de lo posible mediante confrontaciones como las descritas en la sección anterior.

Los expertos son personas que tienen pericia o conocimientos especiales en un campo determinado. Un dictamen es la formulación de una estimación o conclusión a partir de la información presentada o accesible para el experto. Es importante seleccionar los expertos apropiados con respecto a los sectores y las categorías en el inventario de emisiones para el que se necesitan las estimaciones de la incertidumbre.

El objetivo del dictamen de expertos en este caso es elaborar una función de densidad de probabilidad, teniendo en cuenta la información pertinente, tal como:

- ¿La fuente de emisiones es similar a otras fuentes? ¿Cómo se compara probablemente la incertidumbre?
- ¿Hasta qué punto se conoce bien el proceso de emisión? ¿Se han identificado todas las fuentes posibles de emisión?
- ¿Existen límites físicos acerca de cuánto puede variar el factor de emisión? Salvo que el proceso sea reversible, no se puede emitir menos de cero, y esto puede limitar un margen de incertidumbre muy amplio. Las consideraciones sobre el balance de masa u otros datos de proceso pueden fijar un límite superior a las emisiones.
- ¿Las emisiones son coherentes con las concentraciones en la atmósfera? Las emisiones se reflejan en las concentraciones en la atmósfera en escalas específicas para cada sitio y mayores, y esto también puede limitar los posibles índices de emisión.

Se requiere cierta dosis de dictamen de expertos aun cuando se apliquen técnicas estadísticas clásicas a conjuntos de datos, ya que se debe juzgar si los datos son una muestra representativa aleatoria y, en caso afirmativo, qué métodos emplear para analizar esos datos. Esto puede exigir un dictamen tanto técnico como estadístico. Se necesita en especial interpretación para los conjuntos de datos reducidos, muy sesgados o censurados. Los métodos formales para obtener datos de los expertos se conocen como solicitud de dictamen de expertos.

## SESGOS POSIBLES EN LA SOLICITUD DE DICTAMEN DE EXPERTOS

Siempre que sea posible, el dictamen de expertos con respecto a la incertidumbre debería obtenerse usando un protocolo apropiado. Una vez identificados los expertos, deberían diseñarse protocolos de solicitud de dictamen para superar los sesgos que pueden introducir las reglas empíricas (a veces llamadas heurística) que usan los expertos al formular juicios acerca de la incertidumbre.

Los sesgos inconscientes más comunes introducidos por las reglas empíricas son:

- **el sesgo de la disponibilidad.** Consiste en basar los dictámenes en los resultados que se recuerdan más fácilmente.
- **el sesgo de la representatividad.** Consiste en basar los dictámenes en datos y experiencia limitados sin considerar plenamente otras evidencias pertinentes.
- **el sesgo de anclaje y ajuste.** Consiste en fijarse en un valor determinado en una escala y realizar ajustes insuficientes a partir del mismo al construir tercera fuente potencial de sesgo, es importante pedir al experto que emita primero sus juicios acerca de los valores extremos, antes de una estimación de la incertidumbre.

Para contrarrestar las dos primeras fuentes potenciales de sesgos, en los protocolos de solicitud de dictamen debería incluirse un examen de las indicaciones pertinentes. Cuando un experto indica un rango demasiado estrecho de valores, se habla de 'exceso de confianza'. A menudo los expertos subestiman sistemáticamente las incertidumbres, según Morgan y Henrion (1990). Conviene evitar el exceso de confianza para no subestimar la verdadera incertidumbre.

Existe también la posibilidad de sesgos más conscientes:

- el sesgo por motivación es el deseo de un experto de influir en un resultado o evitar la contradicción con posturas anteriores sobre una cuestión;
- el sesgo de experto surge del deseo de un experto no calificado de aparecer como un verdadero especialista en la materia. Esto llevaría típicamente a estimaciones de la incertidumbre con exceso de confianza;
- el sesgo gerencial es una situación en la cual un experto emite dictámenes para alcanzar los objetivos de la organización, en vez de juicios que reflejen el estado real de los conocimientos con respecto a una entrada de inventario;



- el sesgo de selección se produce cuando el organismo encargado del inventario elige un experto que dice lo que el organismo quiere oír.

El mejor modo de evitar estos sesgos es ser cuidadoso en la selección de los expertos.

Los dictámenes de expertos pueden solicitarse a personas o grupos. Los grupos pueden ser útiles para intercambiar conocimientos y por ende podrían ser parte de la motivación, estructuración y etapas de condicionamiento de la solicitud. Pero la dinámica de grupo puede introducir otros sesgos. Por eso suele ser preferible solicitar dictámenes a título individual.

## UN PROTOCOLO PARA LA SOLICITUD DE DICTAMEN DE EXPERTOS

Un ejemplo de protocolo muy conocido para la solicitud de dictamen de expertos es el protocolo Stanford/SRI.

A continuación se describen sus cinco etapas

- motivación: Establezca relación con el experto y describa el contexto de la solicitud de dictamen. Explique el método de solicitud que se va a usar y la razón por la que fue diseñado así. El solicitante debería tratar de explicar también al experto los sesgos que se producen con más frecuencia e identificar posibles sesgos en el experto;
- estructuración: Defina claramente las cantidades sobre las que se solicita dictamen, incluso, por ejemplo, el año y el país, la categoría de fuentes de emisión, el lapso medio que se va a usar (un año), el enfoque sobre la incertidumbre en el valor medio de los factores de emisión y la estructura del modelo de inventario de emisión. Identifique claramente los factores y supuestos condicionantes (p.ej. las emisiones deberían corresponder a condiciones típicas promediadas en un período de un año);
- condicionamiento: Conjuntamente con el experto, determine todos los datos, modelos y teoría pertinentes que correspondan a la cantidad sobre cuya incertidumbre se requiere el dictamen;
- codificación: Solicite el dictamen del experto con respecto a la incertidumbre. En la sección siguiente sobre la codificación se describen algunos otros métodos que pueden usarse alternativamente;
- verificación: Analice la respuesta del experto y comuníquele la conclusión a la que se ha llegado con respecto a su dictamen. ¿Se ha codificado realmente lo que quería decir el experto? ¿Hay incoherencias en el dictamen del experto?

## MÉTODOS PARA CODIFICAR LOS DICTÁMENES DE EXPERTOS

El método que se use en la etapa de codificación debería depender de la familiaridad del experto con las distribuciones de probabilidad. Algunos métodos que se utilizan corrientemente son:

- valor fijo: Estime la probabilidad de que sea superior (o inferior) a un valor arbitrario y repítalo, típicamente, tres o cinco veces. Por ejemplo, ¿cuál es la probabilidad de que un factor de emisión sea inferior a 100?;
- probabilidad fija: Estime el valor asociado con una probabilidad determinada de que sea superior (o inferior). Por ejemplo, ¿cuál es el factor de emisión tal que sólo haya un 2,5 % de probabilidad (o sea una oportunidad sobre 40) de que el factor de emisión pueda ser inferior (o superior) a ese valor?;
- métodos de intervalo: Este método se concentra en la mediana y los cuartiles. Por ejemplo, se pediría al experto que elija un valor del factor de emisión tal que sea igualmente probable que el verdadero factor de emisión sea inferior o superior a ese valor. Esto da la mediana. Luego el experto dividiría el rango inferior en dos lotes tales que a su juicio será igualmente probable (25 % de probabilidad) que el factor de emisión caiga en uno u otro lote, y esto se repetiría en el otro extremo de la distribución. Por último, podría usarse el método de la probabilidad fija o el del valor fijo para obtener dictámenes para los valores extremos;
- trazado de gráficos: El experto traza sus propias distribuciones. Esto debería usarse con cuidado, porque algunos expertos confían demasiado en su propio conocimiento de las distribuciones de probabilidad.

A veces el único dictamen de expertos disponible consistirá en un rango, quizás citado junto con el valor más probable. En tales circunstancias, se aplican las siguientes reglas:

- Cuando los expertos sólo aportan un valor límite superior e inferior, suponga que la función de densidad de probabilidad es uniforme y que el rango corresponde al intervalo de confianza del 95%.
- Cuando los expertos ofrecen también el valor más probable, suponga una función de densidad de probabilidad triangular usando los valores más probables como la moda y suponiendo que los valores límites superior e inferior excluyen cada uno el 2,5% de la población. No es necesario que la distribución sea simétrica.





El carácter subjetivo de los dictámenes de expertos aumenta la necesidad de procedimientos de garantía de la calidad y control de calidad para mejorar la comparabilidad de las estimaciones de la incertidumbre entre países.

Por lo tanto, los dictámenes de expertos deberían documentarse como parte del proceso nacional de archivo y se alienta a los organismos encargados de los inventarios a examinar los dictámenes de expertos, en particular para las categorías principales de fuentes. La documentación debería contener:

- el número de referencia del dictamen;
- la fecha;
- la(s) persona(s) participante(s) y su afiliación;
- la cantidad que se juzga;
- la base lógica del dictamen, incluso todo dato tomado en consideración;
- la distribución de probabilidad resultante, o el rango y el valor más probable y la distribución de probabilidad deducida en consecuencia;
- la identificación de todo examinador externo;
- los resultados de todo examen externo;
- la aprobación del organismo encargado del inventario, especificando la fecha y la persona.

## MÉTODOS PARA COMBINAR INCERTIDUMBRES

Una vez determinadas las incertidumbres en las categorías de fuentes, las mismas pueden combinarse para brindar estimaciones de la incertidumbre para todo el inventario en cualquier año y la incertidumbre en la tendencia general del inventario a través del tiempo.

La ecuación de propagación de errores, ofrece dos reglas convenientes para combinar las incertidumbres no correlacionadas mediante adición y multiplicación:

- Regla A: Cuando las cantidades inciertas se van a combinar por adición, la desviación estándar de la suma será la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las desviaciones estándar de las cantidades que se suman, con todas las desviaciones estándar expresadas en términos absolutos (esta regla es exacta para las variables no correlacionadas).

Usando esta interpretación, puede derivarse una ecuación simple para la incertidumbre de la suma, que cuando se expresa en términos de porcentaje se convierte en:

#### Ecuación 4 Combinación de incertidumbres por adición

$$\text{ECUACIÓN 6.3}$$
$$U_{\text{total}} = \frac{\sqrt{(U_1 \cdot x_1)^2 + (U_2 \cdot x_2)^2 + \dots + (U_n \cdot x_n)^2}}{x_1 + x_2 + \dots + x_n}$$

Donde:

$U_{\text{total}}$  es la incertidumbre porcentual en la suma de las cantidades (la mitad del intervalo de confianza del 95% dividido por el total (o sea, la media) y expresada como porcentaje);

$x_i$  y  $U_i$  son las cantidades inciertas y las incertidumbres porcentuales asociadas con ellas, respectivamente.

• Regla B: Cuando las cantidades inciertas se van a combinar por multiplicación, se aplica la misma regla, excepto que todas las desviaciones estándar deben expresarse como fracciones de los valores medios apropiados (esta regla es aproximativa para todas las variables aleatorias).

También puede derivarse una ecuación simple para la incertidumbre del producto, expresada en términos porcentuales:

#### Ecuación 5. Combinación de Incertidumbres por producto

$$\text{ECUACIÓN 6.4}$$
$$U_{\text{total}} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}$$

Donde:

$U_{\text{total}}$  es la incertidumbre porcentual en el producto de las cantidades (la mitad del intervalo de confianza de 95% dividida por el total y expresada como porcentaje);

$U_i$  son las incertidumbres porcentuales asociadas con cada una de las cantidades.

El inventario de gases de efecto invernadero es principalmente la suma de los productos de los factores de emisión y los datos de actividad. Por lo tanto, las reglas A y B pueden usarse repetidamente para estimar la incertidumbre del inventario total. En la práctica, las incertidumbres encontradas en las categorías de fuentes del inventario varían desde unos pocos puntos porcentuales hasta órdenes de magnitud, y pueden correlacionarse.

Esto no es coherente con los supuestos de las reglas A y B de que las variables no están correlacionadas con una desviación estándar de menos de un 30% de la media, pero en tales circunstancias, aún pueden usarse las reglas A y B para obtener un resultado aproximativo. Otra alternativa es usar una simulación estocástica (el método de Monte Carlo), que puede combinar incertidumbres con cualquier estructura de distribución de probabilidad, rango y correlación, siempre que hayan sido debidamente cuantificadas. Así, se describen a continuación dos niveles de análisis de la incertidumbre:

- Nivel 1: Estimación de las incertidumbres por categoría de fuentes usando la ecuación de propagación de errores mediante las reglas A y B y una combinación simple de las incertidumbres por categoría de fuentes para estimar la incertidumbre general para un año y la incertidumbre en la tendencia.
- Nivel 2: Estimación de las incertidumbres por categoría de fuentes usando el análisis de Monte Carlo, seguido del uso de técnicas de Monte Carlo para estimar la incertidumbre general para un año y la incertidumbre en la tendencia.

El análisis de Monte Carlo puede usarse también de manera limitada dentro del nivel 1 para combinar incertidumbres en los datos de actividad y los factores de emisión que tienen distribuciones de probabilidad muy amplias o no normales, o ambas. Este enfoque puede ayudar también a tratar categorías de fuentes dentro del nivel 1 que se han estimado mediante modelos de proceso, en vez del cálculo clásico de “factor de emisión por datos de actividad”.

## INFORMACIÓN GENERAL SOBRE EL ANÁLISIS DE MONTE CARLO

El análisis de Monte Carlo permite seleccionar valores aleatorios de los parámetros de las estimaciones y de los datos de actividad a partir de las funciones de distribución de probabilidad (FDP) y calcular la variación correspondiente en el carbono almacenado (o equivalente de carbono). El procedimiento debe repetirse muchas veces para lograr obtener el valor medio y el rango de incertidumbre (por ejemplo, las FDP para las emisiones y las absorciones) resultante de la varianza de las variables del modelo inicial que representan las FDP. El análisis de Monte Carlo puede realizarse para cada categoría, para la agregación de categorías o para el inventario en general.

La varianza de las variables iniciales se cuantifica mediante las funciones de distribución de probabilidad que indican los valores que pueden adquirir las variables. Puede que las FDP deban truncarse si se sabe que algunos umbrales intervienen en las variables iniciales. Por ejemplo, las estimaciones relativas al carbono del suelo de base podrían ser reducidas pero nunca llegar a tener un valor negativo (los suelos no pueden tener menos del 0% de carbono). Por tanto, una distribución en que se utilizan valores negativos debe ser truncada a 0, si bien los valores positivos y negativos son muy representativos cuando un procedimiento puede llevar a un término de fuente o de sumidero.

Las FDP pueden basarse en datos de actividad, en el dictamen de expertos o en una combinación de ambos y relacionarse para indicar las interdependencias, especialmente las correlaciones que se producen en el tiempo o entre los gases respecto de los datos de actividad y las correlaciones entre los factores de gestión. Si no se tienen en cuenta esas interdependencias, la incertidumbre estimada puede ser demasiado grande o demasiado pequeña, dependiendo de las correlaciones, y los resultados pueden ser poco indicativos.

Una vez elaboradas las FDP, el análisis de Monte Carlo se realiza mediante un proceso iterativo. Se selecciona de manera aleatoria un conjunto de valores de cada FDP, y luego se aplica el modelo utilizando los valores con que se obtiene una estimación para el resultado que interesa. Por último, el proceso se repite una y otra vez y se logra una FDP para la estimación del inventario en su conjunto.

