

CAPÍTULO 5

COHERENCIA DE LA SERIE TEMPORAL

Autores

William Irving (Estados Unidos)

Hideaki Nakane (Japón) y José Ramón T. Villarín (Filipinas)

Autores colaboradores

Ruta Bubniene (Lituania)

Índice

5	Coherencia de la serie temporal	
5.1	Introducción.....	5.5
5.2	Garantizar la coherencia de la serie temporal	5.5
5.2.1	Repetición de cálculos por cambios y refinaciones en la metodología	5.5
5.2.2	Agregar nuevas categorías	5.6
5.2.3	Seguimiento de incrementos y reducciones debidos a cambios tecnológicos y otros factores.....	5.7
5.3	Resolución de vacíos de datos	5.8
5.3.1	Aspectos vinculados a la disponibilidad de datos	5.8
5.3.2	Datos correspondientes a un año no calendario.....	5.8
5.3.3	Técnicas de empalme	5.8
5.4	Generación de informes y documentación de la información de tendencias	5.14
5.5	GC/CC de la Coherencia de la serie temporal	5.15
	Referencias.....	5.16

Ecuaciones

Ecuación 5.1	Estimación de emisión o absorción calculada nuevamente con el método de superposición parcial	5.9
Ecuación 5.2	Estimaciones de tendencias de emisiones/absorciones mediante parámetros sustitutos	5.10

Figuras

Figura 5.1	Superposición parcial coherente.....	5.9
Figura 5.2	Superposición parcial incoherente.....	5.10
Figura 5.3	Interpolación lineal.....	5.12

Cuadros

Cuadro 5.1	Resumen de técnicas de empalme	5.14
Cuadro 5.2	Documentación de cálculos nuevos para categorías específicas	5.15

Recuadros

Recuadro 5.1	Nuevo cálculo del Sector AFOLU, Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	5.6
Recuadro 5.2	Estudio de casos de datos sustitutos – Emisiones de metano de minería carbonífera subterránea en los Estados Unidos	5.11
Recuadro 5.3	Estudio de casos sobre datos periódicos mediante la extrapolación	5.13

5 COHERENCIA DE LA SERIE TEMPORAL

5.1 INTRODUCCIÓN

La serie temporal es un componente central del inventario de gases de efecto invernadero, dado que suministra información sobre las tendencias históricas de las emisiones y realiza un seguimiento de los efectos de las estrategias destinadas a reducir las emisiones a nivel nacional. Tal como ocurre con las estimaciones de cada año, las tendencias de emisiones no deben ser sobre ni subestimadas, en la medida en que pueda juzgarse. Todas las estimaciones de emisiones de una serie temporal deben ser estimadas de forma coherente, lo que significa que en la medida en que fuera posible, la serie temporal debe ser calculada utilizando todos los años el mismo método y con las mismas fuentes de datos. El uso de métodos y datos diferentes en una serie temporal puede introducir un sesgo, pues la tendencia estimada de la emisión refleja no sólo cambios reales en las emisiones o en las absorciones, sino también el patrón de refinaciones metodológicas.

En este capítulo se describen *buenas prácticas* para garantizar la coherencia de la serie temporal. La Sección 5.2 ofrece orientación sobre situaciones comunes en las que puede ser difícil obtener la coherencia de la serie temporal; al volver a efectuar cálculos, al añadir nuevas categorías y al dar cuenta de los cambios tecnológicos. La Sección 5.3 describe técnicas para combinar o «empalmar» métodos o conjuntos de datos diferentes para compensar los datos incompletos o faltantes. En las secciones 5.4 y 5.5 se ofrece orientación adicional sobre la generación de informes y documentación, y sobre el proceso de GC/CC de la coherencia de una serie temporal.

5.2 GARANTIZAR LA COHERENCIA DE LA SERIE TEMPORAL

5.2.1 Repetición de cálculos por cambios y refinaciones en la metodología

Un cambio metodológico en una categoría es el traspaso a un nivel diferente del que se utilizaba con anterioridad. Los *cambios metodológicos* son inducidos frecuentemente por el desarrollo de conjuntos de datos nuevos y diferentes. Un ejemplo de cambio metodológico es el nuevo uso de un método de nivel superior en vez del método predeterminado de Nivel 1 para una categoría industrial, porque un país obtuvo datos de la medición de emisiones de un sitio específico que pueden utilizarse directamente, para el desarrollo de los factores de emisión a nivel nacional.

Una *refinación metodológica* ocurre cuando el compilador del inventario usa el mismo nivel para estimar las emisiones, pero lo aplica utilizando una fuente de datos o un nivel de agregación diferente. Un ejemplo de refinación sería si datos nuevos permiten una mayor desagregación de un modelo de fermentación entérica de ganado, de modo que las categorías resultantes de animales fueran más homogéneas o que se le aplicara un factor de emisión más exacto. En este caso, la estimación aún está en desarrollo usando un método de Nivel 2, pero se aplica en un nivel de desagregación más detallado. Otra posibilidad es que se pueden presentar datos de niveles similares de agregación, pero de mayor calidad, gracias a los métodos mejorados de recopilación de datos.

Tanto los cambios metodológicos como las refinaciones a través del tiempo son una parte esencial de la mejora de la calidad del inventario. Se considera *buen práctica* cambiar o refinar métodos cuando:

- *Han cambiado los datos disponibles*: la disponibilidad de datos es una determinante clave del método adecuado, por lo cual los cambios en los datos disponibles pueden conducir a cambios o a refinaciones de los métodos. A medida que los países adquieren experiencia y dedican recursos adicionales a la preparación de inventarios de gases de efecto invernadero, se espera que mejore la disponibilidad de datos.¹
- *El método utilizado anteriormente no es coherente con las directrices del IPCC para esa categoría*. Los compiladores del inventario deben revisar las orientaciones para cada categoría en los Volúmenes 2 al 5.
- *Una categoría se ha vuelto principal*: una categoría puede no ser considerada *principal* en el inventario de un año anterior, según los criterios usados, pero puede convertirse en *principal* en un año futuro. Por ejemplo, numerosos países recién están comenzando a sustituir los HFC y PFC por sustancias que agotan la capa de ozono que están siendo retiradas de circulación en virtud del Protocolo de Montreal. Si bien las emisiones actuales de esta

¹ A veces la recopilación de datos puede ser reducida, lo que arroja resultados metodológicos menos rigurosos.

categoría son bajas, pueden convertirse en *principales* en el futuro, basándose en tendencias o niveles. Los países que prevén un crecimiento significativo en una categoría pueden querer considerar esta posibilidad antes de que se convierta en *principal*.

- *El método usado antes es insuficiente a la hora de reflejar de modo transparente las actividades de mitigación.* A medida que se van introduciendo técnicas y tecnologías para la reducción de emisiones, los compiladores de inventarios deben utilizar métodos que puedan dar cuenta de los cambios resultantes en las emisiones o en las absorciones, de modo transparente. En los casos en los que los métodos antes usados no son lo suficientemente transparentes, se considera *buena práctica* modificarlos o refinarlos. Por más orientación, véase la Sección 5.2.3.
- *Ha crecido la capacidad para la preparación del inventario:* a través del tiempo, puede crecer la capacidad humana o financiera (o ambas) para elaborar los inventarios. Si los compiladores del inventario aumentan sus capacidades, es una *buena práctica* modificar o refinar los métodos, de modo que produzcan estimaciones más exactas, completas y transparentes, en especial para las *categorías principales*.
- *Puede haber nuevos métodos disponibles para producir inventarios:* en el futuro, podrían desarrollarse nuevos métodos de inventarios que aprovechen las nuevas tecnologías o un mayor conocimiento científico. Por ejemplo, las mejoras en las tecnologías de sensores remotos para monitorear emisiones pueden posibilitar el monitoreo directo de más tipos de fuentes de emisiones.
- *Corrección de errores:* es posible que la implementación de procedimientos de GC/CC descritos en el Capítulo 6, Garantía de calidad y control de calidad y verificación, conduzca a la identificación de errores o equivocaciones del inventario. Tal como se ha indicado en ese capítulo, se considera *buena práctica* corregir los errores de las estimaciones enviadas. En sentido estricto, la corrección de errores no debe ser considerada un cambio o una refinación de la metodología. Sin embargo, la situación se menciona aquí porque debe tomarse en cuenta la orientación general de la coherencia de la serie temporal cuando se hacen las correcciones necesarias.

RECUADRO 5.1

NUEVO CÁLCULO DEL SECTOR AFOLU, AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA

Se prevé que el uso de las técnicas para volver a calcular en el Sector AFOLU será de particular importancia. El desarrollo de métodos de inventario y de herramientas de interpolación/extrapolación (modelos) para dicho sector es continuo y se anticipa que habrá cambios a través del tiempo en los métodos de numerosos países, debido a la complejidad de los procesos en cuestión. En casos simples, el muestreo o la experimentación pueden dar factores de emisión específicos para un país, que pueden exigir volver a calcular la serie temporal. También pueden surgir situaciones más complicadas. Por ejemplo:

- Los instrumentos usados para recopilar los datos de la actividad pueden cambiar a través del tiempo y es imposible retroceder en el tiempo para aplicar el instrumento nuevo. Por ejemplo, se pueden estimar acontecimientos de desbroce mediante el uso de imágenes satelitales, pero los satélites disponibles para esta tarea cambian o se degradan a través del tiempo. En este caso, el método de superposición parcial que se describe en la Sección 5.3.3.1 es el más aplicable.
- Algunas fuentes de datos, tales como los inventarios forestales requeridos para categorías de AFOLU, pueden no estar disponibles cada año, debido a las restricciones de recursos. En este caso, lo más adecuado puede ser la interpolación entre años o la extrapolación de años después del último año para el cual hay datos disponibles. Los datos extrapolados pueden volver a calcularse cuando los datos finales estén disponibles (véanse las secciones 5.3.3.3 y 5.3.3.4 sobre interpolación y extrapolación).
- Las emisiones y absorciones de AFOLU dependen generalmente de las actividades pasadas de uso de la tierra. Por ello, los datos deben cubrir un periodo histórico extenso (20-100 años) y la calidad de tales datos con frecuencia varía a través del tiempo. En estos casos pueden ser necesarias las técnicas de superposición parcial, interpolación o extrapolación.
- El cálculo de los factores de emisión y de otros parámetros en AFOLU puede requerir una combinación de trabajo de muestreo y de modelización. La coherencia de la serie temporal debe aplicarse también al trabajo de modelización. Los modelos pueden considerarse una forma de transformación de datos ingresados para producir resultados finales. En la mayoría de los casos, en que los cambios se hacen a las entradas de datos o a las relaciones matemáticas de un modelo, debe volver a calcularse toda la serie temporal de estimaciones. En circunstancias en que ello no fuera factible debido a los datos disponibles, pueden aplicarse variantes del método de superposición parcial.

5.2.2 Agregar nuevas categorías

La incorporación de una nueva categoría o subcategoría al inventario requiere el cálculo de toda una serie temporal y las estimaciones deben incluirse en el inventario a partir del año en que comenzaron a ocurrir las emisiones o absorciones en el país. Un país debe hacer todos los esfuerzos para utilizar el mismo método y los

mismos conjuntos de datos para cada año. No obstante, puede ser difícil recopilar datos de años anteriores, en cuyo caso los países deben utilizar la orientación referida al empalme de la Sección 5.3.3 para elaborar una serie temporal coherente.

Un país puede añadir categorías nuevas o nuevos gases al inventario, por una variedad de razones.

- **Hay una nueva actividad de emisión o de absorción:** algunos procesos de emisión, particularmente en el Sector Procesos industriales y uso de productos (IPPU), ocurren exclusivamente como resultado de procesos tecnológicos específicos. Por ejemplo, el uso de sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono (sustitutos de las SAO) ha sido introducido en diferentes medidas en diversas partes del mundo. Algunas aplicaciones pueden empezar a ocurrir recién ahora en algunos países.
- **Hubo un crecimiento rápido en una categoría muy pequeña:** una categoría que antes era demasiado pequeña para justificar recursos para incluirla en el inventario nacional puede pasar por un crecimiento repentino y deberá incluirse en inventarios futuros.
- **Nuevas categorías del IPCC:** las *Directrices del IPCC de 2006* contienen algunas categorías y subcategorías que no estaban cubiertas en las *Directrices del IPCC de 1996* (IPCC, 1997). Como resultado, algunos países podrán incluir nuevas estimaciones en los inventarios nacionales futuros. Los países deberán incluir estimaciones de categorías y subcategorías nuevas para toda la serie temporal.
- **Capacidad adicional del inventario:** un país puede tener capacidad para usar más recursos o emplear más expertos a través del tiempo y, por lo tanto, incluir nuevas categorías y subcategorías en el inventario.

Si una nueva actividad que causa emisiones comenzó después del año de base, o si una categoría antes considerada insignificante (véase la Sección 4.1.2 del Capítulo 4, Opción metodológica e identificación de categorías principales, para conocer los motivos por los que no se debe estimar emisiones/absorciones de una fuente/sumidero existente) ha crecido al punto en el que debe incluirse en el inventario, se considera *buena práctica* documentar la razón por la cual no se estima toda la serie temporal.