## ESTIMACIÓN DE LAS INCERTIDUMBRES EN LOS NIVELES Y LAS TENDENCIAS

Como cualquier método, el análisis de Monte Carlo proporciona únicamente resultados óptimos si se aplica adecuadamente, y los resultados sólo serán válidos si los datos iniciales, incluidas las FDP, las correlaciones y los dictámenes de expertos, son representativos. El enfoque de Monte Carlo consta de cinco etapas bien diferenciadas. Solamente las dos primeras etapas requieren un esfuerzo del analista, puesto que para el resto se utilizan programas informáticos.

Etapa 1: Evaluar las incertidumbres específicas de las variables iniciales. Esto comprende la estimación de parámetros y de los datos de actividad de UTCUTS, las medias correspondientes, las funciones de distribución de probabilidad (FDP) y cualquier correlación. Ejemplo de análisis de la incertidumbre, del presente capítulo. Para obtener indicaciones sobre la evaluación de las correlaciones véase a continuación.

Etapa 2: Configurar el programa informático. La fórmula para calcular el inventario de las emisiones, las FDP y los valores de correlación deberían configurarse en el programa de Monte Carlo. El programa informático ejecuta las etapas siguientes. En algunos casos el organismo encargado del inventario puede decidir crear sus propios sistemas para simular el método de Monte Carlo, basándose en programas estadísticos.

Etapa 3: Seleccionar los valores iniciales. Normalmente, los valores iniciales equivalen a las estimaciones que, siguiendo las buenas prácticas, se utilizan para los cálculos. Aquí empiezan las iteraciones. Para cada dato inicial se selecciona, de manera aleatoria, un número de la FDP de la variable considerada.



Etapa 4: Estimar el carbono almacenado. Las variables que se seleccionaron en la etapa 3 sirven para estimar el carbono almacenado para el año de base y para el año en curso (por ejemplo, el principio y el final del período que se haya elegido para el inventario; año  $t-20$  y año  $t$ ) basándose en los valores iniciales. Etapa 5: Repetir y comprobar los resultados. El total calculado en la Etapa 4 se almacena, y luego se repite el proceso desde la Etapa 3. La media de los totales almacenados da una estimación del carbono almacenado, y la variabilidad equivale a la incertidumbre. En este tipo de análisis son necesarias varias repeticiones. El número de iteraciones puede fijarse de dos maneras: se determina a priori el número de veces que se va a aplicar el modelo, por ejemplo 10.000, y se activa la simulación hasta alcanzar el número de iteraciones establecido, o se espera a que el promedio se sitúe en un valor relativamente estable antes de finalizar la simulación. El método de Monte Carlo permite además estimar las incertidumbres en la tendencia (a saber, los cambios que se producen cada dos años) originadas por las actividades de UTCUTS. El procedimiento es sencillamente una extensión del que se acaba de exponer. Debe prepararse el análisis de Monte Carlo para estimar el carbono almacenado para los dos años al mismo tiempo.

Las etapas son las mismas que las descritas previamente, salvo algunas modificaciones en las Etapas 1 y 2:

Etapa 1: El procedimiento es el mismo que el descrito anteriormente, salvo que se realiza para el año de base y para el año en curso. Por tanto, han de tenerse en cuenta otras interdependencias. Para muchas categorías del sector de UTCUTS se utilizará el mismo factor de emisión para cada año considerado (es decir, que los factores de emisión para ambos años presentan una correlación del 100%). Los datos de actividad relativos al uso de la tierra y las emisiones están correlacionados en el tiempo, lo que deberá representarse igualmente en el modelo.

Etapa 2: El programa informático deberá prepararse como se ha descrito anteriormente, excepto que las FDP deberán tener en cuenta la relación entre el carbono almacenado durante el año de base y el año en curso. Si se considera que los datos iniciales presentan una correlación del 100% entre los años considerados (como ocurre con muchos de los parámetros para las estimaciones relativas al sector de UTCUTS), se utilizará el mismo valor aleatorio para obtener los valores de los factores de emisión a partir de las FDP de ambos años.

## EVALUACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DE CADA UNO DE LOS DATOS DEL INVENTARIO A LA INCERTIDUMBRE GENERAL

Lo ideal es que los esfuerzos para caracterizar la incertidumbre de los datos de un inventario deberían ser proporcionales a su importancia en la evaluación de la incertidumbre general. Se desperdiciarían los escasos recursos si se dedicara mucho tiempo a recopilar datos y dictámenes de expertos sobre una categoría de fuentes o de sumideros que contribuye muy poco a la incertidumbre general.

Por ello, el IPCC motiva a los países a que identifiquen para una categoría determinada qué tipo de información inicial influye especialmente en la incertidumbre general del inventario a fin de priorizar las mejoras. Asimismo, se limitaría la evaluación si no se destinaran los recursos necesarios para cuantificar las incertidumbres asociadas a los datos iniciales especialmente sensibles respecto de la incertidumbre general del inventario.

Muchos analistas abogan por un enfoque en el que la primera iteración del análisis de la incertidumbre consiste en evaluar las principales fuentes de incertidumbre. La información que se obtenga contribuirá a mejorar la evaluación de la incertidumbre general y será de gran utilidad para la documentación. Los métodos que permiten evaluar la importancia de los datos iniciales se describen en manuales de referencia como Morgan y Henrion (1990), Cullen y Frey (1999), y otros.

## ESPECIFICACIÓN DE LAS DEPENDENCIAS Y DE LAS CORRELACIONES ENTRE LOS DATOS INICIALES DE UN INVENTARIO

Una cuestión esencial que los analistas deben tener en cuenta al elaborar un análisis probabilístico es determinar si existen dependencias o correlaciones entre los datos iniciales del modelo. Teóricamente es preferible definir el modelo para que los datos iniciales sean lo más independientes posibles desde el punto de vista estadístico. Por tanto, en lugar de estimar las incertidumbres por separado para cada subcategoría de las actividades de UTCUTS, parece más adecuado estimar la incertidumbre de las categorías agregadas para las que pueda disponerse de buenas estimaciones y verificaciones.

Las dependencias, si existen, tal vez no sean siempre pertinentes para la evaluación de las incertidumbres. Las dependencias entre los datos iniciales solamente deberán considerarse cuando se producen entre dos datos iniciales sobre los que repercute especialmente la incertidumbre y cuando las dependencias son suficientemente grandes. Por el contrario, las dependencias poco significativas entre los datos iniciales, o las dependencias relevantes entre datos iniciales que no resulten afectados por la incertidumbre del inventario, serán relativamente irrelevantes para el análisis. Ahora bien, algunas interdependencias son importantes, y si no se tienen en cuenta estas relaciones pueden obtenerse resultados inciertos.

Las dependencias pueden evaluarse analizando la correlación entre las variables de los datos iniciales a partir de análisis estadísticos. Por ejemplo, en Ogle et al. (2003) se describen las dependencias entre los factores de gestión de las tierras de cultivo, que se estimaron a partir de una simple serie de datos de un solo modelo de regresión, determinando la covarianza entre los factores relativos a la gestión de la reducción de cultivo y de la ausencia de cultivo y, a su vez, utilizando la información para obtener los valores de los factores de las tierras de cultivo con una correlación adecuada durante la simulación del modelo de Monte Carlo. Debería considerarse la probabilidad de que existan correlaciones entre las variables de los datos iniciales y concentrarse en las correlaciones que pudieran presentar las mayores dependencias (p. ej., la aplicación de los factores de gestión a una misma actividad durante varios años de un inventario, o las correlaciones entre las actividades de gestión de un año para otro). Se tratan otras cuestiones y se describen otros ejemplos en Cullen y Frey (1999) y en Morgan y Henrion (1990). Dichos documentos contienen además listas de referencias en las que se citan obras pertinentes.





# Módulo 6.

## CÓMO ESTABLECER PROCEDIMIENTOS DE Garantía de Calidad /Control de Calidad (GC/CC) Y COMUNICAR LOS RESULTADOS EN UN INVENTARIO ESTATAL DE GEI?

Un programa de actividades de GC/CC contribuye a los objetivos de orientación sobre las buenas prácticas, o sea a mejorar la transparencia, coherencia, comparabilidad, exhaustividad y confianza en los inventarios nacionales o estatales de estimaciones de las emisiones.

Los resultados del proceso de GC/CC pueden conducir a una reevaluación de las estimaciones de la incertidumbre en los inventarios o en las categorías de fuentes. Por ejemplo, si se encuentra que la calidad de los datos es inferior a lo que se pensaba y esta situación no puede corregirse en el marco temporal del inventario actual, deberían evaluarse nuevamente las estimaciones de la incertidumbre.

### Algunas definiciones

Las expresiones ‘control de calidad’ y ‘garantía de la calidad’ suelen usarse incorrectamente. En lo que se refiere a la estimación de inventarios de emisiones/remociones de Gases de efecto invernadero y de acuerdo con las guías de buenas prácticas GBP del IPCC, se usarán las definiciones de CC y GC que se muestran a continuación

### DEFINICIÓN DE GC/CC

El control de calidad (CC) es un sistema de actividades técnicas habituales para medir y controlar la calidad del inventario durante su preparación. El sistema de CC está destinado a:

- i) prever exámenes habituales y coherentes para asegurar la integridad, corrección y exhaustividad de los datos;
- ii) identificar y reparar errores y omisiones;
- iii) documentar y archivar material de inventario y registrar todas las actividades de CC.

Las actividades de CC abarcan métodos generales como los exámenes de exactitud sobre la adquisición y cálculos de datos

y el uso de procedimientos normalizados aprobados para calcular emisiones, hacer mediciones, estimar las incertidumbres, archivar información y presentar los resultados. Las actividades de CC de nivel superior comprenden revisiones técnicas de las categorías de fuentes, de los datos de actividad y factores de emisión y de los métodos.

Las actividades de GARANTÍA DE LA CALIDAD (GC) incluyen un sistema planificado de procedimientos de revisión aplicados por personal que no participe directamente en el proceso de compilación/preparación del inventario. Deberían realizarse revisiones, preferiblemente a cargo de terceros independientes, sobre un inventario concluido, después de la aplicación de los procedimientos de CC. Mediante las revisiones se verifica que se han alcanzado los objetivos de calidad, se asegura que el inventario representa las mejores estimaciones posibles de las emisiones y sumideros dado el estado actual de los conocimientos científicos y los datos disponibles, y se sustenta la efectividad del programa de CC.

## VERIFICACIÓN

Definición para los inventarios: La verificación se refiere al conjunto de actividades y procedimientos que pueden llevarse a cabo durante la planificación y la elaboración de un inventario, o después de terminarlo, y que puede contribuir a establecer su confiabilidad para los usos que se le pretende dar a ese inventario. Generalmente se emplean métodos ajenos al inventario para comprobar la veracidad del inventario, entre ellos comparaciones con estimaciones realizadas por otros organismos o con mediciones de las emisiones y las absorciones determinadas a partir de las concentraciones atmosféricas o gradientes de concentración de esos gases

Una de las primeras recomendaciones del IPCC es la elaboración de un plan de control y aseguramiento de la calidad, es decir determinar qué técnicas deberían usarse y dónde y cuándo se aplicarán antes de implantar actividades de GC/CC.

También sugieren las consideraciones técnicas y prácticas a tener en cuenta al adoptar estas decisiones, en general se resalta que las consideraciones prácticas parten de la evaluación de las circunstancias nacionales/estatales tales como los recursos y las competencias técnicas disponibles así como las características recursos y las competencias técnicas disponibles así como las características particulares del inventario. Además, el nivel de las actividades de GC/CC debería ser compatible con los métodos o niveles usados para estimar las emisiones en cada categoría de fuentes. Finalmente, se resalta que los recursos deberían concentrarse en áreas prioritarias, como las categorías clave de fuentes/sumideros y en las categorías de fuentes/sumideros para las que se han producido cambios en los métodos o en la adquisición de datos desde la última compilación del inventario.



## Los procedimientos de GC/CC para el sector UTCUTS

Los métodos de inventario aplicables al sector de UTCUTS requieren una orientación de buenas prácticas específica para GC/CC. La diferencia primordial entre el sector de CUTC y otros sectores tratados en las Directrices del IPCC (IPCC, 1997) es que el sector de UTCUTS se centra en el cálculo de las emisiones y absorciones netas.

En concreto, en el sistema de GC/CC ha de tenerse en cuenta que el sector de UTCUTS es único porque lo mismo puede absorber CO<sub>2</sub> que liberarlo a la atmósfera. Sin embargo, en lo que concierne a GC/CC de un inventario, existen consideraciones más importantes en el sector de UTCUTS que se centran en la complejidad de los datos necesarios para preparar estimaciones exactas de emisiones y absorciones debidas a UTCUTS. A continuación, se señalan cuatro características importantes de los métodos del inventario de UTCUTS que suelen influir en la GC y el CC.

- **Representatividad de los datos de entrada:** Las actividades de UTCUTS afectan a grandes superficies geográficas. Dada la extensión de estas superficies –además de la compleja naturaleza de los procesos biológicos que en ellas tienen lugar–, no resulta práctico basar la preparación de inventarios nacionales únicamente en las mediciones directas de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero. Por consiguiente, los inventarios se basan en datos obtenidos mediante muestreo en mediciones de campo y estudios de la tierra. Además, no es probable que se tome un conjunto de muestras completo cada año, sino que se suelen tomar periódicamente (p. ej., cada cuatro años). También pueden ampliarse las muestras con datos obtenidos por teledetección, que permiten una cobertura más completa.

- **Necesidad de datos históricos:** Las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero relacionadas con UTCUTS representan una función de las actividades del uso de la tierra en el pasado y que siguen afectando a las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> actuales (es decir, del año del inventario). Por lo tanto, el uso de la tierra y las actividades forestales tanto pasadas como actuales inciden en las emisiones y absorciones actuales. Por esta razón, se necesitan datos históricos suficientes para calcular las emisiones actuales y, por consiguiente, los conjuntos de datos utilizados en el sector de UTCUTS pueden abarcar un período histórico más largo que otras categorías de fuentes (p. ej., entre 20 y 100 años). Sin embargo, muchos países tienen la ventaja de haber recogido datos forestales y datos sobre otros usos de la tierra durante un largo período, por lo que pueden disponer de fuentes de datos detallados y completos, aunque no siempre exactos.

- **Interacciones complejas y variabilidad de los procesos biológicos:** Debido a las interacciones complejas y a la variabilidad inherente a los procesos biológicos que tienen lugar en bosques, suelos y otros componentes de UTCUTS se puede necesitar modelos más complejos que los empleados para estimar las emisiones de la mayoría de las demás categorías de fuentes. Puede que los datos, supuestos y demás características de los modelos no siempre sean transparentes. En la GC y en el CC hay que documentar las características y los supuestos del modelo, comprobar los datos de salida del modelo, identificar las áreas que se han de mejorar, comprobar los algoritmos del modelo y documentar los resultados de estos exámenes.