5.2.3 Seguimiento de incrementos y reducciones debidos a cambios tecnológicos y otros factores

Los inventarios de emisiones pueden hacer un seguimiento de las emisiones y absorciones mediante cambios en los niveles de actividades, en los índices de emisión o en ambos parámetros. El modo en el que tales cambios se incluyen en las metodologías puede tener un impacto significativo en la coherencia de la serie temporal.

Cambios en los niveles de actividad

Por lo general, las estadísticas nacionales dan cuenta de los cambios significativos en los niveles de actividad. Por ejemplo, el cambio de combustibles de carbón a gas natural para la generación de electricidad se refleja en las estadísticas nacionales de consumo de combustible. Una mayor desagregación de los datos de la actividad puede dar mayor transparencia para indicar específicamente dónde está ocurriendo el cambio en la actividad. Este método es pertinente cuando se producen cambios en una o más subcategorías, pero no en toda la categoría. Para mantener la coherencia de la serie temporal, debe usarse el mismo nivel de desagregación de las subcategorías lo máximo posible, a lo largo de toda la serie temporal, aunque el cambio haya comenzado recientemente.

Cambios en los índices de emisión

La investigación puede indicar que el índice promedio de emisiones/absorciones por unidad de actividad se ha modificado a través de la serie temporal. En algunos casos, los factores que conducen a un cambio tecnológico también pueden posibilitar el uso de un método de nivel superior. Por ejemplo, el administrador de una planta de aluminio que introduce medidas para reducir la frecuencia y la intensidad de los efectos anodinos también puede recopilar parámetros específicos de la planta que pueden utilizarse para estimar un nuevo factor de emisión; este nuevo factor puede no ser adecuado para estimar las emisiones de años anteriores de la serie temporal, antes de producido el cambio tecnológico. En estos casos, se considera *buena práctica* usar el factor de emisión actualizado u otros parámetros o datos de estimación, para reflejar dichos cambios. Dado que una hipótesis general es que los factores de emisión u otros parámetros de estimación no cambian a través del tiempo, salvo indicación en contrario, los países deben documentar en forma clara la razón por la que utilicen factores o parámetros diferentes en la serie temporal. Esto es particularmente importante si el muestreo o el sondeo se hacen periódicamente y los factores de emisión o los parámetros de estimación de los años intermedios se interpolan en lugar de medirse.

Captura, destrucción o combustión de las emisiones

Fuentes por puntos más grandes, tales como las instalaciones para la fabricación de productos químicos o las centrales eléctricas, pueden generar emisiones pero impedirles que sean liberadas a la atmósfera mediante la captura y el almacenamiento (p. ej. CO₂), la destrucción (p. ej. HFC-23) o la combustión (p. ej. CH₄). Estas actividades no cambian necesariamente las emisiones promedio generadas por unidad de actividad y, por lo tanto, no es una *buena práctica*

usar diferentes factores de emisión para diferentes años. En cambio, el compilador del inventario debe estimar las emisiones totales generadas y las emisiones reducidas por separado, y luego restar las reducciones de la generación total para llegar a una estimación del total de las emisiones a la atmósfera.

5.3 RESOLUCIÓN DE VACÍOS DE DATOS

5.3.1 Aspectos vinculados a la disponibilidad de datos

Para obtener una serie temporal completa y coherente, es necesario determinar la disponibilidad de los datos para cada año. Será difícil volver a calcular las estimaciones anteriores usando un método de un nivel superior o desarrollar estimaciones para categorías nuevas si faltan datos de uno o más años. A continuación, se presentan ejemplos de vacíos de datos:

- **Datos periódicos:** las estadísticas de recursos naturales o ambientales, tales como los inventarios nacionales de bosques y las estadísticas de desechos, pueden no cubrir la totalidad del país en forma anual. En cambio, puede ser que se lleven a cabo a intervalos de cinco o diez años, o por regiones, lo que implica que las estimaciones de los niveles nacionales pueden obtenerse en forma directa una vez que se hayan completado los inventarios en cada región. Cuando los datos están disponibles con una frecuencia menor a la anual, surgen varios aspectos. En primer lugar, es necesario actualizar las estimaciones cada vez que hay datos nuevos disponibles y deben volver a calcularse los años entre los datos disponibles. El segundo aspecto es producir inventarios para los años posteriores al último punto de datos disponibles y antes de que haya disponibles nuevos datos. En este caso, deberán extrapolarse nuevas estimaciones basadas en los datos disponibles, que volverán a calcularse cuando haya nuevos datos disponibles.
- **Cambios y vacíos en la disponibilidad de datos:** un cambio en la disponibilidad de los datos o un vacío difieren de los datos disponibles de modo periódico, porque es poco probable que exista la oportunidad de volver a calcular la estimación en una fecha posterior usando datos mejores. En algunos casos, los países mejoran su capacidad para recopilar datos a través del tiempo, de modo que puedan aplicarse métodos de niveles superiores para años recientes, mas no para años anteriores. Esto es particularmente pertinente para las categorías en las que es posible implementar programas directos de muestreo y medición, porque estos nuevos datos pueden no ser indicativos de las condiciones de los últimos años. Algunos países pueden descubrir que la disponibilidad de algunos conjuntos de datos se reduce a través del tiempo como resultado de cambios de prioridades en los gobiernos, reestructuraciones económicas o recursos limitados. Algunos países con economías en transición ya no recopilan ciertos conjuntos de datos que estaban disponibles en el año de base, o si lo están estos conjuntos pueden contener diferentes definiciones, clasificaciones y niveles de agregación.

5.3.2 Datos correspondientes a un año no calendario

Cuando se usan datos correspondientes a un año no calendario, es una *buena práctica* usar el mismo periodo de recopilación en forma coherente a través de la serie temporal, como se describe en la Sección 2.2.3 en el Capítulo 2, Métodos para la recopilación de datos. Los países no deben usar periodos de recopilación diferentes dentro de la misma serie temporal, puesto que ello podría conducir a un sesgo en la tendencia.

5.3.3 Técnicas de empalme

Los empalmes en este contexto se refieren a la combinación o a la unión de más de un método para formar una serie temporal completa. Si no se puede usar el mismo método o la misma fuente de datos todos los años, hay varias técnicas de empalme disponibles. Esta sección describe las técnicas que pueden usarse para combinar métodos para reducir al mínimo las incoherencias potenciales de la serie temporal. Cada técnica puede ser adecuada en determinadas situaciones, como lo determinen consideraciones tales como la disponibilidad de datos y la naturaleza de la modificación metodológica. La selección de una técnica requiere una evaluación de las circunstancias específicas y una determinación de la mejor opción para el caso particular. Es una *buena práctica* realizar el empalme usando más de una técnica, antes de tomar una decisión final y documentar por qué se eligió un método determinado. Los principales métodos para volver a calcular inventarios se resumen en el Cuadro 5.1.