- **Variabilidad en la magnitud y naturaleza de los datos:** Las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero pueden ser pequeños flujos netos que resultan de grandes flujos brutos o de diferencias entre grandes reservas, por ejemplo, cambios lentos en las grandes reservas de carbono orgánico en los suelos. Además, según el tipo de actividad, se experimentarán diferentes tipos de cambios. Por ejemplo, es probable que la gestión forestal implique cambios pequeños y dispersos por unidad de superficie en grandes zonas, mientras que la deforestación a gran escala provoca emisiones netas relativamente grandes e inmediatas. Por estas razones, en los procedimientos de GC/CC se debería evaluar si los métodos seleccionados son apropiados para la estimación de los gases de efecto invernadero en cada caso, desde las mediciones directas hasta los modelos más complejos.

## CONSIDERACIONES PRÁCTICAS AL ELABORAR SISTEMAS DE GC/CC

Para implantar procedimientos de GC/CC se requieren recursos, competencia técnica y tiempo. Al elaborar cualquier sistema de GC/CC, se prevé que será necesario adoptar criterios sobre los puntos siguientes:

- Los recursos asignados al CC para diferentes categorías de fuentes/sumideros y el proceso de compilación;
- El tiempo asignado para realizar los exámenes y revisiones de las estimaciones de las emisiones;
- La disponibilidad y el acceso a la información sobre datos de actividad y factores de emisión, comprendida la calidad de los datos;
- Los procedimientos para asegurar la confidencialidad de la información sobre el inventario y las categorías de fuentes, cuando se requiera;
- Las necesidades de archivar información;
- La frecuencia de los exámenes de GC/CC sobre diferentes partes del inventario;
- El nivel de CC apropiado para cada categoría de fuentes;
- Si un mayor esfuerzo en materia de CC determinará mejores estimaciones de las emisiones y menores incertidumbres;
- Si se cuenta con competencia técnica suficiente para practicar los exámenes y revisiones.



El sistema de GC/CC es en la práctica parte del proceso integral de preparación de inventarios y en consecuencia padece de las limitaciones del proceso de planeación, siendo la principal barrera que los organismos encargados de los inventarios no disponen de recursos ilimitados. Por lo anterior es necesario equilibrar las necesidades de control de calidad, más exactitud y menos incertidumbre con los requerimientos de puntualidad y rentabilidad. Todo el sistema de buenas prácticas busca alcanzar ese equilibrio y permitir un mejoramiento continuo de las estimaciones para los inventarios.

En el sistema de GC/CC, las buenas prácticas aseguran un mayor esfuerzo hacia las categorías clave de fuentes/sumideros y las categorías de fuentes en que se han producido recientemente cambios en los datos y metodológicos que hacia otras categorías de fuentes que no son categorías clave o que tienen un comportamiento sin novedades en la metodología o los datos. Dado que no es probable que los organismos encargados de los inventarios tengan suficientes recursos para ejecutar todos los procedimientos de GC/CC que proponen las guías de buenas prácticas del IPCC para cada una las categorías de fuentes/sumideros, no es necesario aplicar todos esos procedimientos todas las categorías ni para cada año.

Por ejemplo, los procesos de recolección de datos realizados por las agencias nacionales de estadística probablemente no se modificarán mucho de un año a otro. Una vez que el organismo encargado del inventario ha determinado qué controles de calidad se aplican, evaluado la incertidumbre de esos datos y documentado los detalles para referencia en inventarios futuros, no es necesario volver cada año sobre este aspecto del procedimiento de CC.

Pero es una buena práctica examinar periódicamente la validez de esa información, ya que pueden producirse cambios en el tamaño de la muestra, los métodos de compilación o la frecuencia en la compilación de los datos.

La frecuencia óptima de esos exámenes dependerá de las circunstancias nacionales/estatales. Si bien concentrarse en las actividades de GC/CC sobre las categorías claves de fuentes/sumideros conducirá a las mejoras más importantes en las estimaciones generales del inventario, es una buena práctica planificar la realización de por lo menos los procedimientos generales resumidos en la sección 8.6, “Procedimientos generales de CC (nivel 1)”, en todas las partes del inventario durante cierto período.

Quizás algunas categorías de fuentes requieran GC/CC más frecuentes que otras, por su **importancia en las estimaciones totales del inventario, su aporte a las tendencias en las emisiones** en el curso del tiempo o **cambios en los datos o características de la categoría de fuentes**, incluso **el nivel de incertidumbre**. Por ejemplo, si se producen adelantos tecnológicos en una categoría de fuentes, es una buena práctica realizar un examen a fondo de CC en las fuentes de datos y en el proceso de compilación para asegurarse de que los métodos de inventario siguen siendo apropiados.

Se admite que las necesidades de recursos pueden ser mayores en las etapas iniciales de aplicación de cualquier sistema de GC/CC que en los años subsiguientes. A medida que se desarrolle capacidad para ejecutar los procedimientos de GC/CC en el organismo encargado del inventario y en otras organizaciones asociadas, cabe esperar mejoras en la eficiencia.

El IPCC considera que las actividades mínimas de GC/CC para toda compilación de inventarios están resumidos en la tabla 8.1 “Procedimientos generales de CC de nivel 1 para los inventarios” de la GBP del IPCC 2000 y se complementan con una revisión de las estimaciones del inventario por especialistas en la materia.

Los procedimientos generales no requieren ninguna competencia técnica adicional, aparte de la necesaria para elaborar las estimaciones y compilar el inventario y deberían ser aplicados a las estimaciones preparadas usando métodos de nivel 1 o superior para las categorías de fuentes.

También es una buena práctica realizar una revisión del informe final del inventario por una persona que no haya intervenido en la compilación, aun si el inventario hubiese sido compilado usando sólo métodos de nivel 1. Sin embargo, en algunos casos, la disponibilidad de competencias técnicas apropiadas puede limitar el grado de independencia de las revisiones por expertos.

El proceso de GC/CC está destinado a asegurar transparencia y calidad. El IPCC recomienda aplicar procesos de CC más amplios y de revisión más rigurosos si se han empleado métodos de nivel superior.

Puede haber algunas cuestiones relativas al inventario que suponen información confidencial, en este caso el organismo encargado del inventario debería aplicar durante un proceso de revisión procedimientos para asegurar que los revisores respeten esa confidencialidad.





## ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE GC/CC

A continuación se indican los principales elementos que el IPCC propone que hay que considerar en la elaboración del sistema de GC/CC que se aplicará para rastrear la compilación de inventarios:

- un organismo encargado del inventario, responsable de coordinar las actividades de GC/CC;
- un plan de GC/CC;
- procedimientos generales de CC (nivel 1);
- procedimientos específicos de CC para cada categoría de fuentes (nivel 2);
- procedimientos de revisión de la GC;
- procedimientos de presentación de resultados, documentación y archivo.

A los fines del sistema de GC/CC, el enfoque de CC de nivel 2 incluye todos los procedimientos de nivel 1 más otras actividades específicas de ciertas categorías de fuentes.

## ORGANISMO ENCARGADO DEL INVENTARIO

El organismo encargado del inventario es responsable de coordinar las actividades de GC/CC para el inventario nacional.

El organismo encargado del inventario puede asignar responsabilidades para implantar y documentar esos procedimientos de GC/CC a otros organismos u organizaciones.

El organismo encargado del inventario debería asegurar que las otras organizaciones que intervienen en la preparación del inventario se ajusten a los procedimientos de GC/CC aplicables.

El organismo encargado del inventario es responsable también de asegurar que se elabore y aplique el plan de GC/CC.

Es una buena práctica que el organismo encargado del inventario designe un coordinador de GC/CC, quien sería responsable de asegurar que se cumpla con los objetivos del programa de GC/CC.

## PLAN DE GC/CC

El IPCC propone como una buena práctica elaborar un plan de GC/CC dado que es un elemento fundamental de un sistema de GC/CC.

En este sentido, el plan debería resumir, en general, las actividades de GC/ CC que se ejecutarán e incluir un calendario programado en el que se detalle la elaboración del inventario desde su preparación inicial hasta su presentación final en cualquier año. Debería contener un esbozo de los procesos y un calendario para revisar todas las categorías de fuentes.

El plan de GC/CC es un documento interno para organizar, planificar y aplicar actividades de GC/ CC. Una vez formulado, puede ser usado como referencia y para la subsiguiente preparación de inventarios, o modificado según sea necesario (es decir, cuando se produzcan cambios en los procesos o por consejo de revisores independientes). Ese plan debería estar expuesto a revisión externa.

Al elaborar y aplicar el plan de GC/CC, quizás sea útil hacer referencia a las normas y directrices publicadas por la Organización Internacional de Normalización (ISO), entre ellas la serie ISO 9000 (véase el recuadro 8.2).

Aunque las normas ISO 9000 no han sido concebidas específicamente para los inventarios de emisiones, algunos países las han aplicado para contribuir a organizar las actividades de GC/ CC.

#### PROCEDIMIENTOS GENERALES DE CC (NIVEL 1)

Las técnicas generales de CC se concentran en el tratamiento, manejo, documentación, archivo y presentación de procedimientos comunes para todas las categorías de fuentes de inventarios.

En la tabla 8.1 “Procedimientos generales de CC de nivel 1 para los inventarios” de la GBP del IPCC 2000, se enumeran los exámenes generales de CC que debería usar habitualmente el organismo encargado del inventario durante toda la preparación del inventario anual.

La mayoría de los procedimientos que el IPCC propone en la mencionada tabla podrían realizarse mediante confrontaciones, nuevos cálculos o inspecciones visuales.

Los resultados de esas actividades y procedimientos de CC deberían documentarse, y para esto el IPCC propone unas herramientas de Documentación interna y archivo. Si los procedimientos se realizan electrónicamente, esos sistemas deberían revisarse en forma periódica para asegurar la integridad del funcionamiento del procedimiento.

Dadas las notables limitaciones de recursos, no será posible examinar todos los aspectos de los datos, parámetros y cálculos incorporados al inventario cada año, entonces, pueden hacerse exámenes sobre algunos conjuntos de datos y procesos, de modo que cada año se consideren determinadas categorías principales de fuentes.



Los exámenes sobre otras categorías de fuentes pueden efectuarse con menos frecuencia. Sin embargo, todos los años debería incluirse en el proceso de CC una muestra de los datos y cálculos de cada sector, para asegurarse de que se preste continua atención a todos los sectores en forma constante.

Tabla 30. Procedimientos Generales de CC de nivel 1. Tomado de GBP IPCC 2000

CUADRO 8.1 PROCEDIMIENTOS GENERALES DE CC DE NIVEL 1 PARA LOS INVENTARIOS	
Actividad de CC	Procedimientos
Examine que se documentan los supuestos y criterios de selección de datos de actividad y factores de emisión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Confronte las descripciones de datos de actividad y factores de emisión con información sobre las categorías de fuentes y asegúrese de que se registran y archivan correctamente.</li> </ul>
Examine si hay errores de transcripción en las entradas de datos y referencias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Confirme que las referencias de datos bibliográficos se citan correctamente en la documentación interna.</li> <li>Confronte una muestra de datos de entrada de cada categoría de fuentes (mediciones o parámetros usados en los cálculos) para ver si hay errores de transcripción.</li> </ul>
Examine que las emisiones han sido calculadas correctamente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reproduzca una muestra representativa de los cálculos de emisiones.</li> <li>Imite selectivamente cálculos de modelos complejos con cálculos abreviados para juzgar su exactitud relativa.</li> </ul>
Examine que los parámetros y unidades de emisión están registrados correctamente y que se usan factores de conversión apropiados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Examine que las unidades están debidamente rotuladas en las hojas de cálculo.</li> <li>Examine que las unidades se transportan correctamente desde el principio al fin de los cálculos.</li> <li>Examine que los factores de conversión son correctos.</li> <li>Examine que se usan correctamente los factores de ajuste temporal y espacial.</li> </ul>
Examine la integridad de los archivos de la base de datos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Confirme que las etapas apropiadas del tratamiento de los datos están correctamente representadas en la base de datos.</li> <li>Confirme que las relaciones entre los datos están correctamente representadas en la base de datos.</li> <li>Asegúrese de que los campos de datos están debidamente rotulados y tienen las especificaciones de diseño correctas.</li> <li>Asegúrese de que se ha archivado suficiente documentación de la base de datos y la estructura y operación del modelo.</li> </ul>
Examine la coherencia de los datos entre categorías de fuentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifique parámetros (por ej., datos de actividad, constantes) que son comunes para múltiples categorías de fuentes y confirme que hay coherencia en los valores usados para esos parámetros en los cálculos de las emisiones.</li> </ul>
Examine que es correcto el movimiento de datos del inventario entre las etapas del proceso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Examine que los datos de emisiones están correctamente agregados desde niveles inferiores de presentación hasta niveles superiores de presentación cuando se preparan resúmenes.</li> <li>Examine que los datos de emisiones se transcriben correctamente entre diferentes productos intermedios.</li> </ul>

Al establecer los criterios y procesos para seleccionar los conjuntos de datos y procesos de la muestra, es una buena práctica que el organismo encargado del inventario planifique emprender exámenes de CC sobre todas las partes del inventario por un período apropiado.

Tabla 31. Continuación de los Procedimientos Generales de CC de nivel 1. Tomado de GBP IPCC 2000

CUADRO 3.1 (CONTINUACIÓN) PROCEDIMIENTOS GENERALES DE CC DE NIVEL 1 PARA LOS INVENTARIOS	
Actividad de CC	Procedimientos
Examine que se estiman o calculan correctamente las incertidumbres en las emisiones y absorciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Examine que son apropiadas las calificaciones de las personas que aportan dictamen de expertos para las estimaciones de la incertidumbre.</li> <li>Examine que se registran las calificaciones, los supuestos y los dictámenes de expertos. Examine que las incertidumbres calculadas están completas y han sido calculadas correctamente.</li> <li>Si es necesario, repita los cálculos de error o una muestra reducida de las distribuciones de probabilidad usadas por los análisis de Monte Carlo.</li> </ul>
Proceda a una revisión de la documentación interna.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Examine que existe documentación interna detallada para sustentar las estimaciones y permitir la repetición de la emisión y estimaciones de la incertidumbre.</li> <li>Examine que los datos del inventario, los datos de apoyo y los registros del inventario están archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.</li> <li>Examine la integridad de todos los arreglos para archivar los datos de las organizaciones externas que participan en la preparación del inventario.</li> </ul>
Examine los cambios metodológicos y en los datos que imponen nuevos cálculos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Examine la coherencia temporal en los datos de entrada de series temporales para cada categoría de fuentes.</li> <li>Examine la coherencia del algoritmo/método usado para los cálculos en toda la serie temporal.</li> </ul>
Efectúe exámenes de la exhaustividad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Confirme que se presentan las estimaciones para todas las categorías de fuentes y para todos los años a partir del año base apropiado para el periodo del inventario en curso.</li> <li>Examine que se documentan las lagunas conocidas en los datos que dan por resultado estimaciones incompletas de las emisiones en ciertas categorías de fuentes.</li> </ul>
Compare las estimaciones con estimaciones anteriores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para cada categoría de fuentes, deberían compararse las estimaciones actuales del inventario con estimaciones anteriores. Si hay cambios importantes o desviaciones con respecto a las tendencias previstas, examine nuevamente las estimaciones y explique toda diferencia.</li> </ul>

El IPCC sugiere que los procedimientos relacionados en la tabla se deben aplicar de manera independiente del tipo de datos usados para preparar las estimaciones del inventario y son igualmente aplicables a las categorías de fuentes/sumideros en que se emplean valores por defecto o datos nacionales como base para las estimaciones.