5.3.3.1 SUPERPOSICIÓN PARCIAL

La técnica de superposición parcial con frecuencia se usa cuando se introduce un nuevo método, pero no hay datos disponibles para aplicar el nuevo método a los primeros años de la serie temporal, por ejemplo, cuando se implementa

una metodología de nivel superior. Si no se puede usar el nuevo método para todos los años, es posible desarrollar una serie temporal basada en la relación (o superposición parcial) observada entre los dos métodos durante los años en que ambos pueden usarse. Esencialmente, la serie temporal se elabora suponiendo que hay una relación coherente entre los resultados del método usado anteriormente y los del nuevo. Las estimaciones de emisiones o de absorciones de los años en los que no se puede usar el nuevo método en forma directa se desarrollan mediante el ajuste proporcional de las estimaciones desarrolladas anteriormente, basándose en la relación observada durante el periodo de superposición parcial. En este caso, las emisiones o las absorciones vinculadas al nuevo método se estiman conforme a la Ecuación 5.1:²

ECUACIÓN 5.1
ESTIMACIÓN DE EMISIÓN O ABSORCIÓN CALCULADA NUEVAMENTE CON EL MÉTODO DE SUPERPOSICIÓN PARCIAL

$$y_0 = x_0 \cdot \left(\frac{1}{(n - m + 1)} \cdot \sum_{i=m}^n \frac{y_i}{x_i} \right)$$

Donde:

y_0 = la estimación de emisión o de absorción vuelta a calcular con el método de superposición parcial

x_0 = la estimación desarrollada con el método que se usaba anteriormente

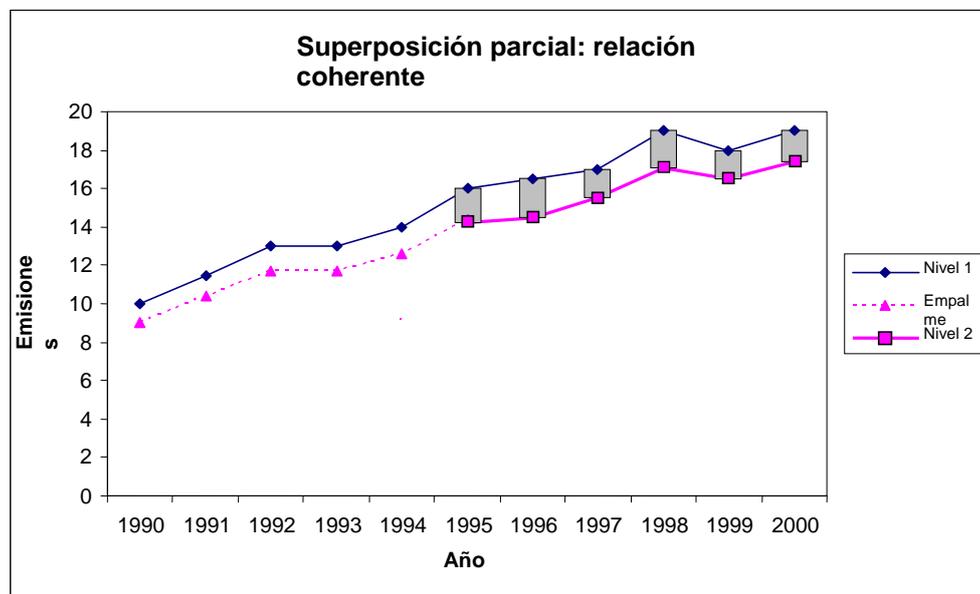
y_i y x_i son las estimaciones preparadas usando los dos métodos, el nuevo y el anterior, durante el periodo de superposición parcial, como se indica para los años de m hasta n

Puede evaluarse una relación entre el método usado anteriormente y el nuevo mediante la comparación de la superposición parcial entre un único conjunto de estimaciones anuales, pero es preferible comparar varios años. Esto se debe a que comparar un único año puede conducir a un sesgo y no es posible evaluar tendencias.

La Figura 5.1 muestra un ejemplo hipotético de una superposición parcial coherente entre dos métodos para los años en que ambos pueden aplicarse. En la Figura 5.2 no hay una superposición parcial coherente entre métodos y en tal caso no se considera *buena práctica* el uso de la técnica de superposición parcial.

También pueden observarse otras relaciones entre las estimaciones antiguas y las nuevas mediante una evaluación de la superposición parcial. Por ejemplo, puede observarse una diferencia constante. En este caso, las emisiones o absorciones vinculadas al nuevo método se estiman ajustando la estimación anterior por la cantidad constante igual a la diferencia promedio en los años de superposición parcial.

Figura 5.1 Superposición parcial coherente

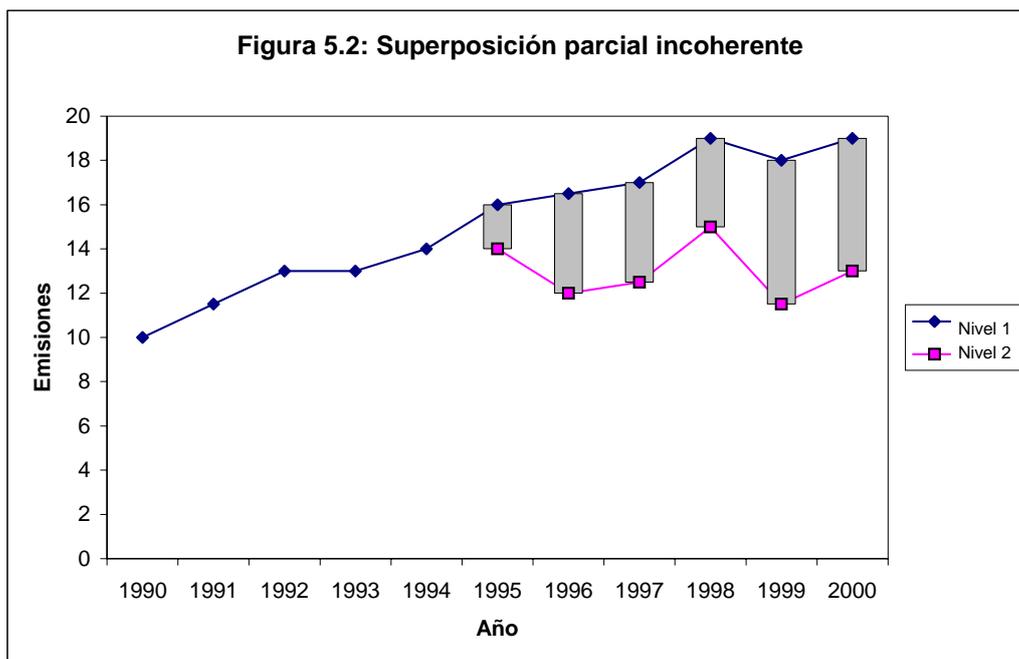


² Se prefiere la Ecuación 5.1 de superposición parcial a la ecuación descrita en *Orientación sobre las buenas prácticas para inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* (GPG2000, IPCC, 2000).