También considera que en algunos casos, las estimaciones de las emisiones son preparadas para el organismo encargado del inventario por asesores o agencias externos. El organismo encargado del inventario debería asegurarse de que se comuniquen a esos asesores/agencias los procedimientos de CC enumerados en la tabla de Procedimientos generales de CC de nivel 1 para los inventarios.



Esto ayudará a asegurar que el asesor o agencia externos ejecutará y registrará los procedimientos de CC. El organismo encargado del inventario debería revisar esas actividades de GC/CC. En los casos en que se basen en estadísticas nacionales oficiales –principalmente para los datos de actividad– los procedimientos de CC quizás hayan sido ya aplicados sobre esos datos nacionales. Pero es una buena práctica que el organismo encargado del inventario confirme que las dependencias estadísticas nacionales han aplicado procedimientos de CC apropiados. Debido a la cantidad de datos que es necesario examinar para algunas categorías de fuentes, se alienta, en lo posible, el empleo de exámenes automáticos.

Por ejemplo, una de las actividades de CC más comunes implica verificar que los datos ingresados en una base de datos por computadora son correctos. Podría instituirse un procedimiento de CC aplicando un examen automático de rango (basado en el rango de los valores previstos de los datos de entrada a partir de la referencia original) a los valores de entrada registrados en la base de datos. Una combinación de datos manuales y automáticos puede constituir el procedimiento más efectivo para examinar grandes cantidades de datos de entrada.

En la tabla 5.5.1 de las GBP UTCUTS 2003 del IPCC, se enumeran las comprobaciones genéricas de CC de Nivel 1 que se muestran en el Cuadro 8.1 de GBP2000, pero que se han adaptado para que puedan aplicarse tanto a sumideros como a fuentes.

Tabla 32 Procedimientos Generales de CC de nivel 1. Tomado de GBP UTCUTS IPCC 2003

CUADRO 5.5.1 PROCEDIMIENTOS GENERALES DE CC DE NIVEL 1 PARA LOS INVENTARIOS	
Actividad de CC	Procedimientos
Comprobar que se documentan los supuestos y criterios de selección de datos de actividad, factores de emisión y demás parámetros de estimación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confrontar las descripciones de datos de actividad, factores de emisión y demás parámetros de estimación con información sobre las categorías de fuentes y sumideros, y asegurarse de que se registran y archivan correctamente.</li> </ul>
Comprobar si hay errores de transcripción en las entradas de datos y referencias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confirmar que las referencias de datos bibliográficos se citan correctamente en la documentación interna.</li> <li>• Analizar una muestra de datos de entrada de cada categoría de fuentes (mediciones y parámetros usados en los cálculos) para ver si hay errores de transcripción.</li> </ul>
Comprobar que las emisiones y absorciones se han calculado correctamente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reproducir una muestra representativa de los cálculos de emisiones o de absorciones.</li> <li>• Imitar selectivamente cálculos de modelos complejos con cálculos abreviados para juzgar su exactitud relativa.</li> </ul>

Tabla 33. Continuación de los procedimientos Generales de CC de nivel 1. Tomado de GBP UTCUTS IPCC 2003

<b>CUADRO 5.5.1 (CONTINUACIÓN)</b> <b>PROCEDIMIENTOS GENERALES DE CC DE NIVEL 1 PARA LOS INVENTARIOS</b>	
Comprobar que los parámetros y unidades de emisión se han registrado correctamente y que se usan factores de conversión apropiados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobar que las unidades están debidamente rotuladas en las hojas de cálculo.</li> <li>Comprobar que las unidades se transportan correctamente desde el principio hasta el final de los cálculos.</li> <li>Comprobar que los factores de conversión son correctos.</li> <li>Comprobar que se usan correctamente los factores de ajuste temporal y espacial.</li> </ul>
Comprobar la integridad de los archivos de la base de datos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Confirmar que las etapas apropiadas del tratamiento de los datos están correctamente representadas en la base de datos.</li> <li>Confirmar que las relaciones entre los datos están representadas correctamente en la base de datos.</li> <li>Asegurarse de que los campos de datos están debidamente rotulados y tienen las especificaciones de diseño correctas.</li> <li>Asegurarse de que se ha archivado suficiente documentación de la base de datos y estructura y operación del modelo.</li> </ul>
Comprobar la coherencia de los datos entre categorías de fuentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar parámetros (p. ej., datos de actividad constantes) comunes para múltiples categorías de fuentes y sumideros y confirmar que hay coherencia entre los valores usados para esos parámetros en los cálculos de las emisiones.</li> </ul>
Comprobar que es correcto el movimiento de datos del inventario entre las etapas del proceso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobar que los datos de emisiones y absorciones están correctamente agregados desde niveles inferiores de presentación hasta niveles superiores de presentación cuando se preparan resúmenes.</li> <li>Comprobar que los datos de emisiones y absorciones se transcriben correctamente entre diferentes productos intermedios.</li> </ul>
Comprobar que se estiman o calculan correctamente las incertidumbres de las emisiones y absorciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobar que son apropiadas las calificaciones de las personas que aportan dictámenes de expertos para las estimaciones de la incertidumbre.</li> <li>Comprobar que se registran las calificaciones, los supuestos y los dictámenes de expertos. Comprobar que las incertidumbres calculadas están completas y han sido calculadas correctamente.</li> <li>Si es necesario, repetir los cálculos de error sobre una muestra reducida de las distribuciones de probabilidad usadas en los análisis de Monte Carlo.</li> </ul>
Revisar la documentación interna.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobar que existe documentación interna detallada para sustentar las estimaciones y permitir la reproducción de las estimaciones de las emisiones y de las absorciones y de la incertidumbre.</li> <li>Comprobar que los datos del inventario, los datos de apoyo y los registros del inventario están archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.</li> <li>Comprobar la integridad de todos los arreglos para archivar los datos de las organizaciones externas que participan en la preparación del inventario.</li> </ul>
Comprobar la coherencia de las series temporales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobar la coherencia temporal en los datos de entrada de las series temporales para cada categoría de fuentes y sumideros.</li> <li>Comprobar la coherencia del algoritmo/método utilizado en los cálculos en todas las series temporales.</li> <li>Comprobar el método de realización de nuevos cálculos.</li> </ul>
Realizar verificaciones de la exhaustividad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Confirmar que se presentan las estimaciones para todas las categorías de fuentes y sumideros y para todos los años a partir del año de base apropiado para el periodo del inventario en curso.</li> <li>Comprobar que se documentan las lagunas conocidas en datos que dan por resultado estimaciones incompletas de las emisiones.</li> </ul>
Comparar las estimaciones con estimaciones anteriores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para cada categoría de fuente o sumidero, deberían compararse las estimaciones actuales del inventario con estimaciones anteriores, si se dispone de ellas. Si hay cambios o desviaciones importantes con respecto a las tendencias previstas, examinar de nuevo las estimaciones y explicar cualquier diferencia.</li> </ul>



## PROCEDIMIENTOS ESPECÍFICOS DE CC PARA CADA CATEGORÍA DE FUENTES/SUMIDEROS (NIVEL 2)

En contraste con las técnicas generales de CC de los inventarios, los procedimientos específicos de CC para cada categoría de fuentes están orientados a tipos específicos de datos usados en los métodos para categorías de fuentes individuales y requieren conocimientos sobre la **categoría de fuentes/sumideros de GEI, los tipos de datos disponibles y los parámetros asociados con las emisiones.**

Es importante advertir que las actividades de CC específicas para ciertas categorías de fuentes en el nivel 2 deben sumarse al CC general efectuado como parte del nivel 1 (o sea, que incluyen los procedimientos de CC enumerados en la tabla 8.1).

Las medidas específicas para ciertas categorías de fuentes se aplican caso por caso, concentrándose en las categorías clave de fuentes/sumideros y en las categorías de fuentes en que se han producido importantes revisiones metodológicas y de datos.

Es una buena práctica que los organismos encargados de los inventarios que aplican métodos de nivel superior al compilar inventarios nacionales o estatales utilicen procedimientos de CC de nivel 2.

Las actividades de CC específicas para ciertas categorías de fuentes comprenden lo siguiente:

- CC de los datos de emisiones;
- CC de los datos de actividad;
- CC de las estimaciones de la incertidumbre.

Las dos primeras actividades se refieren a los tipos de datos usados para preparar las estimaciones de las emisiones para una categoría de fuentes/sumideros determinada.

El CC de las estimaciones de la incertidumbre abarca las actividades asociadas con la determinación de incertidumbres en las estimaciones de las emisiones.

Los procedimientos de CC que necesita aplicar realmente el organismo encargado del inventario dependerán del método usado para estimar las emisiones en una categoría de fuentes/sumideros determinada.

Si las estimaciones son preparadas por agencias externas, el organismo encargado del inventario podrá, tras una revisión, remitirse a las actividades de CC de la agencia externa como parte del plan de GC/CC. No es necesario repetir las actividades de CC si el organismo encargado del inventario está satisfecho de que las actividades de CC ejecutadas por la agencia externa cumplen con los requisitos mínimos del plan de GC/CC.

### CC de los datos de emisiones

Los procedimientos de CC de los datos de emisiones incluyen la descripción de los procedimientos de CC sobre los factores por defecto del IPCC, los factores de emisión específicos de países y las mediciones directas de emisiones en sitios individuales (usadas como base para un factor de emisión específico de un sitio o directamente para una estimación de las emisiones). También se incluyen los procedimientos de comparación de las emisiones.

### FACTORES DE EMISIÓN POR DEFECTO DEL IPCC

Cuando se usan factores de emisión por defecto del IPCC, es una buena práctica que el organismo encargado del inventario evalúe la aplicabilidad de esos factores a las circunstancias nacionales. Esa evaluación puede incluir una evaluación de las condiciones nacionales comparadas con el contexto de los estudios sobre los cuales se basaban los factores por defecto del IPCC.

En las categorías principales de fuentes, los organismos encargados de los inventarios deberían estudiar opciones para obtener factores de emisión que puedan garantizar que son representativos de las circunstancias nacionales/estatales. Los resultados de esta evaluación deberían documentarse.

Si es posible, los procedimientos de CC del factor de emisión por defecto del IPCC podrían complementarse con comparaciones con los factores nacionales para determinar su representatividad en relación con las fuentes reales en el país. Este examen suplementario es una buena práctica, aunque sólo se cuente con datos para un porcentaje reducido de sitios.

### FACTORES DE EMISIÓN ESPECÍFICOS DE PAÍSES

Cuando se formulan formularse factores de emisión específicos para los países en el nivel nacional u otro nivel dentro del país, basados en conceptos científicos, las características locales u otros criterios, esos factores no son necesariamente específicos de un sitio, sino que se usan para representar una categoría o subcategoría de fuentes/sumideros.



Se necesitan dos pasos para asegurar que el CC de un factor de emisión cumpla con las recomendaciones de las buenas prácticas para los factores específicos de un país. El primero consiste en efectuar procedimientos de CC sobre los datos usados para formular los factores de emisión.

Debería evaluarse la conformidad de los factores de emisión y de la GC/CC ejecutados durante su preparación. Si los factores de emisión han sido formulados a base de pruebas específicas para un sitio o en las fuentes, el organismo encargado del inventario debería examinar si el programa de medición contenía los procedimientos de CC apropiados.

Con frecuencia, los factores de emisión específicos de países se basarán en fuentes de datos secundarias, tales como estudios publicados u otra bibliografía. En tales casos, el organismo encargado del inventario podría tratar de determinar si las actividades de CC ejecutadas durante la preparación original de los datos son coherentes con los procedimientos generales de CC aplicables propuestos por el IPCC y si se ha identificado y documentado alguna limitación en los datos secundarios.

El organismo encargado del inventario podría tratar de establecer igualmente si los datos secundarios han sido sometidos a revisión de especialistas en la materia y registrar el alcance de esa revisión. Si se determina que la GC/CC asociadas con los datos secundarios son suficientes, el organismo encargado del inventario puede simplemente hacer referencia a la fuente de datos para la documentación del CC y documentar la aplicabilidad de los datos para usarlos en las estimaciones de las emisiones.

Si se determina que la GC/CC asociados con los datos secundarios no son suficientes, el organismo encargado del inventario debería tratar de realizar exámenes de GC/CC sobre los datos secundarios establecidos. También debería reevaluar la incertidumbre de toda estimación de las emisiones derivada de los datos secundarios. El organismo encargado del inventario puede reconsiderar asimismo cómo se usan los datos y si cualquier otro dato alternativo (incluso los valores por defecto del IPCC) puede proporcionar una estimación mejor de las emisiones procedentes de esa categoría de fuentes.

En segundo término, los factores y circunstancias específicos de un país deberían compararse con los factores por defecto del IPCC pertinentes y con las características de los estudios en que se basan los factores por defecto.

El propósito de esta comparación es determinar si los factores específicos del país son razonables, dadas las semejanzas o diferencias entre la categoría de fuentes nacional y la categoría de fuentes “promedio” representada por los valores por defecto. Deberían explicarse y documentarse las grandes diferencias entre los factores específicos del país y los factores por defecto.

Un paso complementario consiste en comparar los factores específicos del país con factores específicos de un sitio o de las plantas, si pueden obtenerse. Por ejemplo, si existen factores de emisión disponibles para algunas pocas sitios, esos factores específicos de los sitios podrían compararse con el factor agregado usado en el inventario. Este tipo de comparación ofrece un indicio tanto de la razonabilidad del factor específico del estado/país como de su representatividad.

## MEDICIONES DIRECTAS DE LAS EMISIONES

Las emisiones de una categoría de fuentes pueden estimarse usando mediciones directas del modo siguiente:

Pueden usarse muestras de mediciones de las emisiones procedentes de un sitio de muestreo (parcela) para formular un factor de emisión representativo de ese sitio individual o para toda la categoría (o sea, para formular un factor de emisión a escala estatal o de una subcategoría);

- Pueden usarse datos de monitoreo continuo de las emisiones (MCE) para compilar una estimación anual de las emisiones para una zona determinada. En teoría, el MCE puede ofrecer un conjunto completo de datos de emisiones cuantificados durante el período de inventario para un proceso de instalación individual y no es necesario correlacionar los datos con un parámetro de proceso ni con una variable de entrada tal como un factor de emisión.

Al margen de la forma en que se usen los datos de medición directa, el organismo encargado del inventario debería revisar los procesos y examinar las mediciones, como parte de las actividades de CC.

El uso de métodos normalizados de medición aumenta la coherencia de los datos resultantes y el conocimiento de las propiedades estadísticas de los datos. Si se cuenta con métodos de referencia normalizados para medir emisiones (y absorciones) específicas de gases de efecto invernadero, los organismos encargados de los inventarios deberían utilizarlos. Si no se dispone de métodos normalizados específicos, el organismo encargado del inventario debería confirmar si se emplean en las mediciones métodos normalizados reconocidos a escala nacional o internacional, como la serie ISO 10012, y si el equipo de medición está debidamente calibrado y mantenido.

Por ejemplo, la ISO ha publicado normas en las que se especifican procedimientos para cuantificar algunas de las características de funcionamiento de todos los métodos de medición de la calidad del aire, como el sesgo, la calibración, la inestabilidad, los límites inferiores de detección, la sensibilidad y los límites superiores de medición (ISO, 1994). Aunque esas normas no están asociadas con un método de referencia para una categoría específica de fuentes de gases de efecto invernadero, tienen aplicación directa para las actividades de CC asociadas con las estimaciones basadas en valores de emisión medidos.

Los factores específicos de sitios pueden compararse entre distintos sitios y también con los valores por defecto del IPCC o en el nivel nacional. Las diferencias importantes entre sitios o entre un sitio determinado y los valores por defecto del IPCC deberían suscitar más revisiones y exámenes sobre los cálculos. Deberían explicarse y documentarse las diferencias importantes.

## COMPARACIONES DE LAS EMISIONES

El IPCC propone como una práctica corriente de CC comparar las emisiones de cada categoría de fuentes con las emisiones que se habían indicado en años anteriores procedentes de la misma categoría de fuentes, o con las tendencias históricas y cálculos de referencia, como se describe a continuación. El objetivo de esas comparaciones consiste en asegurar que los valores de emisión no son exageradamente improbables o que quedan dentro de un rango que se considera razonable. Si las estimaciones no parecen razonables, los exámenes de las emisiones pueden conducir a una reevaluación de los factores de emisión y los datos de actividad, antes de que el proceso de inventario haya avanzado hasta sus etapas finales.

El primer paso en una comparación de las emisiones es un examen de coherencia y exhaustividad usando datos históricos de inventario disponibles de muchos años. Los niveles de emisión de la mayoría de las categorías de fuentes no cambian bruscamente de un año a otro, ya que los cambios tanto en los datos de actividad como en los factores de emisión suelen ser graduales. En la mayoría de las circunstancias, el cambio en las emisiones **será inferior al 10% por año**.

Los cambios importantes en las emisiones con respecto a años anteriores pueden indicar, posibles errores de entrada o de cálculo. Después de calcular las diferencias, deberían señalarse las mayores diferencias porcentuales, mediante inspección visual de la lista, inspección visual de la presentación gráfica de las diferencias o usando un programa informático especial que inserte señales y un orden de importancia en la lista de diferencias.

Es una buena práctica examinar también el aumento o disminución anual de los cambios en los niveles de emisión en subcategorías importantes de algunas categorías de fuentes/sumideros. Las subcategorías de fuentes pueden mostrar mayores cambios porcentuales que las categorías de fuentes agregadas.

Es una buena práctica examinar las estimaciones de las emisiones para todas las categorías o subcategorías de fuentes que muestren un cambio de más del 10% en un año, en comparación con el inventario del año anterior.

Las categorías y las subcategorías de fuentes deberían ordenarse según la diferencia porcentual con respecto a las emisiones del año anterior.

También pueden realizarse comparaciones complementarias de las emisiones, si corresponde, incluyendo exámenes del orden de magnitud y cálculos de referencia.

## EXÁMENES DEL ORDEN DE MAGNITUD

Con los exámenes del orden de magnitud se buscan los principales errores de cálculo y exclusión de las principales categorías o subcategorías de fuentes/sumideros. Si se encuentran diferencias importantes en la comparación, sería necesario investigar más usando las técnicas de CC específicas para la categoría de fuentes/sumideros (nivel 2), con el fin de responder a las siguientes preguntas:

- ¿Existen inexactitudes asociadas con alguna de las estimaciones para sitios individuales (por ej., un dato anómalo extremo puede representar una cantidad excesiva de emisiones/capturas)?
- ¿Los factores de emisión específicos de los sitios son muy diferentes entre sí?
- ¿Las tasas de crecimiento específicos de los sitios son coherentes con las tasas de crecimiento publicadas en el nivel nacional/internacional?
- ¿Existe alguna otra explicación para una diferencia importante, como supuestos no documentados?

Este es un ejemplo del modo en que el resultado de un examen de las emisiones relativamente simple puede llevar a una investigación más profunda de la representatividad de los datos de las emisiones. Se requiere conocer una categoría de fuentes para aislar el parámetro que provoca la diferencia en las estimaciones de las emisiones y comprender las razones de la diferencia.



## CÁLCULOS DE REFERENCIA

Puede emplearse otra comparación de las emisiones para categorías de fuentes que se basan en fórmulas empíricas para calcular las emisiones. Cuando se usan esas fórmulas, los niveles de emisión calculados deberían ajustarse a razones estequiométricas y conservar la energía y la masa. Las discrepancias entre los datos de un inventario y los cálculos de referencia no implican necesariamente que los datos del inventario sean erróneos. Es importante considerar que puede haber grandes incertidumbres asociadas con los propios cálculos de referencia cuando se analizan discrepancias.

### CC de los Datos de actividad

Los métodos de estimación para muchas categorías de fuentes se basan en el empleo de datos de actividad y las correspondientes variables de entrada, que no han sido preparados directamente por el organismo encargado del inventario.

Los datos de actividad son recopilados normalmente en el nivel nacional usando fuentes de datos secundarias o con datos específicos de sitios preparados por personal del sitio a partir de sus propias mediciones. Los organismos encargados de los inventarios deberían tener en cuenta las consideraciones prácticas ya examinadas al determinar el nivel de actividades de CC que emprenderán.

## DATOS DE ACTIVIDAD EN EL NIVEL NACIONAL

Cuando se usan en el inventario datos de actividad nacionales procedentes de fuentes de datos secundarias, es una buena práctica que el organismo encargado del inventario o quien éste haya designado evalúe y documente las correspondientes actividades de GC/CC.

Esto es particularmente importante con respecto a los datos de actividad, ya que la mayoría de los datos de actividad están preparados originariamente con otros fines y no como entrada para las estimaciones de las emisiones de gases de efecto invernadero. Aunque no siempre fácilmente accesibles, muchas organizaciones de estadística, por ejemplo, tienen sus propios procedimientos para evaluar la calidad de los datos, independientemente de cuál pueda ser el uso final de los mismos.

Si se determina que esos procedimientos satisfacen las actividades mínimas enumeradas en el plan de GC/CC, el organismo encargado del inventario puede simplemente hacer referencia a las actividades de GC/CC ejecutadas por la organización de estadística.

Es una buena práctica que el organismo encargado del inventario determine si el nivel de CC asociado con los datos de actividad secundarios incluye los procedimientos de CC enumerados en la tabla 8.1. Además, el organismo encargado del inventario puede establecer si los datos secundarios han sido revisados por especialistas en la materia y registrar el alcance de esa revisión. Si se determina que el GC/CC asociados con los datos secundarios son suficientes, el organismo encargado del inventario simplemente puede remitir a la fuente de datos y documentar la aplicabilidad de los datos para usarlos en sus estimaciones de las emisiones.

Si se determina que el CC asociado con los datos secundarios es insuficiente, el organismo encargado del inventario debería tratar de obtener evaluaciones de GC/CC sobre los datos secundarios establecidos. También debería reevaluar la incertidumbre de las estimaciones de las emisiones a la luz de los resultados de su evaluación de la GC/CC asociados con los datos secundarios.

El organismo encargado del inventario debería reconsiderar asimismo cómo se usan los datos y si otros datos alternativos, entre ellos los valores por defecto del IPCC y los conjuntos de datos internacionales, pueden ofrecer una estimación mejor de las emisiones. Si no se cuenta con fuentes de datos alternativas, el organismo encargado del inventario debería documentar las deficiencias asociadas con el CC de los datos secundarios como parte de su informe resumido sobre la GC/CC.

Por ejemplo, en la categoría del transporte, los países emplean típicamente estadísticas sobre el uso de combustible o sobre kilometraje (km) para preparar estimaciones de las emisiones. Las estadísticas nacionales sobre el uso de combustible y los km recorridos por los vehículos suelen ser preparadas por agencias diferentes del organismo encargado del inventario. Sin embargo, es responsabilidad del organismo encargado del inventario determinar qué actividades de GC/CC han sido ejecutadas por la agencia que preparó las estadísticas originales de uso de combustible y km de los vehículos. Las preguntas que pueden formularse en este contexto son:

- ¿La agencia de estadística tiene un plan de GC/CC que comprende la preparación de los datos?
- ¿Qué protocolo de muestreo se usó para estimar el cambio del uso del suelo?
- ¿Cuándo fue la última vez que se revisó el protocolo de muestreo?
- ¿La agencia de estadística ha identificado algún sesgo potencial en los datos?
- ¿La agencia de estadística ha identificado y documentado incertidumbres en los datos?
- ¿La agencia de estadística ha identificado y documentado errores en los datos?



Los datos de actividad en el nivel nacional deberían compararse con los datos del año anterior en la categoría de fuentes que se evalúa. Los datos de actividad en la mayor parte de las categorías de fuentes tienden a mostrar cambios relativamente coherentes de un año a otro, sin ascensos ni descensos bruscos. Si los datos nacionales de actividad en cualquier año divergen mucho de la tendencia histórica, debería examinarse si hay errores en los datos de actividad. Si los exámenes matemáticos generales no revelan errores, podrían investigarse las características de la categoría de fuentes e identificar y documentar todo cambio.

Cuando sea posible, debería emprenderse un examen comparativo de los datos de actividad procedentes de múltiples fuentes de referencia. Es importante para las categorías de fuentes que tienen un alto grado de incertidumbre asociada con sus estimaciones.

Por ejemplo, muchas de las categorías de fuentes del sector UTCUTS se basan en estadísticas gubernamentales para datos de actividad tales como las superficies de ciertas coberturas o usos del suelo, las superficies cultivadas y la extensión de las quemas prescritas. La industria, las universidades u otras organizaciones pueden preparar estadísticas semejantes, que podrían usarse para comparar con las fuentes de referencia ordinarias.

Como parte del examen de CC, el organismo encargado del inventario debería averiguar si se han usado datos independientes para derivar conjuntos alternativos de datos de actividad. En algunos casos, distintas agencias tratan los mismos datos de manera diferente para satisfacer necesidades diversas. Quizás sea necesario hacer comparaciones en un nivel regional o con un subconjunto de los datos nacionales, pues muchas referencias alternativas para esos datos de actividad tienen un alcance limitado y no abarcan toda la nación.

## DATOS DE ACTIVIDAD ESPECÍFICOS DE SITIOS

Algunos métodos se basan en el uso de datos de actividad específicos de sitios, usados conjuntamente con los factores de emisión por defecto del IPCC o específicos de los países. Esas estimaciones de actividad son preparadas típicamente por personal del sitio, a menudo con fines distintos a ser incorporados a los inventarios de emisiones. Los exámenes de CC deberían concentrarse en las incoherencias entre sitios para establecer si reflejan errores, diferentes técnicas de medición o diferencias reales en las emisiones, las condiciones de operación o la tecnología.

Pueden usarse diversos exámenes de CC para identificar errores en los datos de actividad en los sitios. El organismo encargado del inventario debería establecer si se han empleado normas nacionales o internacionales reconocidas para medir los datos de actividad en los sitios individuales. Si las mediciones de hicieron de conformidad con normas nacionales o internacionales reconocidas y se aplica un proceso de GC/CC, el organismo encargado del inventario debería contentarse con que el proceso de GC/CC aplicado en el sitio sea aceptable en el marco del plan de GC/CC del inventario y con que incluya por lo menos actividades de nivel 1.

Puede hacerse referencia directamente a los procedimientos de CC aceptables en el sitio. Si las mediciones no se han hecho usando métodos normalizados y la GC/CC no corresponde a una norma aceptable, debería evaluarse cuidadosamente el uso de esos datos de actividad, reconsiderar las estimaciones de la incertidumbre y documentar las calificaciones.

También pueden usarse comparaciones de datos de actividad de diferentes fuentes de referencia para ampliar el CC de los datos de actividad. Si se identifican datos anómalos, deberían ser investigados para determinar si la diferencia puede explicarse por las características exclusivas del sitio o si hay un error en la actividad presentada.

### CC de las estimaciones de la incertidumbre

Debería practicarse también el CC sobre los cálculos o estimaciones de la incertidumbre asociada a las estimaciones de las emisiones. Algunos de los métodos de estimación de incertidumbres se basan en el uso de datos medidos asociados con los factores de emisión o con datos de actividad para elaborar funciones de densidad de probabilidad, a partir de las cuales pueden hacerse estimaciones de la incertidumbre. A falta de datos medidos, muchas estimaciones de la incertidumbre se basarán en dictámenes de expertos.

Es una buena práctica aplicar procedimientos de CC a las estimaciones de la incertidumbre para confirmar que los cálculos son correctos y que existe documentación suficiente para repetirlos. Para cada categoría de fuentes, deberían documentarse los supuestos en que se han basado las estimaciones de la incertidumbre.

Deberían examinarse los cálculos de las estimaciones de la incertidumbre específica para cada categoría de fuentes y agregadas, y repararse los errores que haya. En las estimaciones de la incertidumbre en que intervienen dictámenes de expertos, también deberían examinarse y documentarse las calificaciones de los expertos, al igual que el proceso de requerir el dictamen de expertos, incluso información sobre los datos considerados, las referencias bibliográficas, los supuestos que se hagan y los escenarios considerados.

En lo que concierne al CC de Nivel 2 para el sector de UTCUTS debería procederse a los siguientes tipos de verificaciones:

- El organismo encargado del inventario debería comprobar que las áreas de tierra están clasificadas correctamente y que no ha habido dobles cómputos ni omisiones de áreas de tierra. Esta clasificación de las áreas de tierra debería ser coherente con las bases para la representación coherente de áreas de tierra. Es importante, en particular, verificar la coherencia y los posibles dobles cómputos entre el sector agrícola y el sector de UTCUTS.



- El organismo encargado del inventario debería investigar la exhaustividad de las categorías de fuentes y sumideros en el sector de UTCUTS mediante un examen apropiado de las categorías de uso de la tierra y de las subcategorías. Esto es especialmente importante debido a las complicadas relaciones existentes entre varias de categorías de UTCUTS (p. ej., entre el rebrote de tierras abandonadas y los cambios en las reservas de biomasa boscosa) y entre las categorías de UTCUTS y otras categorías de fuentes (p. ej., entre la biomasa eliminada y la quema de biocombustibles). El organismo encargado del inventario debería a su vez evaluar si las estimaciones de las categorías particulares cubren todas las zonas geográficas pertinentes (p. ej., los territorios), las categorías de subfuentes o sumideros, los depósitos o las actividades.

- El organismo encargado del inventario debe verificar periódicamente la coherencia de los datos de actividad de las series temporales, ya que el historial de datos necesarios para estimar las emisiones de un solo año es muy extenso. La actividad y los demás datos utilizados deberían representar un área terrestre coherente para el país y haber sido compilados mediante métodos que no introduzcan desviaciones temporales. Toda discontinuidad en las series temporales de las emisiones o de otros datos utilizados en el cálculo de emisiones o absorciones requiere explicación. La dirección y el orden de magnitud de las estimaciones de emisiones/absorciones para las distintas categorías de fuentes o sumideros de UTCUTS y sus subcategorías deberían compararse y evaluarse según criterios de racionalidad y según las causas de estos cambios, teniendo en cuenta el posible impacto de la variabilidad del clima en las escalas de tiempo (p. ej., en las escalas de décadas).

- Dada la importancia relativa de los datos de muestreo en la preparación de estimaciones, el organismo encargado del inventario debería examinar los protocolos de muestreo y de extrapolación utilizados, determinar a qué revisión han sido sometidos los protocolos, identificar todos los procedimientos internos de GC/CC aplicables y considerar los demás factores pertinentes.