$$y_0 = x_0 \cdot \left(\frac{\sum_{i=m}^n y_i}{\sum_{i=m}^n x_i} \right)$$

porque la última asigna mayor peso a los años superpuestos que presentan las emisiones más altas. No obstante, en casos prácticos los resultados serán a veces muy similares y el uso continuo de la ecuación mencionada es coherente con la *buena práctica* cuya utilización arroja resultados satisfactorios.

Figura 5.2 Superposición parcial incoherente



5.3.3.2 DATOS SUSTITUTOS

El método de datos sustitutos vincula emisiones o absorciones con actividades subyacentes u otros datos indicativos. Se usan los cambios en estos datos para simular la tendencia de las emisiones o absorciones. La estimación debe vincularse a la fuente de datos estadísticos que explica mejor las variaciones de la categoría a través del tiempo. Por ejemplo, las emisiones de fuentes móviles pueden estar vinculadas a tendencias en las distancias recorridas por los vehículos, las emisiones de aguas residuales domésticas pueden vincularse a la población y las emisiones industriales pueden relacionarse con los niveles de producción del ramo pertinente. Véase el Capítulo 2, Métodos para la recopilación de datos.

En su forma más simple, la estimación se vincula a un único tipo de datos, como se muestra en la Ecuación 5.2.

ECUACIÓN 5.2

ESTIMACIONES DE TENDENCIAS DE EMISIONES/ABSORCIONES MEDIANTE PARÁMETROS SUSTITUTOS

$$y_t = y_0 \cdot (s_t / s_0)$$

Donde:

y = la estimación de emisiones/absorciones en los años 0 y t

s = el parámetro estadístico sustituto en los años 0 y t

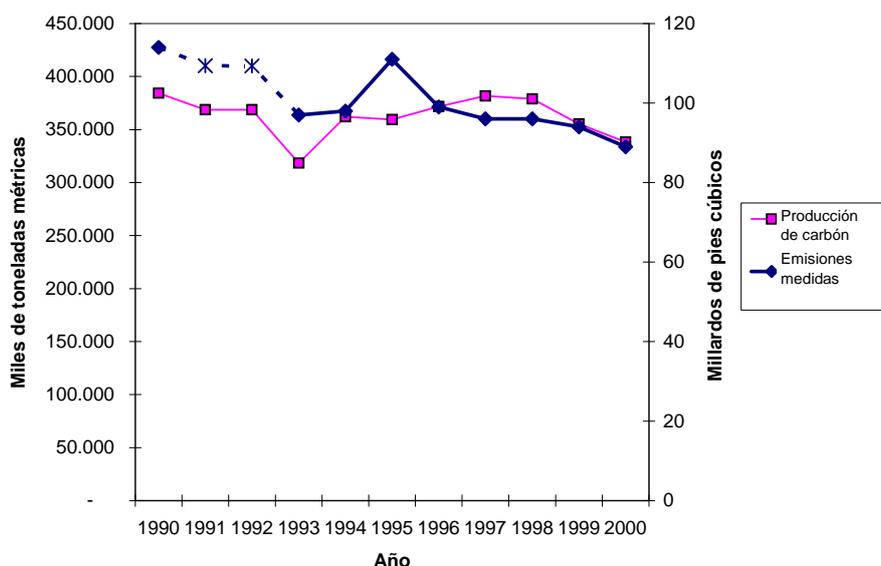
Si bien es posible desarrollar la relación entre emisiones/absorciones y sustituciones tomando como base los datos de un único año, el uso de múltiples años puede brindar una estimación mejor.

El recuadro 5.2 ofrece un ejemplo del uso de datos sustitutos para estimar emisiones de metano de minería carbonífera subterránea en los Estados Unidos. En algunos casos pueden desarrollarse relaciones más exactas al vincular emisiones a más de un parámetro estadístico. El análisis de regresión puede ser útil para seleccionar los parámetros adecuados de los datos sustitutos. El uso de métodos sustitutos para estimar datos que de otro modo no estarían disponibles puede mejorar la exactitud de las estimaciones desarrolladas mediante los métodos de interpolación y extrapolación de tendencias que se analizan a continuación.

RECUADRO 5.2
ESTUDIO DE CASOS DE DATOS SUSTITUTOS –
EMISIONES DE METANO DE MINERÍA CARBONÍFERA SUBTERRÁNEA EN LOS ESTADOS UNIDOS

La Administración de Seguridad y Sanidad en las Minas de los Estados Unidos (MSHA, del inglés, *Mine Safety and Health Administration*) mide cada trimestre los niveles de emisiones de metano en minas subterráneas con niveles detectables de metano en su aire de ventilación. La USEPA usa estas mediciones como base para calcular las emisiones a nivel nacional de minas carboníferas subterráneas. No obstante, estos datos no estuvieron disponibles en los años 1991-1992, debido a una reestructuración dentro del Departamento de Trabajo. Para estimar las emisiones de esos años, la USEPA utilizó la producción total de carbón subterráneo como conjunto de datos sustitutos. El gráfico que se presenta a continuación muestra la relación que existe entre la producción de carbón subterráneo y las emisiones medidas, que están correlacionadas en forma estrecha, pero no perfecta. Las diferencias reflejan el hecho de que las minas individuales varían en gran medida en sus índices de emisión y dado que los niveles de producción en las minas varían a través del tiempo, también cambia el índice de emisión promedio ponderado. La USEPA aplicó la Ecuación 5.2 para estimar las emisiones de 1991 y 1992 usando los datos de emisiones de Nivel 3 y de producción de carbón de 1990. En el gráfico, la línea punteada atraviesa estos puntos de datos. Nótese que este procedimiento es muy similar a una superposición parcial con el método de Nivel 1, pues la producción de carbón es el conjunto de datos de la actividad recomendada para el Nivel 1. La comparación de los factores de emisión implícitos de estimaciones mediante datos sustitutos con factores por defecto de Nivel 1 sería una verificación útil de GC/CC.