- En razón de las múltiples aplicaciones de las técnicas y de los datos de teledetección para la preparación de inventarios de UTCUTS, el organismo encargado del inventario debería aportar información, tan detallada

## PROCEDIMIENTOS DE GC

La buena práctica en los procedimientos de GC requiere una revisión objetiva para evaluar la calidad del inventario y también identificar las áreas en que podrían introducirse mejoras. El inventario puede ser revisado como un todo o en partes.

Se utilizan procedimientos de GC, además del CC de nivel 1 y de nivel 2. El objetivo de la aplicación de la GC es hacer participar revisores que puedan proceder a una revisión imparcial del inventario. Es una buena práctica recurrir a revisores de GC que no hayan intervenido en la preparación del inventario. Preferiblemente, esos revisores serían expertos independientes de otros organismos o un experto o grupo nacional o internacional que no esté estrechamente vinculado con la compilación del inventario nacional.

Cuando no se cuenta con terceros revisores ajenos al organismo encargado del inventario, también pueden cumplir funciones de GC miembros del personal de otra parte del organismo encargado del inventario que no hayan participado en la parte del inventario que se va a revisar.

Es una buena práctica que los organismos encargados de los inventarios procedan a una revisión básica a cargo de especialistas en la materia (GC de nivel 1) antes de presentar el inventario, para identificar posibles problemas y efectuar correcciones cuando sea posible.

También es una buena práctica aplicar esa revisión a todas las categorías de fuentes comprendidas en el inventario. Pero esto no siempre será práctico, debido a limitaciones de tiempo y de recursos. Debería darse prioridad a las categorías principales de fuentes, así como a las categorías de fuentes en que haya habido cambios en los métodos o en los datos. Los organismos encargados de los inventarios pueden optar asimismo por realizar revisiones por especialistas en la materia o auditorías más amplias, o ambas cosas, como procedimientos adicionales de GC (nivel 2), dentro de los recursos disponibles.

## REVISIÓN POR ESPECIALISTAS EN LA MATERIA

La revisión por especialistas en la materia consiste en una revisión de los cálculos o supuestos a cargo de expertos en los campos técnicos pertinentes. Este procedimiento suele cumplirse revisando la documentación correspondiente a los métodos y resultados, pero generalmente no incluye una certificación rigurosa de los datos o referencias, como la que podría emprenderse en una auditoría.

El objetivo de la revisión por especialistas en la materia es asegurar que los resultados, supuestos y métodos del inventario son razonables, a juicio de los entendidos en cada campo específico. En los procesos de revisión por especialistas pueden intervenir expertos técnicos y, cuando en un país funcionan mecanismos oficiales de revisión por los interesados directos y el público, esas revisiones pueden complementar, pero no sustituir, la revisión por especialistas en la materia.

No existen instrumentos ni mecanismos normalizados para la revisión por especialistas en la materia y su utilización debería estudiarse caso por caso. Si existe un alto grado de incertidumbre asociada con una estimación de las emisiones para una categoría de fuentes, la revisión por especialistas en la materia puede aportar información para mejorar la estimación, o por lo menos cuantificar mejor la incertidumbre.



Pueden efectuarse revisiones por expertos sobre todas las partes de una categoría de fuentes. Las revisiones efectivas por especialistas en la materia suelen comprender la tarea de identificar y comunicarse con las principales organizaciones comerciales de la industria asociadas con cada categoría específica de fuentes. Es preferible buscar este aporte de expertos al principio del proceso de preparación del inventario, de modo que los expertos puedan participar desde el comienzo. Es una buena práctica interesar a expertos destacados en materia de elaboración y revisión de métodos y adquisición de datos.

Los resultados de la revisión por especialistas en la materia y la respuesta del organismo encargado del inventario ante esos resultados pueden ser importantes para la aceptación general del inventario final. Todas las revisiones de los especialistas en la materia deberían estar bien documentadas, preferiblemente en un formato de informe o lista de verificación que muestre los resultados y las recomendaciones sobre mejoras.

## AUDITORÍAS

Con el fin de adoptar una buena práctica en la preparación de inventarios, pueden emplearse auditorías para evaluar cómo cumple efectivamente el organismo encargado del inventario con las especificaciones mínimas de CC expuestas en el plan de CC. Es importante que el auditor sea lo más independiente posible del organismo encargado del inventario, para poder suministrar una evaluación objetiva de los procesos y datos evaluados. Las auditorías pueden realizarse durante la preparación de un inventario, después de la preparación del inventario o sobre un inventario previo. Las auditorías son especialmente útiles cuando se han adoptado nuevos métodos de estimación de las emisiones o cuando ha habido cambios sustanciales en los métodos existentes. Es conveniente que el organismo encargado del inventario elabore un calendario de auditorías en puntos estratégicos de la preparación del inventario. Por ejemplo, pueden practicarse auditorías relativas a la compilación inicial de datos, la labor de medición, la transcripción, el cálculo y la documentación. Las auditorías pueden usarse para verificar que se han cumplido los pasos del CC identificados en la tabla 8.1 y que se han aplicado los procedimientos específicos de CC para la categoría de fuentes, de conformidad con el plan de CC.

## VERIFICACIÓN DE LOS DATOS DE EMISIONES

Las técnicas de verificación pueden aplicarse durante la preparación del inventario y después de haber sido compilado. Las comparaciones con otros datos nacionales de emisiones compilados independientemente son una opción rápida para evaluar la exhaustividad, aproximar los niveles de emisiones y corregir las asignaciones de categorías de fuentes. Esas comparaciones pueden hacerse para diferentes gases de efecto invernadero en los niveles nacional, sectorial, de las categorías de fuentes y de las subcategorías de fuentes, en la medida en que lo permitan las diferencias en las definiciones.

Aunque el organismo encargado del inventario es responsable en definitiva de la compilación y presentación del inventario nacional de gases de efecto invernadero, pueden existir otras publicaciones independientes sobre este asunto. Esos documentos pueden brindar medios de comparación con otras estimaciones nacionales.

El proceso de verificación puede ayudar a evaluar la incertidumbre en las estimaciones de las emisiones, teniendo en cuenta la calidad y el contexto tanto de los datos originales del inventario como de los datos usados con fines de verificación. Cuando se usan técnicas de verificación, deberían reflejarse en el plan de GC/CC.

Deberían documentarse las mejoras resultantes de la verificación, así como los resultados detallados del proceso de verificación.

## DOCUMENTACIÓN, ARCHIVO Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

### Documentación interna y archivo

Como parte de los procedimientos generales de CC, es una buena práctica documentar y archivar toda la información requerida para producir estimaciones destinadas al inventario nacional de emisiones. La misma comprende:

- Supuestos y criterios para la selección de datos de actividad y factores de emisión;
- Factores de emisión empleados, comprendidas las referencias al documento del IPCC para los factores por defecto o a referencias publicadas o a otra documentación sobre los factores de emisión usados en métodos de nivel superior;
- Datos de actividad o información suficiente para permitir rastrear los datos de actividad hasta la fuente de referencia;
- Información sobre la incertidumbre asociada con los datos de actividad y los factores de emisión;
- Justificación de la elección de métodos;
- Métodos utilizados, incluso los empleados para estimar la incertidumbre;
- Cambios en las entradas de datos o en los métodos con respecto a años anteriores;
- Identificación de las personas que emiten dictámenes de expertos para estimaciones de la incertidumbre y sus calificaciones para hacerlo;
- Detalles de las bases de datos electrónicas o del programa informático usados en la producción del inventario, comprendidas las versiones, los manuales de operación, las necesidades de equipos de computación y toda otra información que se requiera para permitir su uso posterior;



- Hojas de cálculo y cálculos provisionales para las estimaciones de las categorías de fuentes y las estimaciones agregadas y para todo nuevo cálculo de las estimaciones anteriores;
- Informe final de inventario y todo análisis de tendencias con respecto a años anteriores;
- Planes de GC/CC y resultados de los procedimientos de GC/CC.

Es una buena práctica que los organismos encargados de los inventarios mantengan esta documentación para todo inventario anual producido y la aporten para su revisión.

Es una buena práctica mantener y archivar esta documentación de modo que toda estimación de inventario pueda documentarse y reproducirse íntegramente si es necesario.

Los organismos encargados de los inventarios deberían asegurar que los registros no sean ambiguos; por ejemplo, no es suficiente una referencia al “factor por defecto del IPCC”. Se requiere una referencia completa al documento de que se trate (por ej., Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada de 1996), para identificar la fuente del factor de emisión, porque puede haber varias actualizaciones de los factores por defecto, a medida que se ha contado con nueva información.

Los registros de procedimientos de GC/CC son información importante para permitir continuas mejoras en las estimaciones de inventarios. Es una buena práctica que en los registros de actividades de GC/CC se incluyan las exámenes/auditorías/revisiones que se realizaron, cuándo se realizaron, quién los realizó, y las correcciones y modificaciones en el inventario como resultado de la actividad de GC/CC.

### Presentación de los resultados

Es una buena práctica presentar un resumen de las actividades de GC/CC ejecutadas y de los principales resultados, como complemento del inventario nacional de cada país. Sin embargo, no es práctico ni necesario presentar toda la documentación interna que conserva el organismo encargado del inventario.

En el resumen debería describirse qué actividades fueron realizadas internamente y qué revisiones externas se llevaron a cabo para cada categoría de fuentes y sobre todo el inventario, de conformidad con el plan de GC/CC. En los principales resultados se deberían describir las cuestiones más importantes con respecto a la calidad de los datos de entrada, los métodos, el tratamiento o el archivo y debería mostrarse cómo se encararon o cómo se piensa encararlos en el futuro.

## Procedimientos de documentación específicos del sector UTCUTS

En los procedimientos de documentación y archivado en el sector de UTCUTS deben tenerse en cuenta las siguientes cuestiones:

- Como es probable que se utilicen datos de muestra y existen pocas posibilidades de disponer de datos anuales para áreas, depósitos y parámetros de estimación, la documentación sobre la coherencia de los datos de las series temporales y los métodos existentes para interpolar entre muestras y años reviste especial importancia.
- Como es importante disponer de una clasificación transparente de los usos de la tierra para cada año y de un seguimiento verificable y exacto de las categorías a través del tiempo, se debería aportar información sobre las categorías de uso de la tierra.
- Como los datos y modelos de UTCUTS son complejos, el establecimiento de una documentación completa permite la efectiva realización de verificaciones e investigaciones internas de CC y de revisiones externas de GC:
  - i) Los fundamentos para la elección de modelos y su coherencia con la orientación sobre las buenas prácticas han de ser analizados, documentados y archivados;
  - ii) En los archivos debería haber documentación facilitada por los creadores de modelos acerca de los supuestos y funcionamientos del modelo, así como de las fuentes de datos, el código fuente (si se dispone de él) y otra información (como análisis de sensibilidad);
  - iii) La documentación debería incluir datos sobre los procedimientos de GC/CC por los que se rigen los modelos, tanto los procedimientos ya existentes como la documentación proporcionada por los creadores de modelos y las tentativas de instaurar procedimientos suplementarios o ampliados.

# Módulo 7.

## Orientaciones para la presentación de informes sobre los inventarios estatal de emisiones de GEI

Las directrices de la Convención Marco para la presentación de informes sobre los inventarios anuales establecen unos principios y definiciones que son los que rigen la elaboración y el reporte de los inventarios. Estos principios de los que hemos venido hablando en varios módulos anteriores hablan de que los inventarios de gases de efecto invernadero, deberán ser transparentes, coherentes, comparables, exhaustivos y exactos.

Otro principio que debe ser tenido en cuenta durante todo el proceso es que los inventarios deberán prepararse utilizando metodologías comparables acordadas por la Conferencia de las Partes (CP). Siguiendo estos principios se busca ayudar a los países de la Convención a cumplir los compromisos contraídos ante la Convención, pero también facilitar el proceso de examen de los inventarios, incluida la preparación de análisis técnicos y de documentación de síntesis; y facilitar el proceso de verificación, evaluación técnica y examen especializado de la información sobre los inventarios.

En este contexto, se dictan algunas disposiciones en relación con el contenido y estructura de los reportes de los inventarios que incluyen el informe del inventario nacional y en las tablas del formato común para los informes, que se describirán más adelante.

### Algunas definiciones

#### Transparencia

Significa que las hipótesis y metodologías utilizadas en un inventario deben explicarse con claridad para facilitar la reproducción y evaluación del inventario por los usuarios de la información suministrada. La transparencia de los inventarios es fundamental para la eficacia del proceso de comunicación y de examen de la información;

## Coherencia

Significa que el inventario debe ser internamente coherente en todos sus elementos con los inventarios de otros años. Un inventario es coherente si se utilizan las mismas metodologías para el año base y todos los años siguientes y si se utilizan conjuntos de datos coherentes para calcular las emisiones y absorciones de fuentes o sumideros. En determinadas circunstancias mencionadas en los párrafos 15 y 16, se podrá considerar que es coherente un inventario en el que se hayan utilizado metodologías diferentes en años diferentes si los nuevos cálculos se han hecho de manera transparente, teniendo en cuenta la Orientación sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y la Orientación sobre las buenas prácticas en el uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC);

## Comparabilidad

Significa que las estimaciones de las emisiones y absorciones de que informen las Partes del anexo I en sus inventarios deben poder compararse. Con este fin, las Partes en el anexo I deberán utilizar las metodologías y formularios acordados por la CP para estimar los inventarios y comunicarlos. La determinación de categorías de fuentes/sumideros deberá ceñirse al nivel de desglose que aparece en las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 19962, y en la Orientación sobre las buenas prácticas en el uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura, en los cuadros de resumen y sectoriales;

## Exhaustividad

Significa que el inventario debe abarcar todas las fuentes y sumideros y todos los gases que figuran en las Directrices del IPCC, así como otras categorías pertinentes de fuentes y sumideros que son específicas de determinadas Partes del anexo I y que, por consiguiente, pueden no estar incluidas en las Directrices del IPCC. Exhaustividad significa también una cobertura geográfica completa de las fuentes y sumideros;





## Exactitud

Es una medida relativa del grado en que una estimación de emisión o absorción se aproxima al valor real. Las estimaciones deben ser exactas en el sentido de que no queden sistemáticamente por encima o por debajo de las emisiones o absorciones efectivas, por lo que pueda apreciarse, y de que las incertidumbres se reduzcan al mínimo posible. Deben utilizarse metodologías adecuadas, conformes a la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas, para promover la exactitud de los inventarios.

Requisitos de las directrices para la elaboración y reporte del Inventario:

Métodos

Metodología

Se deben utilizar las metodologías propuestas en las directrices del IPCC para estimar las emisiones antropógenas por las fuentes y las absorciones antropógenas por los sumideros de los gases de efecto invernadero.

Al preparar los inventarios nacionales de estos gases, se utilizarán también la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas a fin de mejorar su transparencia, coherencia, comparabilidad, exhaustividad y exactitud.

De conformidad con las Directrices del IPCC, se podrán utilizar los diferentes niveles (tiers) señalados en esas directrices, pero darán prioridad a los que, según los árboles de decisiones de la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas, proporcionen las estimaciones más exactas.

De conformidad con las Directrices del IPCC, se podrán también utilizar metodologías nacionales, si consideran que reflejan mejor sus circunstancias nacionales, a condición de que sean compatibles con las Directrices del IPCC y con la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas, estén bien documentadas y tengan una base científica.

Para las categorías que se consideren clave, de conformidad con la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas, se deberá hacer todo lo posible por utilizar un método recomendado, de acuerdo con los árboles de decisiones correspondientes de la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas. También se deberá hacer todo lo posible por elaborar y/o seleccionar los factores de emisión, y por reunir y seleccionar los datos de actividad, de acuerdo con la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas.