Datos sustitutos para la minería de carbón en los Estados Unidos



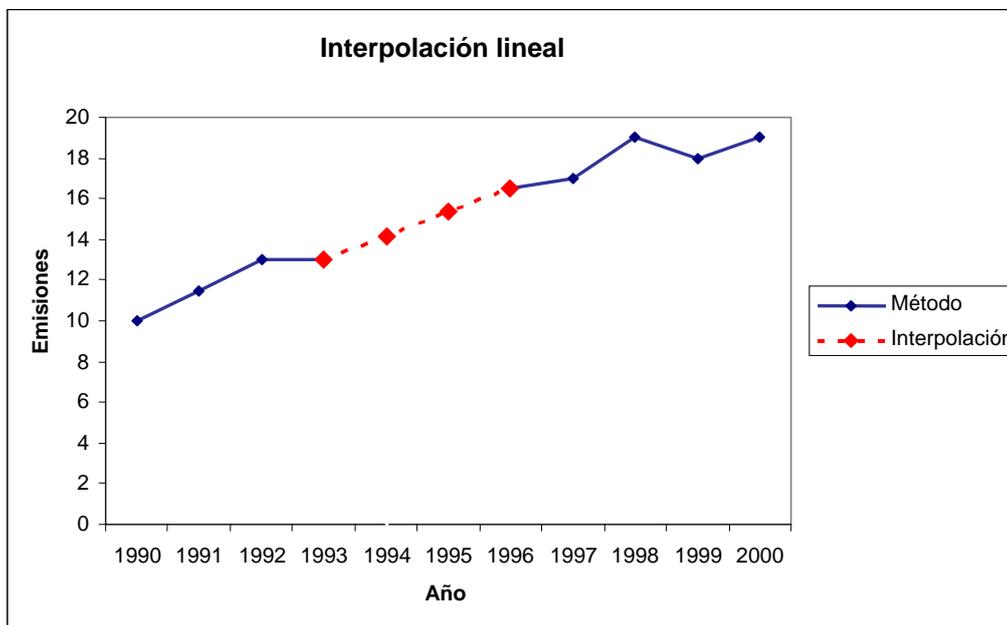
5.3.3.3 INTERPOLACIÓN

En algunos casos puede ser posible aplicar intermitentemente un método a través de la serie temporal. Por ejemplo, es posible recopilar las estadísticas necesarias detalladas cada par de años, o puede no ser práctico realizar sondeos detallados con una frecuencia anual. En este caso, las estimaciones de los años intermedios de la serie temporal pueden desarrollarse por interpolación de estimaciones detalladas. Si hay información disponible sobre las tendencias generales o los parámetros subyacentes, es preferible el método de datos sustitutos.

La Figura 5.3 muestra un ejemplo de interpolación lineal. En este ejemplo, no están disponibles los datos de 1994 y 1995. Las emisiones fueron estimadas suponiendo un crecimiento anual constante de las emisiones desde 1993 a 1996. Esta técnica es adecuada en este ejemplo porque la tendencia general aparece estable y es improbable que las emisiones reales de 1994 y 1995 fueran sustancialmente diferentes de los valores calculados por interpolación. En las categorías que tienen tendencias de emisiones volátiles (es decir, fluctúan significativamente de año en año), la interpolación no sería una *buena práctica* y el uso de datos sustitutos sería

una opción mejor. Es una *buen práctica* comparar las estimaciones interpoladas con datos sustitutos como verificación de GC/CC.

Figura 5.3 Interpolación lineal



5.3.3.4 EXTRAPOLACIÓN DE TENDENCIAS

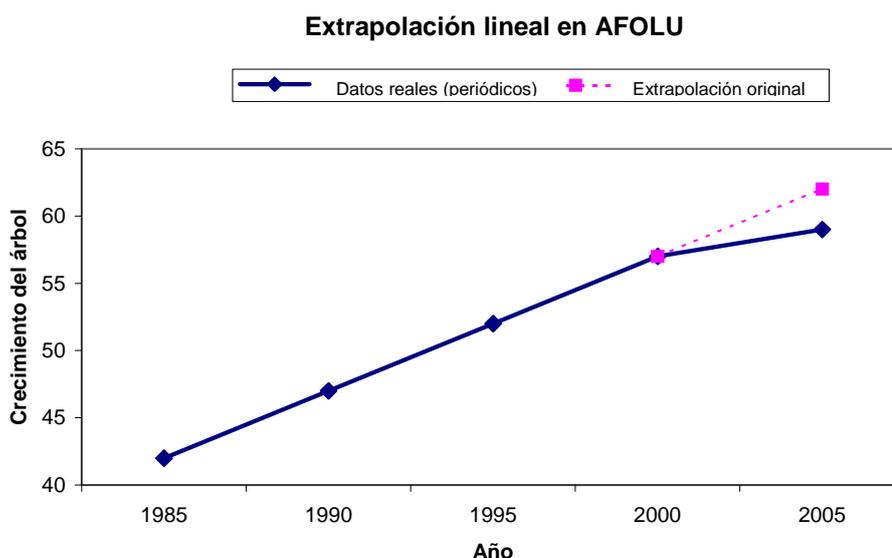
Cuando no se han preparado estimaciones detalladas para el año de base o para el año más reciente del inventario, puede ser necesario extrapolar a partir de las estimaciones detalladas más cercanas. La extrapolación de tendencias es conceptualmente similar a la interpolación, pero se conoce menos sobre la tendencia real. La extrapolación puede ser prospectiva, hacia adelante (para estimar emisiones o absorciones más recientes) o retrospectiva, hacia atrás (para estimar un año de base). La extrapolación de tendencias supone que la tendencia observada en las emisiones/absorciones durante el periodo en el que hay estimaciones detalladas disponibles permanece constante durante todo el periodo de extrapolación. Dada esta hipótesis, es claro que la extrapolación de tendencias no debe usarse si el cambio en la tendencia no es constante a través del tiempo. En esta situación, será más adecuado considerar el uso de extrapolaciones basándose en datos sustitutos. Tampoco debe utilizarse la extrapolación a través de largos periodos sin revisiones detalladas a intervalos, para confirmar la validez continua de la tendencia. Sin embargo, en el caso de los datos periódicos, las extrapolaciones son preliminares y el punto de los datos volverá a calcularse en una etapa posterior.

El Recuadro 5.3 de esta Sección muestra un ejemplo en el que solo hay datos disponibles de actividades forestales a intervalos periódicos y los datos de los años más recientes aún no están disponibles. Los datos de años recientes pueden ser extrapolados basándose en una tendencia coherente, o en datos adecuados. Sin embargo, debe observarse que la incertidumbre de las estimaciones extrapoladas crece en proporción al periodo de tiempo sobre el que se hace la extrapolación. Una vez que se encuentra disponible el conjunto de datos periódicos más reciente, será necesario volver a calcular la parte de la serie temporal que se estimó usando la extrapolación de la tendencia.

El ejemplo del Recuadro 5.3 supone una extrapolación lineal, que es probable sea adecuada para la categoría de tierras forestales. Es posible realizar extrapolaciones no lineales, que pueden resultar más adecuadas dada una tendencia observada (p. ej., el crecimiento exponencial en el uso de sustitutos de las SAO). Los países que usen una extrapolación no lineal deberán suministrar documentación clara de su elección y explicar por qué es más adecuada que la extrapolación lineal.

RECUADRO 5.3
ESTUDIO DE CASOS SOBRE DATOS PERIÓDICOS MEDIANTE LA EXTRAPOLACIÓN

Considere un caso en el que se realiza un inventario nacional de bosques cada 5 años. Por lo tanto, las estimaciones de varios tipos de datos requeridos (p. ej., crecimiento de árboles) se obtendrán solo cada determinados intervalos. Basándose en la hipótesis de que el crecimiento promedio es razonablemente estable entre años, las estimaciones de los inventarios después del último conjunto de datos disponible deben hacerse usando extrapolaciones de las estimaciones pasadas (es decir, tendencias de crecimiento de árboles). Tal como se muestra en la figura siguiente, se obtiene de esta manera una estimación de la biomasa de un terreno para el año 2005, a pesar de que la última medición se hizo en el año 2000. La tendencia entre 1995 y 2000 sencillamente se extrapola en forma lineal. En la práctica, puede usarse una escala logarítmica para mostrar la conducta exponencial, pero no se considera para este ejemplo sencillo. Asimismo, la extrapolación puede mejorarse usando datos sustitutos o una modelización más sofisticada que tomen en cuenta parámetros que influyen en el parámetro que deseamos extrapolar.



A diferencia de los datos disponibles en forma periódica, cuando los datos no están disponibles para los primeros años de la serie temporal (p. ej., los datos del año de base y del año anterior sobre desechos y uso de tierras), no hay posibilidad de llenar los vacíos con relevamientos futuros. Es posible la extrapolación retrospectiva de las tendencias, pero debe combinarse con otras técnicas de empalme tales como los datos sustitutos y la superposición parcial. Algunos países que han atravesado transiciones significativas en lo administrativo y lo económico desde 1990, no tienen conjuntos de datos coherentes de la actividad para toda la serie temporal, en especial si los conjuntos de datos nacionales cubrieron diferentes áreas geográficas en años anteriores. Para extrapolar retrospectivamente en estos casos, es necesario analizar la relación que existe entre diferentes conjuntos de datos de la actividad para periodos diferentes, posiblemente usando numerosos conjuntos de datos sustitutos.

5.3.3.5 OTRAS TÉCNICAS

En algunos casos, puede ser necesario desarrollar un método personalizado para estimar mejor las emisiones a través del tiempo. Por ejemplo, las alternativas estándar pueden no ser válidas cuando las condiciones técnicas cambian a través de la serie temporal (p. ej., debido a la introducción de tecnologías de mitigación). En este caso, será necesario considerar cuidadosamente, en todo el periodo, las tendencias en todos los factores de los que es sabido que influyen en las emisiones o en las absorciones. Donde se usan métodos personalizados, es una *buena práctica* documentarlos minuciosamente y en particular dedicar una consideración especial a cómo se comparan

las estimaciones de emisiones resultantes con aquellas que se desarrollarían usando las alternativas más convencionales.

5.3.3.6 SELECCIÓN DE LA TÉCNICA MÁS ADECUADA

La elección de una técnica de empalme requiere el dictamen de expertos y depende de la evaluación de un experto sobre la volatilidad de la tendencia de emisiones, la disponibilidad de datos para dos métodos de superposición parcial, la adecuación y la disponibilidad de los conjuntos de datos sustitutos y la cantidad de años sobre los que faltan datos. El Cuadro 5.1 resume los requisitos de cada técnica y sugiere situaciones en las que pueden ser o no adecuadas. Los países deben usar el Cuadro 5.1 más como una guía que como una receta.

CUADRO 5.1 RESUMEN DE TÉCNICAS DE EMPALME		
Método	Aplicabilidad	Comentarios
Superposición parcial	Para aplicar tanto el método usado anteriormente como el nuevo, deben estar disponibles los datos necesarios de por lo menos un año, aunque con preferencia más.	<ul style="list-style-type: none"> • Más fiable cuando puede evaluarse la superposición parcial entre dos o más conjuntos de estimaciones anuales. • Si las tendencias observadas usando el método anterior y el nuevo fueran incoherentes, este método no es una <i>buena práctica</i>.
Datos sustitutos	Los factores de emisión, los datos de la actividad u otros parámetros de la estimación que se usan en el nuevo método están estrechamente correlacionados con otros datos muy conocidos y datos indicativos fácilmente disponibles.	<ul style="list-style-type: none"> • Deben ensayarse múltiples conjuntos de datos indicativos (en forma individual o combinada) para determinar cuál tiene la correlación más estrecha. • No debe emplearse para periodos prolongados.
Interpolación	Los datos necesarios para volver a calcular usando el nuevo método están disponibles para años intermitentes de la serie temporal.	<ul style="list-style-type: none"> • Las estimaciones pueden ser interpoladas en forma lineal para los periodos en los que no se puede aplicar el método nuevo. • El método no es aplicable en el caso de grandes fluctuaciones anuales.
Extrapolación de tendencias	Los datos del nuevo método no se recopilan anualmente y no están disponibles al comienzo o al final de la serie temporal.	<ul style="list-style-type: none"> • Es más fiable si la tendencia es constante a través del tiempo. • No debe usarse si la tendencia es cambiante (en tal caso, el método de datos sustitutos puede ser más adecuado). • No debe emplearse para periodos prolongados.
Otras técnicas	Las alternativas estándar no son válidas cuando las condiciones técnicas están cambiando a través de la serie temporal (p. ej., debido a la introducción de tecnologías de mitigación).	<ul style="list-style-type: none"> • Documente minuciosamente los métodos personalizados. • Compare los resultados con los de las técnicas convencionales.

5.4 GENERACIÓN DE INFORMES Y DOCUMENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE TENDENCIAS

Si se usan el mismo método y las mismas fuentes de datos a lo largo de la serie temporal y no se han hecho cálculos nuevos, debe ser suficiente seguir la orientación para la generación de informes en cada categoría para garantizar la transparencia. Por lo general, los países deben explicar las tendencias de los inventarios para cada categoría, dedicando especial atención a los valores erráticos, los cambios en las tendencias y las tendencias

extremas. Los países deben suministrar documentación adicional acerca de si han vuelto a calcular las estimaciones anteriores y si han usado las técnicas descritas en este capítulo para empalmar las metodologías.