Para la mayoría de las categorías, las Directrices del IPCC proporcionan una metodología por defecto que incluye factores de emisión por defecto y en algunos casos datos de actividad por defecto.

Además, en la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas figuran factores de emisión por defecto y datos de actividad por defecto actualizados para algunas categorías y gases. Dado que los supuestos implícitos en estos datos, factores y métodos por defecto pueden no ser apropiados para contextos estatales específicos, es preferible que se utilicen sus propios factores de emisión y datos de actividad locales, si disponen de ellos, siempre que se hayan elaborado de manera coherente con la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas, se considere que son más exactos y se comuniquen de manera transparente.

Si, por carecer de información específica del país, se decide utilizar factores o datos por defecto, deberán utilizarse los datos de actividad por defecto o los factores de emisión por defecto actualizados que proporciona la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas, si se dispone de ellos.

### Determinación de las categorías esenciales

Se deben determinar sus categorías clave para el año de base y el último año para el que exista un inventario, según se indica en la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas, utilizando la evaluación del nivel 1 o del nivel 2 y de las tendencias.

### Incertidumbres

Se debe hacer una estimación cuantitativa de las incertidumbres en los datos utilizados para todas las categorías de fuentes y de sumideros utilizando como mínimo el método del nivel 1, según se dispone en la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas. Se podrá aplicar el método del nivel 2 que figura en la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para subsanar las limitaciones técnicas del método del nivel 1. Deberán examinarse también cualitativamente y de manera transparente en el Informe del inventario las incertidumbres en los datos utilizados para todas las categorías de fuentes y de sumideros, en particular las categorías consideradas categorías esenciales.

### Realización de nuevos cálculos

Los inventarios de toda una serie temporal, incluido el año de base y todos los años siguientes a los que se refieran los inventarios comunicados, deberán estimarse utilizando las mismas metodologías, y los datos de actividad y los factores de emisión deberán obtenerse y utilizarse de modo coherente.

Los nuevos cálculos tienen que garantizar la coherencia de la serie temporal y sólo se llevarán a cabo para mejorar la exactitud y/o la exhaustividad. Si ha cambiado la metodología o el modo de obtención de los datos de actividad y los factores de emisión utilizados, se deberá volver a calcular los inventarios correspondientes al año de base y a los años siguientes.



Se debe evaluar la necesidad de realizar nuevos cálculos en relación con las razones dadas en la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas, sobre todo respecto de las categorías esenciales. Los nuevos cálculos deberán efectuarse de acuerdo con la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y los principios generales establecidos en las directrices de la Convención Marco.

En algunos casos tal vez no se puedan utilizar los mismos métodos y conjuntos de datos coherentes para todos los años, debido a la posible falta de datos de actividad, factores de emisión u otros parámetros empleados directamente en el cálculo de las estimaciones de las emisiones correspondientes a ciertos años históricos, incluido el año de base. En esos casos quizás sea menester calcular las emisiones o absorciones con otros métodos, cuando ello ocurra, se deberá utilizar una de las técnicas que proporciona la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas (por ejemplo, superposición, sustitución, interpolación y extrapolación) para determinar los valores que falten.

Siempre que se usen esas técnicas, se deberá documentar y demostrar en el Informe del inventario que la serie temporal es coherente.

### Garantía de calidad/control de calidad (GC/CC)

Cada estado elaborará un plan de GC/CC de los inventarios y aplicará los procedimientos generales de CC de los inventarios (nivel 1) de conformidad con su plan de GC/CC y siguiendo la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas.

Además, se deberán aplicar procedimientos de CC específicos (nivel 2) para las categorías clave y para las categorías en que haya habido cambios metodológicos importantes y/o revisiones de los datos, de acuerdo con la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas.

La aplicación del CC del nivel 2 puede ser más eficiente si se efectúa junto con la evaluación de las incertidumbres en las fuentes de los datos. Además, se deberán aplicar procedimientos de GC encomendando exámenes básicos de sus inventarios a otros expertos (GC del nivel 1), de conformidad con la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas.

## Presentación de informes

### Orientación general

Estimaciones de las emisiones y la absorción

Como mínimo los inventarios del sector LULUCF, deberán contener información sobre los siguientes gases de efecto invernadero:

- dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>),
- metano (CH<sub>4</sub>),
- óxido nitroso (N<sub>2</sub>O),

Se deberán también suministrar información sobre los siguientes gases de efecto invernadero indirecto:

- monóxido de carbono (CO),
- óxidos de nitrógeno (NOx) y
- compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM), y
- los óxidos de azufre (SOx).

Nota Se deberán comunicar las emisiones y la absorción antropógena de todos los demás gases de efecto invernadero cuyos valores de potencial de calentamiento atmosférico (PCA) para 100 años hayan sido determinados por el IPCC y aprobados por la CP.

Valores<sup>a</sup> de los potenciales de calentamiento atmosférico (PCA) del IPCC correspondientes a 1995 basados en los efectos de los gases de efecto invernadero con un horizonte temporal de 100 años

Gas de efecto invernadero	Fórmula química	PCA del IPCC para 1995
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	1
Metano	CH <sub>4</sub>	21
Óxido nitroso	N <sub>2</sub> O	310
<b>Hidrofluorocarburos (HFC)</b>		
HFC-23	CHF <sub>3</sub>	11.700
HFC-32	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	650
HFC-41	CH <sub>3</sub> F	150
HFC-43-10mee	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>10</sub>	1.300
HFC-125	C <sub>2</sub> HF <sub>5</sub>	2.800
HFC-134	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (CHF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub> )	1.000
HFC-134a	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (CH <sub>2</sub> FCF <sub>2</sub> )	1.300
HFC-152a	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>2</sub> (CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> )	140
HFC-143	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>3</sub> (CHF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> F)	300
HFC-143a	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>3</sub> (CF <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> )	3.800
HFC-227ea	C <sub>3</sub> HF <sub>7</sub>	2.900
HFC-236fa	C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	6.300
HFC-254ca	C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>5</sub>	560
<b>Perfluorocarburos</b>		
Perfluorometano	CF <sub>4</sub>	6.500
Perfluoroetano	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	9.200
Perfluoropropano	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	7.000
Perfluorobutano	C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	7.000
Perfluorociclobutano	c-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	8.700
Perfluoropentano	C <sub>5</sub> F <sub>12</sub>	7.500
Perfluorohexano	C <sub>6</sub> F <sub>14</sub>	7.400
<b>Hexafluoruro de azufre</b>		
Hexafluoruro de azufre	SF <sub>6</sub>	23.900

<sup>a</sup> Presentados en el segundo informe de evaluación del IPCC.

Las emisiones y la absorción de gases de efecto invernadero deberán presentarse desglosadas por gas en unidades de masa, y las emisiones por las fuentes estarán en listas separadas de la absorción por los sumideros, excepto en los casos en que sea técnicamente imposible separar la información sobre fuentes y sumideros en el sector del uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura.

Se deberán notificar las emisiones y la absorción agregadas de gases de efecto invernadero, expresadas en CO<sub>2</sub> equivalente, en el nivel del inventario resumido, utilizando los valores de los potenciales de calentamiento atmosférico (PCA) suministrados por el IPCC en su Segundo Informe de Evaluación, denominados valores de los PCA del IPCC de 1995, basados en los efectos de los gases de efecto invernadero en un horizonte temporal de 100 años. Una lista de estos valores figura en el cuadro 1 que cierra las presentes directrices.

Se alienta encarecidamente a que informen también sobre las emisiones y la absorción de otros gases de efecto invernadero respecto de los cuales se disponga de los valores de los PCA para 100 años, aunque la CP no los haya aprobado todavía. Estas emisiones y absorciones deberán notificarse por separado de los totales estatales. Se deberá indicar el valor y la referencia de los PCA.

Las emisiones y la absorción deberán comunicarse al nivel más desglosado de cada categoría de fuente/sumidero, teniendo en cuenta que quizás se precise un nivel mínimo de agregación para proteger información confidencial de tipo comercial y militar.

#### Exhaustividad

Si existen lagunas en la metodología o en los datos de los inventarios, deberá informarse de ellas de manera transparente. Se deberán indicar claramente las fuentes y sumideros que no se hayan considerado en sus inventarios a pesar de estar incluidos en las Directrices del IPCC, y explicar las razones de su exclusión.

De la misma manera, se deberán indicar de haberlas las regiones de su zona geográfica, que no se hayan incluido en el inventario, y explicar las razones de su exclusión.

Además, se deberán utilizar las claves de notación que se definen a continuación para llenar los espacios en blanco de todas las tablas del formato común de reporte. Ello facilitará la evaluación de la exhaustividad del inventario. Las claves de notación son las siguientes:

- a) “NO” (no ocurren), para las actividades o procesos en una categoría determinada de fuentes o sumideros que no tienen lugar en un país.
- b) “NE” (no estimadas), para las emisiones de fuentes y la absorción por sumideros de gases de efecto invernadero que no se hayan estimado. Si se consigna “NE” en un inventario respecto de emisiones o absorciones de CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, HFC, PFC o SF<sub>6</sub>, la Parte del anexo I deberá indicar, en los cuadros de exhaustividad del IIN y del FCI, por qué no se han podido estimar esas emisiones o absorciones.
- c) “NA” (no se aplica), para actividades en una determinada categoría de fuentes/sumideros que no den lugar a emisiones o absorciones de un gas dado. Si las categorías del FCI a las que puede aplicarse la clave “NA” están sombreadas, no es preciso rellenar esa parte.

d) “IE” (incluidas en otra parte), para las emisiones de fuentes y la absorción por sumideros de gases de efecto invernadero estimadas pero consignadas en otra parte del inventario, en lugar de la categoría de fuentes/sumideros en que cabría prever que se indicaran. Cuando se utilice la clave “IE” en un inventario, la Parte del anexo I deberá indicar, utilizando el cuadro de exhaustividad del FCI, en qué parte del inventario se han consignado las emisiones o absorciones desplazadas, y explicar las razones de ese desplazamiento.

e) “C” (confidencial), para las emisiones de fuentes y la absorción por sumideros de gases de efecto invernadero que puedan entrañar la revelación de información confidencial, habida cuenta de lo dispuesto en el párrafo 27 supra. específicos del país o de gases que no figuran en las Directrices del IPCC, deberán describir explícitamente las categorías de fuentes/sumideros o los gases de que se trata, así como las metodologías, los factores de emisión y los datos de actividad utilizados para la estimación y suministrar las referencias de esos datos.

### Categorías esenciales

Las Partes del anexo I estimarán y comunicarán las contribuciones porcentuales individuales y acumulativas de las categorías esenciales a su total nacional, con respecto tanto al nivel como a la tendencia. Las emisiones deberán expresarse en CO<sub>2</sub> equivalente, utilizando los métodos consignados en la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas.

Como se señala en los párrafos 41 y 47, esta información deberá consignarse tanto en el cuadro 7 del FCI como en el IIN, utilizando los cuadros 7.1 a 7.3 de la Orientación sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y los cuadros 5.4.1 a 5.4.3 de la Orientación sobre las buenas prácticas en el uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura del IPCC, adaptados al nivel de desglose de las categorías que la Parte en el anexo I haya utilizado para determinar sus categorías esenciales.

### Verificación

31. De conformidad con las Directrices del IPCC y con fines de verificación, las Partes del anexo I deberán comparar sus estimaciones nacionales de las emisiones de dióxido de carbono procedentes de la quema de combustible con las estimaciones obtenidas utilizando el método de referencia del IPCC, e informar de los resultados de esa comparación en el FCI y en el IIN. También se alienta a las Partes en el anexo I a que informen de cualquier examen de su inventario que realicen otros expertos nacionales.





## Incertidumbres

32. En el IIN, las Partes del anexo I comunicarán las incertidumbres estimadas según se indica en el párrafo 14 supra, así como los métodos utilizados y las hipótesis en que se basan, con objeto de ayudar a establecer un orden de prioridad en los esfuerzos para mejorar la exactitud de los inventarios nacionales en el futuro y orientar las decisiones sobre la elección de metodologías. Esta información deberá presentarse utilizando los cuadros 6.1 y 6.2 del documento del IPCC Orientación sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero agregando las líneas sobre las categorías correspondientes de UTS como se indica en la sección 5.2.5 de la Orientación sobre las buenas prácticas en el uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura.

En esos cuadros, el término “total nacional” significa el valor absoluto de las emisiones por las fuentes menos la magnitud de las absorciones por los sumideros. Además, las Partes del anexo I deberán indicar en esos cuadros las categorías que hayan identificado como categorías esenciales en su inventario. Si los métodos utilizados para estimar el nivel de incertidumbre se desvían de la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas, será menester describirlos.

## Realización de nuevos cálculos

Los nuevos cálculos de las estimaciones de las emisiones y la absorción presentadas anteriormente que sea preciso realizar debido a cambios de metodología, a cambios en la manera de obtener y utilizar los factores de emisión y los datos de actividad, o a la inclusión de nuevas fuentes o sumideros que existían desde el año de base pero que no se habían notificado anteriormente, deberán comunicarse para el año de base y para todos los años siguientes hasta el año en que se realicen.

Los nuevos cálculos deberán comunicarse en el informe, con las explicaciones que hagan falta, incluida una justificación de la necesidad de realizarlos, y en los cuadros pertinentes del FCI. Las Partes del anexo I también deberán dar explicaciones respecto de aquellos casos en que no se hayan vuelto a calcular las estimaciones a pesar de que la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas así lo exija.

La información sobre los procedimientos aplicados para realizar estos nuevos cálculos, los cambios en los métodos de cálculo, los factores de emisión y los datos de actividad utilizados y la inclusión de fuentes o sumideros no abarcados anteriormente se deberán comunicar indicando los cambios pertinentes que se hayan introducido en cada categoría de fuentes o sumideros.

Se recomienda a los estados comunicar cualquier otro cambio en las estimaciones de las emisiones y la absorción, independientemente de su magnitud, e indicar claramente las razones del cambio en comparación con los inventarios presentados anteriormente, por ejemplo, corrección de errores,

cambios de carácter estadístico o editorial o reasignación de categorías, utilizando para ello el cuadro correspondiente del FCI.

#### Garantía de calidad/control de calidad (GC/CC)

Se deberá comunicar en el informe su plan de GC/CC y dar información sobre los procedimientos de GC/CC que ya apliquen o que vayan a aplicar en el futuro.

#### Ajustes

Los inventarios se comunicarán sin introducir ajustes, por ejemplo, en relación con las variaciones climáticas. Si adicionalmente los estados introducen tales ajustes en los datos de inventario, deberían comunicarlos por separado y de modo transparente, indicando claramente los métodos aplicados.

### Informe del inventario nacional

#### Informe del inventario

Los estados deben presentar a la institución federal competente, un informe estatal del inventario que contenga información detallada y completa sobre sus inventarios. El Informe deberá asegurar la transparencia y contener información suficientemente detallada para que el inventario pueda examinarse. Esta información deberá abarcar toda la serie temporal, desde el año de base hasta el último año del inventario, así como todo cambio que se haya efectuado respecto de inventarios ya presentados.

El Informe deberá contener:

- a) Las descripciones, referencias y fuentes de información de las metodologías específicas, las hipótesis, los factores de emisión y los datos de actividad, así como las razones de su selección. También deberá incluir una indicación del grado de complejidad (niveles del IPCC) aplicado y una descripción de cualquier metodología nacional que se haya utilizado, así como información sobre las mejoras previstas en el futuro. Respecto de las categorías esenciales, deberá darse una explicación si no se utilizan los métodos recomendados en el árbol de decisiones apropiado de la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas. Además, los datos de actividad, los factores de emisión y la información conexa deberán documentarse según lo dispuesto en la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas.
- b) Una descripción de las categorías esenciales nacionales, que comprenda:
  - i) Una referencia a los cuadros de categorías esenciales del FCI;
  - ii) Información sobre el nivel de desglose por categorías utilizado y las razones para ello;
  - iii) Información adicional relacionada con la metodología utilizada para determinar las categorías esenciales.
- c) En relación con el posible doble cómputo o falta de cómputo de las emisiones, se deberá indicar en la parte sectorial correspondiente del Informe:



- i) Si las materias primas y el uso no energético de los combustibles se han tenido en cuenta en el inventario y, en caso afirmativo, dónde se han contabilizado en el sector de la energía o el de los procesos industriales;
  - ii) Si se ha estimado el CO<sub>2</sub> de la combustión de biomasa y dónde se ha contabilizado en los cuadros de datos sectoriales de base del FCI (cuadros 5.A a 5.F y cuadro 5 (V));
  - iii) Si se han tenido en cuenta en el inventario las emisiones de CO<sub>2</sub> correspondientes a la oxidación atmosférica del CO, los COVDM y el CH<sub>4</sub> emitidos en procesos no combustivos y no biogénicos, como el uso de disolventes, la extracción y manipulación del carbón, la aireación y las fugas de los combustibles fósiles;
  - iv) Información sobre las categorías de fuentes o sumideros excluidas o posiblemente excluidas, y los esfuerzos para elaborar estimaciones para las presentaciones futuras.
- d) Información sobre las incertidumbres,
- e) Información sobre cualquier nuevo cálculo relacionado con datos de inventarios presentados anteriormente, incluidos los cambios en las metodologías, las fuentes de información y las hipótesis utilizadas, así como los nuevos cálculos efectuados en respuesta al proceso de examen.
- f) Información sobre los cambios con respecto a años anteriores no relacionados con nuevos cálculos, como cambios en las metodologías, las fuentes de información y las hipótesis utilizadas, así como los cambios en respuesta al proceso de examen.
- g) Información sobre la GC/CC, en la que se describan el plan de GC/CC y las actividades de GC/CC realizadas internamente para todo el inventario y respecto de categorías individuales, en particular de categorías esenciales, así como los exámenes realizados externamente, si los hubiere. Se deberán describir los principales resultados obtenidos respecto de la calidad de los datos de entrada, los métodos, la elaboración y el archivo, así como la manera de proceder.
- i) Una descripción de los arreglos institucionales adoptados para la preparación del inventario.

Si en las tablas del formato estándar se proporciona en detalle parte de la información solicitada en los apartados a) a h) mencionados arriba, se deberá indicar en el informe en qué lugar del formato estándar se encuentra dicha información.

El Informe deberá ajustarse a la estructura que se expone en el capítulo más adelante, y habrá que velar por que se incluya toda la información solicitada.

### Formato común estándar

El formato común estándar tiene por objeto garantizar que se comuniquen datos cuantitativos en un formato normalizado a fin de facilitar la comparación de los datos de inventario y de las tendencias entre los países. La explicación de la información de carácter cualitativo deberá consignarse principalmente en los cuadros del informe y no en los del formato común estándar. Esa información explicativa deberá incluir referencias cruzadas a las secciones correspondientes del Informe.

El formato común estándar es un formulario normalizado para comunicar las estimaciones de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero y otra información pertinente. Permite un mejor manejo de la información presentada por medios electrónicos y facilita el tratamiento de los datos del inventario y la preparación de útiles análisis técnicos y documentos de síntesis.

El formato común estándar consta de los siguientes elementos:

- a) Cuadros de resumen, cuadros sectoriales y cuadros de tendencias para todas las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero.
- b) Cuadros de datos sectoriales de base para comunicar los factores de emisión implícitos y los datos de actividad, incluidos:
  - i) La hoja de trabajo 1-1 del IPCC, que contiene estimaciones de las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de combustibles utilizando el método de referencia del IPCC y un cuadro para comparar las estimaciones basadas en este método con las estimaciones basadas en el método sectorial, así como explicaciones de las posibles diferencias importantes;
  - ii) Cuadros para informar del consumo de combustibles fósiles para materias primas no energéticas, el transporte aéreo y marítimo internacional y las operaciones multilaterales.
- c) Cuadros para informar, entre otras cosas, de las categorías esenciales, la realización de nuevos cálculos y la exhaustividad del inventario.

El formato común estándar se deberá preparar ajustándose a las tablas que figuran en las directrices y orientaciones del IPCC, velando por que se incluya toda la información solicitada. Al rellenar estas tablas, se deberá:

- a) Facilitar el formato común estándar íntegro correspondiente al último año de inventario y a los años en que se haya introducido algún cambio en el sector. Respecto de los años en que no se hayan efectuado cambios, no será necesario volver a presentar todos los cuadros del formato común estándar, pero se deberá hacer referencia al inventario en el que se comunicaron por primera vez los datos no modificados. Se deberá velar por que anualmente se disponga de un conjunto completo de cuadros del formato común estándar para toda la serie temporal, del año de base en adelante.
- b) Facilitar los cuadros de tendencias del formato común estándar que abarquen los años de inventario de toda la serie temporal en una sola presentación, es decir, del formato común estándar correspondiente al último año de inventario.
- c) Facilitar cuadros de exhaustividad en una sola presentación, si la información es aplicable a todos los años. Si la información de estos cuadros es diferente para cada año objeto del informe, en el formato



común estándar se deberán presentar los cuadros, o información sobre los cambios efectuados, para cada año.

d) Utilizar los cuadros de documentación que figuran al pie de los cuadros de informes y datos de base sectoriales para remitir a explicaciones detalladas que aparezcan en el informe, o facilitar cualquier otra información, según se especifica en esos cuadros.

Se deberá proporcionar la información solicitada en los cuadros de información adicional. Cuando la información solicitada no sea pertinente debido al nivel metodológico utilizado, se rellenarán las casillas correspondientes con la clave de notación “NA”. En esos casos, se deberá remitir, en el cuadro de documentación, a la sección pertinente del informe en la que figure información equivalente.

Se deberán utilizar en todas las tablas del formato común estándar las claves de notación que se especifican en las orientaciones generales del material para llenar las casillas en las que no deban consignarse directamente datos cuantitativos. El uso de las claves de notación facilita la evaluación de la exhaustividad del inventario. En cada cuadro del formato común estándar en que se solicita información cualitativa se dan instrucciones específicas sobre la forma de utilizar las claves de notación.

### Mantenimiento de registros

Se deberá reunir y archivar toda la información pertinente de los inventarios de cada año, incluidos todos los factores de emisión y datos de actividad desglosados y la documentación sobre su modo de obtención, con opiniones de expertos cuando proceda, así como la manera en que se han agregado para consignarlos en el inventario.

Esta información debe permitir, entre otras cosas, que los equipos de expertos reconstruyan el inventario. La información de los inventarios deberá archivar a partir del año de base e incluir los datos correspondientes a los nuevos cálculos que se hayan efectuado.

La documentación de referencia, que puede incluir las hojas de cálculo o las bases de datos utilizadas para compilar los datos del inventario, debe permitir relacionar las estimaciones de las emisiones y absorciones con los factores de emisión y datos de actividad desglosados originales. Esta información debe también facilitar el esclarecimiento oportuno de los datos del inventario cuando la secretaría prepare las recopilaciones anuales de los inventarios o evalúe las cuestiones metodológicas. Se alienta a las Partes del anexo I a reunir y recopilar la información en un único servicio nacional de inventarios o, por lo menos, a reducir al mínimo el número de tales servicios.

## RESUMEN EJECUTIVO

ES.1. Información de base sobre los inventarios de gases de efecto invernadero y el cambio climático (por ejemplo, en lo que se refiere al contexto nacional, para dar información al público en general)

ES.2. Resumen de las tendencias nacionales relativas a las emisiones y absorciones

ES.3. Panorama general de las estimaciones y tendencias de las emisiones por categorías de fuentes y sumideros

ES.4. Otra información (por ejemplo, gases de efecto invernadero indirecto)

## Capítulo 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Información de base sobre los inventarios de gases de efecto invernadero y el cambio climático (por ejemplo, en lo que se refiere al contexto nacional, para dar información al público en general)

1.2. Descripción de los arreglos institucionales adoptados para la preparación del inventario

1.3. Breve descripción del proceso de preparación del inventario (por ejemplo, acopio, elaboración y almacenamiento de los datos)

1.4. Breve descripción general de las metodologías y las fuentes de datos utilizadas

1.5. Breve descripción de las categorías esenciales

1.6. Información sobre el plan de GC/CC, incluidos la verificación y el tratamiento de los asuntos confidenciales, cuando proceda

1.7. Evaluación general de las incertidumbres, con inclusión de datos sobre la incertidumbre global en los totales de los inventarios

1.8. Evaluación general de la exhaustividad (con referencia al anexo 5 de la estructura del informe del inventario nacional (IIN))

## Capítulo 2: TENDENCIAS DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

En este capítulo deberá facilitarse información que proporcione un panorama general de las tendencias de las emisiones, pero no es necesario repetir información que figure en los capítulos relativos a los sectores y en los cuadros de tendencias del formulario común para los informes (FCI).

2.1. Descripción e interpretación de las tendencias de las emisiones agregadas de gases de efecto invernadero

2.2. Descripción e interpretación de las tendencias de las emisiones por gases

2.3. Descripción e interpretación de las tendencias de las emisiones por categorías

2.4. Descripción e interpretación de las tendencias de las emisiones para los gases de efecto invernadero indirecto y el SO<sub>2</sub>





### 3.2. Categoría de fuentes (número de categoría de fuentes del FCI)

Deberá facilitarse la siguiente información para cada categoría de fuentes del IPCC (es decir, al nivel del cuadro de resumen 1.A del FCI, o al nivel en el que se describen los métodos del IPCC, o al nivel en el que la Parte estime sus emisiones de gases de efecto invernadero):

3.2.1. Descripción de la categoría de fuentes (por ejemplo, características de las fuentes)

3.2.2. Cuestiones metodológicas (por ejemplo, elección de los métodos/datos de actividad/factores de emisión, hipótesis, parámetros y convenciones en que se basan las estimaciones de las emisiones y la absorción -justificación de su selección, cuestiones metodológicas específicas (por ejemplo, descripción de los métodos nacionales))

3.2.3. Incertidumbres y coherencia de la serie temporal

3.2.4. GC/CC y verificación específicas de ciertas fuentes, si se aplica

3.2.5 Nuevos cálculos para determinadas fuentes, si se aplica, incluidos los cambios efectuados en respuesta al proceso de examen

3.2.6. Mejoras planificadas respecto de fuentes específicas, si se aplica (por ejemplo, metodologías, datos de actividad, factores de emisión, etc.), incluidas las realizadas en respuesta al proceso de examen

Las Partes del anexo I podrán comunicar en forma agregada parte de la información arriba solicitada respecto de algunas/varias categorías de fuentes si la metodología, los datos de actividad y/o los factores de emisión utilizados son los mismos, a fin de evitar la repetición de información. Para las categorías esenciales, la información deberá ser detallada para que se pueda realizar un examen a fondo del inventario.

## Capítulo 7: UTS (sector 5 del FCI)

Además, la información sobre UTS debería incluir los siguientes elementos:

- Información sobre los métodos utilizados para representar superficies terrestres y sobre las bases de datos acerca del uso de la tierra, utilizadas para la preparación de inventarios;
- Definiciones de uso de la tierra y de los sistemas de clasificación utilizados y su correspondencia con las categorías de UTS.

## Capítulo 10: REALIZACIÓN DE NUEVOS CÁLCULOS Y MEJORAS

En este capítulo deberá proporcionarse información que dé un panorama general de los nuevos cálculos y las mejoras que se hayan hecho en el inventario, pero no será necesario repetir información que figure en los capítulos relativos a los sectores, especialmente la información específica sobre las fuentes; en particular, las Partes del anexo I deberán incluir referencias a la información que se da en los capítulos sectoriales.

### 10.1. Explicaciones y justificaciones de los nuevos cálculos

## REFERENCIAS

### ANEXOS DEL INFORME DEL INVENTARIO NACIONAL

#### Anexo 1: Categorías esenciales

- Descripción de la metodología utilizada para determinar las categorías esenciales
- Referencia a los cuadros sobre las categorías esenciales en el FCI
- Información sobre el grado de desglose
- Cuadros 7.A1 a 7.A3 de la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas<sup>1</sup>

Anexo 2: Examen detallado de la metodología y los datos para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de combustibles fósiles

Anexo 3: Otras descripciones metodológicas detalladas de categorías individuales de fuentes o sumideros (cuando proceda)

Anexo 4: Método de referencia del CO<sub>2</sub> y comparación con el método sectorial, e información pertinente sobre el balance energético nacional

Anexo 5: Evaluación de la exhaustividad y (posibles) fuentes y sumideros de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero excluidos

Anexo 6: Información adicional que se deba considerar como parte de la presentación del IIN (cuando proceda) u otra información de referencia útil

Anexo 7: Cuadros 6.1 y 6.2 de la orientación del IPCC sobre las buenas prácticas

Anexo 8: Otros anexos (cualquier otra información pertinente - facultativo)

Orientación adicional sobre la información sectorial que se debe incluir en la sección correspondiente del IIN

El presente apéndice proporciona orientación sobre la información adicional que las Partes del anexo I pueden incluir en su IIN a fin de facilitar el examen del inventario. La lista no es exhaustiva. Podrá incluirse más información en el IIN, según el método nacional que haya aplicado cada Parte del anexo I para estimar las emisiones y absorciones de los gases de efecto invernadero.

## Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura

Podría facilitarse información más específica que la que se solicita en el FCI respecto de cada categoría de uso de la tierra y respecto de las subcategorías, por ejemplo:

- Cuando se presenten estimaciones por subdivisiones, información adicional sobre el desglose y los datos conexos en el IIN;
- Información aparte de las emisiones de CO2 procedentes de la combustión de biomasa, incluidos los incendios y las quemadas controladas;
- En el caso de las Partes que opten por informar sobre los productos madereros, información detallada sobre las emisiones y absorciones de CO2 debidas a los productos madereros, con información por tipo de producto y eliminación;
- Información sobre el modo en que se han evitado la contabilidad doble y las omisiones entre los sectores Agricultura y UTS.

# Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Comisión Nacional Forestal

Proyecto Fortalecimiento REDD+ y cooperación Sur-Sur

Periférico Poniente 5360  
Col. San Juan de Ocotám  
Zapopan, Jalisco, México  
Tel. 01 (33) 3777-7000

[www.mrv.mx](http://www.mrv.mx) | [www.conafor.gob.mx](http://www.conafor.gob.mx)

**SEMARNAT**  
SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES



**INECC**  
INSTITUTO NACIONAL  
DE ECOLOGÍA  
Y CLIMA



**NORWEGIAN MINISTRY  
OF FOREIGN AFFAIRS**