Volver a calcular: además de seguir la orientación específica para cada categoría que se ofrece en los Volúmenes 2 a 5, los países deben documentar con claridad todo cálculo hecho nuevamente. La documentación debe explicar la razón por la que se ha vuelto a calcular y el efecto del nuevo cálculo en la serie temporal. Los países también deben incluir un gráfico que muestre la relación entre la tendencia anterior y la tendencia nueva de los datos. El Cuadro 5.2 ofrece un ejemplo de cómo pueden documentarse estos cálculos, sea con fines de generación de informes o de seguimiento interno.

CUADRO 5.2 DOCUMENTACIÓN DE CÁLCULOS NUEVOS PARA CATEGORÍAS ESPECÍFICAS											
Categoría /Gas	Emisiones y absorciones (Cg)										
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Datos anteriores (PD)											
Datos más recientes (LD)											
Diferencia en porcentaje = 100•[(LD-PD)/PD]											
Documentación (razón por la que se vuelve a calcular):											

Técnicas de empalme: los países deben suministrar documentación sobre cualesquiera técnicas de empalme que usaran para completar una serie temporal. La documentación debe identificar los años en los que no estuvieron disponibles los datos para esos métodos, la técnica de empalme utilizada y todo dato sustituto o de superposición parcial usado. Los trazados gráficos, tales como los que se muestran en la Sección 5.3, pueden ser herramientas útiles para documentar y explicar la aplicación de técnicas de empalme.

Mitigación: la orientación específica para cada categoría de los Volúmenes 2 a 5 ofrece orientación guiada sobre información específica que debe declararse para cada categoría, incluidas la mitigación y las reducciones. Por lo general, los países deben documentar el método usado para el seguimiento de las actividades de mitigación y suministrar todos los parámetros de peso, tales como el uso de reducciones, la eficacia de la destrucción, los factores de emisiones actualizados, etc.

5.5 GC/CC DE LA COHERENCIA DE LA SERIE TEMPORAL

La forma más eficaz de garantizar la calidad de una serie temporal es aplicar verificaciones, tanto generales como específicas para esa categoría, a través de toda la serie temporal (véase Capítulo 6). Por ejemplo, las revisiones de los valores erráticos y de los factores de emisión implícitos del Capítulo 6 ayudan a identificar posibles incoherencias en la serie temporal. Las verificaciones específicas para cada categoría son particularmente importantes, porque están orientadas hacia las características exclusivas de cada categoría.

Tal como ya se ha descrito, el trazado y la comparación de resultados de técnicas de empalme en un cuadro gráfico es una estrategia útil de GC/CC. Si métodos alternativos de empalme producen resultados diferentes, los países deben considerar cuál de los resultados es el más realista. En algunos casos, pueden usarse datos sustitutos adicionales para verificar la serie temporal empalmada.

Una comparación entre estimaciones vueltas a calcular y estimaciones anteriores puede ser una verificación útil de la calidad del nuevo cálculo. Puede hacerse mediante una comparación tabular, como se muestra en el Cuadro 5.2, o con un trazado gráfico. Sin embargo, es importante señalar que los métodos de niveles superiores pueden producir tendencias diferentes a las de los métodos de niveles inferiores, porque reflejan en forma más exacta las condiciones reales. Las diferencias en las tendencias no sugieren necesariamente la existencia de algún problema con la estimación que se volvió a calcular.

Donde fuera posible usar más de un método para hacer un seguimiento de los efectos de las actividades de mitigación, los países deben comparar los resultados de múltiples métodos. Si los resultados difieren en más de lo que era dable esperar, es *buena práctica* explicar la razón de las diferencias y evaluar si se debe usar o no un método distinto. Para las estimaciones desagregadas de niveles superiores, los factores implícitos de

emisión/absorción pueden ser una herramienta útil para verificar la coherencia de la tendencia y la credibilidad de las estimaciones de la mitigación.

En algunos casos, la recopilación de datos de actividades pudo haber sido interrumpida o modificada en forma drástica. Esta situación plantea desafíos a la coherencia de la serie temporal. En esta situación, es una *buena práctica* examinar minuciosamente la documentación del sistema anterior de recopilación de datos para comprender debidamente cómo los cambios en la recopilación de datos, incluidas las definiciones y delimitaciones, han afectado los datos usados en el inventario y cualquier implicancia que tuvieran en incoherencias de la serie temporal. Si no hubiera documentación adecuada disponible, una alternativa es compilar indicadores (p. ej., producción de emisiones por unidad o emisiones por automóvil) y comparar dichos indicadores con los de aquellos países que tienen una estructura económica similar, a través de la serie temporal y superponiendo parcialmente los dos métodos de recopilación de datos.

En algunos casos, un país pudo haber atravesado cambios en la cobertura geográfica, p. ej., pudo haberse dividido en dos o más países nuevos. En esta situación, es una *buena práctica* comparar los datos del inventario con estimaciones de las estadísticas regionales de los años anteriores a la escisión. También puede recomendarse la colaboración con otros países que fueron parte del primero para garantizar la exhaustividad de los datos y evitar el cómputo doble. Si no hay estadísticas regionales disponibles y tal colaboración no fuera posible, es una *buena práctica* comparar los indicadores adecuados al país antes de la escisión, tal como se describió más arriba, con los datos usados en el inventario.

Si se identificaran incoherencias, es una *buena práctica* corregirlas y, si fuera necesario, aplicar las técnicas de empalme adecuadas, como se describe en este capítulo.

Referencias

IPCC (1997). *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories*, Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Lim B., Tréanton, K., Mamaty, I., Bonduki, Y., Griggs, D.J. and Callander, B.A. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA, Paris, France.

IPCC (2000). *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*, Penman, J., Kruger, D., Galbally, I., Hiraishi, T., Nyenzi, B., Emmanuel, S., Buendia, L., Hoppaus, R., Martinsen, T., Meijer, J., Miwa, K. and Tanabe, K. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan.

Otras referencias

IPCC (2003). *Good Practice Guidance for Land Use, land-Use Change and Forestry*, Intergovernmental Panel on Climate Change, Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. and Wagner, F. (Eds), IPCC/IGES, Hayama, Japan

USEPA (2004). *Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2003*, United States Environmental Protection Agency (USEPA), National Service Center for Environmental Publications (NSCEP) <http://www.epa.gov/globalwarming/publications/emissions>